

# TROPICULTURA

1991 Vol. 9 N.2

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



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



# SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

## EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIAL

Bringing man back in(to) agronomic and animal science research.

Réintégrer l'homme dans la recherche en agriculture et en élevage.

De mens terugbrengen tot onderzoek in landbouw- en dierwetenschappen.

Reintegrar el hombre en la investigación en agricultura y ganadería.

**A. Nji** ..... 49

## ARTICLES ORIGINAUX / OORSPRONKELIJKE ARTIKELS / ARTICULOS ORIGINALES

Principales maladies fongiques de trois légumineuses alimentaires dans la région du Kef (Tunisie).

Voornaamste schimmelziekten op drie voederpeulgewassen in de Kefstreek (Tunesië).

Principales enfermedades fúngicas de tres leguminosas alimentarias en la región de Kef (Túnez).

**B. Nasraoui** ..... 51

Conséquences de la nuisibilité des mauvaises herbes sur la production du blé d'hiver en Tunisie: les seuils d'intervention et la rentabilité du désherbage.

Weerslag van de schadelijkheid van onkruid op de productie van wintertrawé in Tunesië: interventiedrempels en rendabelheid van wieden.

Consecuencias de la nocividad de las malas hierbas sobre la producción de trigo de invierno en Túnez: los niveles de intervención y la rentabilidad de la desyerba

**C. Carême & T. Sghaier** ..... 53

Performance of broilers fed with snail (*Pomacea caniculata*) meal as substitute the fish meal or meat and bone meal.

Comportements de poulets nourris avec la farine d'escargot (*Pomacea caniculata*) en remplacement de la farine de poisson ou de viande et d'os.

Prestaties van braadkippen gevoed met slakkenmeel (*Pomacea caniculata*) als vervangmiddel voor vismeel of gemengde vlees- en beendermeel.

Comportamientos de pollos alimentados con harina de caracol (*Pomacea caniculata*) en reemplazo de la harina de pezcardado o de carne y huesos.

**Letty June L. Ulep & Myrna M. Buenafe** ..... 58

Etude du séchage de la pulpe de safou. Résultats préliminaires.

Studie op het drogen van safou-pulpe: preliminaire resultaten.

Estudio del secado de la pulpa de safou. Resultados preliminares.

**T. Silou, J. Goma Maniongui, P. Boungou & J.M. Ouamba** ..... 61

La pêcheurie du lac Ihema (Rwanda): Production commerciale et rentabilité socio-économique (1981-1987).

De Ihemameer-visserij (Rwanda): commerciële productie en socio-economische rendabelheid (1981-1987)

La pesquería en el lago Ihema (Rwanda): Producción comercial y rentabilidad socio-económica (1981-1987).

**M. Mughanda, J-C Micha, J. Degand & V. Frank** ..... 69

Effet positif de la fertilisation phosphatée sur les composantes du rendement du niébé (*Vigna unguiculata* L.) en Tunisie.

Positief effect van fosfaat bemesting op de opbrengst parameters van *Vigna unguiculata* L. in Tunesië

Efectos positivos de la fertilización fosfatada sobre los componentes del rendimiento del niébé (*Vigna unguiculata* L.) en Túnez

**M. Ben Naceur** ..... 77

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

Gestion de la matière organique dans les sols tropicaux.

Beheer van de organische materie in tropische gronden.

Seguimiento de la materia orgánica en los suelos tropicales.

**J. Wouters** ..... 81

La réalité de l'aviculture villageoise au Mali.

De werkelijkheid van de pluimveeteelt op dorpsniveau in Mali.

La realidad de la avicultura aldeana en Mali.

**A.O.S. Kounta** ..... 86

Le gant magique pour lutter contre les mauvaises herbes difficiles.

De magische handschoen als bestrijdingsmiddel tegen resistent onkruid.

El guante mágico para luchar contra las malas hierbas resacas.

**A. Daelemans** ..... 90

Observations préliminaires sur les fluctuations saisonnières des populations d'insectes ravageurs du mil stocké en grenier traditionnel au Sénégal.

Preliminaire waarnemingen betreffende de seizoensfluctuaties van schadelijke insekpopulaties in traditioneel bewaarde gierst in Senegal

Observaciones preliminares sobre las fluctuaciones estacionales de poblaciones de insectos devastadores de poblaciones de mijo almacenado en granero tradicional en Senegal.

**D. Seck** ..... 92

Ecole Supérieure de Droit à l'Université de Ouagadougou (Burkina Faso).

Fakulteit van de Rechten aan de Universiteit van Ouagadougou (Burkina Faso).

Escuela Superior de Derecho en la Universidad de Ouagadougou (Burkina Faso).

**P. Meyer** ..... 95

## BIBLIOGRAPHIE / BOEKBESPREKING / BIBLIOGRAFIA ..... 96

## EDITORIAL

**Bringing man back in(to) agronomic and animal science research.**

A. Nji

Within the last five years, increasing attention is being directed to the human aspects of agricultural research and rural development. There now seems to be some prospect, albeit timid, of «Bringing Man Back in(to)» the R and D mix through farmer-oriented research.

«On-farm research» «Farming Systems Research and Extension» «On-Farm Trials», «Research and Development» etc. are all attempts to convert erstwhile ad hoc and largely reactive approaches to agricultural research into a more consistent and hopefully sustainable methodology for seeking answers to the age-old question of why peasants remain peasants.

Increasingly, engineers are willing to listen to sociologists (even if contemptuously!), and agronomists are «opening up» and developing encouraging dialogue with sociologists and anthropologists. Still lagging and uncommitted to the quest for meaningful scientific dialogue are the animal scientists who still have to recognize that feed, vaccines and laboratory chemical analyses are not enough to transform nomadic herdsmen into ranch managers or traditional small ruminant raisers into commercial breeders.

Significant insights can be gained by integrating the Sociological Imagination into agronomic and animal science research in order to speed the individual (peasant) upwards more rapidly. Awareness of Indigenous Knowledge Systems brings the agronomist face to face with the disquietening realization that a new HYV may not be as important to the farmer as the local old variety which «tastes better»; or the obstinate preference, to the chagrin of the animal scientist, of a black he-goat to a white ewe depending on the social context in which the decision is being made.

The application of sociological perspectives and methodology in the study of crop and animal production (from production to consumption) becomes more essential as it now seems that the need for sustainable agriculture cannot be met without the participation of the farmer whose attitudes, aspirations and motivations must be understood by researchers and policy-makers alike.

The protection of essential natural processes and biodiversity as well as the meaningful conservation of soil, water, animals, plants and humane agro-ecological environments are central and subject to Man himself. How then, a sociologist would ask, can a new variety of maize be developed without taking into account the food habits and farming practices of the farmers? A new variety may be developed and introduced in order to increase yields, but the sociological imagination informs the rational research mind that peasants will grow only «as much as they can carry» particularly if motorable farm roads are non-existent or where family labour is scarce.

During one of my field contacts with a veterinarian, he felt insulted and bemused by the refusal of local herdsmen to vaccinate their animals at the minimal charge of 20 francs CFA (less than US .10 cents) per animal. It required sociological imagination and enquiry to discover that the graziers' non-adoption of the vaccine was due not to the cost of the vaccine, but rather to their awareness that vaccination by the vet invariably provides the agent (of the government not the farmer) the opportunity to carry out a contrived animal census which would be the basis for a cattle tax per head. If the cattle are not vaccinated publicly by the government agent, the farmer believes, the government would never know how many animals the farmer owns, thereby assessing incorrect and generally lower taxes.

The obstacles and weaknesses of current research should, be seen as challenges and opportunities for future research agenda. Research programmes in plant/animal production, protection and processing should be weaned from their traditional dependency on macro analysis, yield and cost studies to hone multidisciplinary approaches that integrate man into biological and genetic analysis.

The challenge in the 90s should focus on efforts to reverse the current decline in S and T research which ignores the insights of sociological and anthropological concepts, processes and research methodologies. Such research must be both aggressive and successful so as to create and articulate an understanding among students, farmers and policy-makers of Man\*, the pivot around which all research invariably revolves and to foster human progress.

\* Man\* is used in the text as a generic term to include Woman

After thirty years of uncertainty and path-finding in agricultural and rural development work in Africa, the prospects are brighter (or ought to be brighter) for the peasants in Africa, Asia and Latin America than ever before. The prospect for positive changes in the farmers' favour are represented by the new developments in S and T which tend to favour food and agriculture tremendously.

During most of Africa's post independence years of agricultural research and designs in rural development, the most urgent task was to increase production. This tendency has continued until the late 80s with the dominance of economic theorizing and agronomic research on miracle grains.

This trend needs a radical and quick reversal to go beyond the romance with production-oriented (yield/cost) research. Attention needs to be shifted to equally urgent processes, such as protection, processing, conservation and consumption.

To do this, genuine institutional support is needed to strengthen on-going work in indigenous knowledge systems, biotechnology and technology policy and research, as these domains impact directly and significantly on agriculture. Such support includes funding for the formulation and implementation of plans, programmes and policies that encourage research linkages and interactions between the biological, chemical and social sciences and engineering particularly at the farmer's level.

Special financing should be provided to train truly operational rural paraprofessionals with a thorough grasp of rural life and institutions. Training in livestock extension needs special consideration in future research and development agendas in view of the sad dearth of animal extension agents at all levels in many rural communities.

Bold steps towards commitment and will to the agricultural sector by policy-makers should be forged by transforming oratory into action in agricultural research in a way that will diffuse the stubborn proclivity of animal scientists to reductionism in chemical analysis as well as ginger up the unfortunate timidity of sociologists to assert themselves as veritable professional de facto watchdogs of human society and its dynamics.

A. Nji, Ph.D.  
Associate Professor of Rural Sociology,  
Dschang University Centre,  
Dschang, Cameroon (Africa).

## ARTICLES ORIGINAUX

## OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

## ORIGINAL ARTICLES

## ARTICULOS ORIGINALES

## Principales maladies fongiques de trois légumineuses alimentaires dans la région du Kef (Tunisie).

B. Nasraoui\*

Keywords: Fungal diseases — Pulses — Tunisia.

### Résumé

*L'antracnose et la rouille de la fève, l'oïdium du pois et l'antracnose du pois chiche sont les principales maladies fongiques des légumineuses alimentaires dans la région du Kef (nord-ouest tunisien).*

### Summary

*Ascochyta disease and rust of faba beans, powdery mildew of peas and Ascochyta blight of chickpeas are the most important fungal diseases of these crops in the Kef area (North-West of Tunisia).*

En Tunisie, les légumineuses alimentaires peuvent être affectées par plusieurs maladies cryptogamiques dont les plus importantes ont été décrites par Kassebeer et al., (3). Cependant, le développement de ces affections diffère d'une région à l'autre, et ce essentiellement en fonction des conditions climatiques. Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés à identifier les principales maladies fongiques des légumineuses alimentaires cultivées dans la région du Kef située au nord-ouest tunisien. Cette région correspond approximativement à la moitié ouest du bioclimat semi-aride de la Tunisie. Le travail est le résultat de nombreuses prospections réalisées durant trois ans dans la région du Kef. Lors de ces trois années, la pluviométrie dans la ville du Kef fut de 361,2 mm (Septembre 1984 - Mai 1985), 256,2 mm (Septembre 1985 - Mai 1986) et 321,3 mm (Septembre 1986 - Mai 1987).

L'identification des maladies rencontrées ainsi que de leurs agents causaux, a été réalisée au laboratoire, en se basant sur les symptômes observés sur les plantes et la morphologie microscopique des champignons. Nous avons jugé utile d'identifier et de signaler la présence de ces maladies importantes dans la région du Kef, vu le rôle primordial de ces informations pour l'élaboration des programmes d'amélioration génétique et la mise au point des moyens de lutte préventive et curative.

### Le pois chiche.

Parmi les légumineuses alimentaires cultivées dans la région du Kef, le pois chiche occupe la première place. En effet, cette région relativement moins pluvieuse que le reste du nord tunisien, est favorable à cette culture. Le pois chiche est connu pour sa bonne adaptation à la sécheresse, grâce à un système racinaire bien développé en profondeur (9).

Le flétrissement du pois chiche, associé aux genres *Fusarium* (Nees.) Sn. et H. (5) et *Verticillium* (Nees.) (3), est l'une

des maladies les plus connues en Tunisie. Mais, nos observations nous ont permis de conclure que cette affection ne se manifeste que rarement dans la région du Kef.

L'antracnose du pois chiche résulte de l'infection par l'espèce cryptogamique *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. D'après nos prospections, nous pouvons dire que l'importance de cette maladie, dans la région du Kef, dépend étroitement de la pluviométrie. Ainsi, l'antracnose moyennement importante en année sèche, peut devenir grave et provoquer des dégâts considérables lorsque le printemps est pluvieux. Les symptômes que nous avons observés sur les feuilles et les gousses, se présentent sous forme de taches arrondies, de dimensions variables et de couleur brun-clair, entourées par une marge noirâtre. A l'intérieur des taches, les pycnides forment une ponctuation noire disposée en cercles concentriques. En cas d'attaques graves, la plante peut complètement ou partiellement jaunir, se dessécher et dépérir. Nos observations microscopiques d'*A. rabiei* (Pass.) Lab. ont montré la présence de conidies (pycnospores) ovoïdes, monocellulaires, très rarement bicellulaires et dont les dimensions sont  $4,9-11,7 \times 3,5-5,2 \mu$ . Ces mensurations convergent avec celles d'autres auteurs qui ont décrit cette espèce fongique:  $6-12 \times 4-6 \mu$  (4) et  $6-16 \times 3,4-5,6 \mu$  (1).

### La fève.

La légumineuse alimentaire la plus cultivée en Tunisie, est la fève. Cependant, dans la région du Kef, cette culture est moins importante que celle du pois chiche. Ceci est vraisemblablement dû au climat relativement peu humide de cette région.

Ce climat a fait que la maladie du «chocolat spot» soit peu importante, puisque nous ne l'avons rencontrée que rarement. Cette maladie causée par *Botrytis fabae* Sardina est connue pour son développement dans des conditions d'humidité élevée (8).

\* Laboratoire de Protection des Cultures - Ecole Supérieure d'Agriculture. 7119 Le Kef, Tunisie  
Reçu le 20 02 91 et accepté pour publication le 03 09 91

L'antracnose de la fève, causée par *Ascochyta fabae* Speg., est une maladie fréquente et grave dans la région du Kef. Elle se manifeste sur les feuilles par des taches irrégulières gris-clair entourées par une marge rouge-brun.

Aux stades avancés, le limbe peut se détacher au niveau de ces taches. Sur les tiges, ces dernières sont concaves et allongées, tandis que sur les gousses, elles sont plus arrondies, de couleur plus foncée et de dimensions variables.

L'observation microscopique nous a montré les conidies (pyncosporés) d'*A. fabae* Speg. qui sont allongées ou légèrement courbées avec des extrémités arrondies et possèdent des dimensions de  $8,7-24,9 \times 2,9-5,8 \mu$ , comparables à celles signalées par Punithalingam et Holliday (7):  $16-24 \times 3,5-6 \mu$ .

Dans la même région, nous avons remarqué que la rouille de la fève due à *Uromyces fabae* (Pers.) de By. provoque, en général, des dégâts assez importants. L'examen des symptômes nous a montré l'impact de cette maladie qui forme sur les tiges et les deux faces des feuilles, de petites pustules rougeâtres constituées par les urédosores, productrices d'urédospores. En fin de culture, de nouvelles pustules noirâtres apparaissent; elles correspondent aux téléutosores qui produisent des téléutospores. La morphologie que nous avons observée au microscope, a montré des urédospores monocellulaires, assez sphériques à ovales dont les dimensions sont  $20,3-31,9 \times 16,5-26,3 \mu$ . Des mensurations voisines ont été mentionnées par Viennot-Bourgin (11):  $21-28 \times 18-25 \mu$ . Les téléutospores sont portées chacune par un pédicelle dont la longueur peut atteindre jusqu'à  $66 \mu$ . Elles sont monocellulaires, nettement plus ovales que les urédospores et sont entourées chacune d'une membrane plus épaisse au sommet.

## Le pois.

La légumineuse alimentaire la moins cultivée dans la région du Kef, est le pois. Contrairement au reste du pays où l'antracnose due à *Ascochyta pinodes* Jones et *A. pisi* Lib. constitue la maladie la plus grave du pois (6), nous avons remarqué que cette affection reste sans importance dans cette région.

Par contre, l'oïdium du pois, très répandu en Tunisie, semble être un important facteur limitant de cette culture dans la région du Kef. Selon nos observations, la maladie se présente sous forme de larges taches blanches poudreuses couvrant tous les organes aériens de la plante. Aux stades avancés de l'attaque, la couleur de l'épiderme en dessous des taches, vire au brun. L'examen microscopique nous a montré la présence de conidies ellipsoïdes, libres, rarement en courtes chaînes, correspondant plus à la description d'*Erysiphe pisi* DC. (2) qu'à celle d'*E. polygoni* DC. (10). Ceci semble diverger avec le point de vue de Kassebeer et al. (3) signalant *E. polygoni* DC. comme étant l'agent causal de l'oïdium du pois en Tunisie. La comparaison des deux espèces est toutefois incomplète à cause de l'absence de périthèces dans les échantillons observés, de la grande variabilité des dimensions des conidies et de la ressemblance des tailles des conidies chez les deux espèces:  $31-38 \times 17-21 \mu$  pour *E. pisi* DC. (2) et  $30-45 \times 10-20 \mu$  pour *E. polygoni* DC. (10). Les dimensions des conidies ( $24,5-40,2 \times 11,7-18,3 \mu$ ) que nous avons observées ne nous permettent pas de trancher en faveur de l'une ou l'autre des deux espèces. Néanmoins, selon la morphologie des spores seules, nous pensons que l'espèce que nous avons rencontrée, est très probablement *E. pisi* DC. En outre, c'est cette espèce qui a été signalée par Kapoor (2) sur le pois et plusieurs autres légumineuses, tandis qu'*E. polygoni* DC., d'après Sivanesan (10), s'attaque aux genres *Polygonum* et *Rumex*.

## Références bibliographiques

- Grewal J.S., 1975. *Ascochyta* Blight of Bengal Gram. Advances in Mycology. Indian Phytopath. Soc., New Delhi, (India).
- Kapoor J.N., 1967. Description of Pathogenic Fungi and Bacteria, N° 155, Comm. Mycol. Inst., C A B, (England).
- Kassebeer H., Keyserlingk N.V., Lange E., Link R., Pollen E., 1976. La défense des cultures en Afrique du Nord: les légumineuses, pages 27-32. Schriftenreihe der GTZ, (Tunisie).
- Labrousse F., 1930. L'antracnose du pois chiche. Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole, **17** (4), 174-177.
- Messiean C.M., Cassini R., 1968. Recherches sur les fusarioses: IV - La systématique des *Fusarium*. Ann. Epiphyties, **19** (3), 387-454.
- Nasraoui B., Mlaiki A., 1983. L'antracnose du pois en Tunisie: Identification des espèces cryptogamiques responsables. Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie, **56** (2), 16 p.
- Punithalingam E., Holliday P., 1975. Description of Pathogenic Fungi and Bacteria. N° 461, Comm. Mycol. Inst., C A B (England).
- Roger L., 1953. Phytopathologie des pays chauds: Tome II. Paul Lechevalier, Editeur (France).
- Saxena M.N., Yadav D.S., 1975. Some Agronomic Considerations of Pigeonpeas and Chickpeas. ICRIASAT, (India).
- Sivanesan A., 1976. Description of Pathogenic Fungi and Bacteria, N° 509, Comm. Mycol. Inst., C A B, (England).
- Viennot-Bourgin G., 1949. Les champignons parasites des plantes cultivées: Tome II. Masson et Cie, Editeurs, (France).



# Conséquences de la nuisibilité des mauvaises herbes sur la production du blé d'hiver en Tunisie: les seuils d'intervention et la rentabilité du désherbage.

C. Carême\* & T. Sghaier\*\*

Keywords: Weeds — Winter wheat — Herbicide — Negative effects — Crop losses — Economic thresholds.

## Résumé

*L'évolution d'un traitement au diclofopméthyl + mécoprop sur du blé dur a été suivie pendant 8 années dans 13 sites expérimentaux répartis dans le nord de la Tunisie. On a étudié successivement dans les essais, le niveau de production pluriannuel du témoin non désherbé, les gains de rendement dus au désherbage, les pertes relatives, les seuils d'intervention et la rentabilité du désherbage. Les résultats montrent que le désherbage du blé dur au diclofopméthyl + mécoprop doit s'inscrire dans un itinéraire technique comme une opération culturale indispensable à l'accroissement de la productivité des exploitations agricoles.*

## Summary

*The evolution of diclofopmethyl + mecoprop weed control on winter wheat has been followed up during 8 years in 13 experimental sites through the north of Tunisia. In the trials, the level of pluriannual yield of the untreated control, the yield increase due to weed control, the relative losses, the economic thresholds and the weed control rentability have been successively studied. The results show that the winter wheat weed control by diclofopmethyl + mecoprop must be set into a technical route as a necessary cultural operation to increase the productivity of the farming estates.*

## 1. Introduction

Dans un article précédent (4), nous avons décrit la méthodologie utilisée pour concevoir et réaliser un système automatique d'analyses de résultats d'essais démonstratifs dans des cultures annuelles, ceci dans le cadre d'un projet belgo-tunisien de défense des cultures. Les modalités de traitement de l'information y sont précisées, faisant appel aux outils statistiques et informatiques.

Dans cette communication, nous nous proposons d'effectuer une synthèse des principaux résultats enregistrés sur le blé, cette culture ayant fourni le plus de données, soit respectivement 687 résultats d'essais démonstratifs récoltés en blé dur et 127 en blé tendre (5).

En effet, la céréaliculture est de loin la culture la plus importante en Tunisie, elle couvre environ 850.000 hectares dans le nord du pays. La productivité actuelle est encore relativement faible, les rendements moyens ne dépassent pas 12-13 q/ha et en année particulièrement bonne (1985), ils atteignent 15 q/ha (1).

Dans une agriculture moderne, l'utilisation du désherbage chimique s'inscrit dans un itinéraire technique comme une opération indispensable à l'accroissement des rendements. Le désherbage des céréales aux herbicides polyvalents, efficaces à la fois sur les graminées et sur les dicotylédones, n'atteint les 100.000 hectares qu'en année pluvieuse, soit le tiers des surfaces désherbées, les 2/3 restants étant essentiellement traités aux phytohormones (3).

Les résultats des essais démonstratifs présentés dans cette étude sont basés sur une analyse pluriannuelle des gains de rendement en grain à la récolte sur une période de 8 années

d'observations (1981-1989), pour l'association herbicide diclofopméthyl + mécoprop par rapport à un témoin non désherbé. Nous étudierons successivement, par site expérimental, appelé aussi point d'appui, les pertes de production du témoin non désherbé par rapport au traitement diclofopméthyl + mécoprop, les seuils économiques de nuisibilité ou seuils d'intervention et la rentabilité du désherbage.

## 2. Matériel et méthodes

Le dispositif expérimental et les méthodes d'études ont déjà été décrits (4) (9). Chaque essai démonstratif comprend un témoin vrai non désherbé et une ou plusieurs parcelles traitées avec des herbicides différents. Pour chaque parcelle élémentaire étudiée, le dispositif expérimental ne comprend qu'un seul bloc aléatoire lorsqu'il y a plus de deux traitements herbicides ou des parcelles adjacentes témoin-traité dans le cas de deux objets seulement. Chaque parcelle élémentaire a une longueur de 100 mètres et une largeur de 24 mètres, soit 2400 m<sup>2</sup>.

Dans chaque point d'appui, une vingtaine d'essais sont réalisés chaque année jusqu'à la récolte. Les répétitions annuelles et pluriannuelles sont effectuées chez des agriculteurs différents. Il s'ensuit que sur les 814 démonstrations réalisées en blé et ayant fait l'objet d'un échantillonnage à la récolte, la pression du désherbage est relativement peu importante, voire nulle pour certaines espèces comme les graminées. En effet, en pratique, l'herbicide le plus utilisé, le 2-4D, est uniquement efficace sur les dicotylédones.

Les rotations et les façons culturales sont celles habituellement réalisées dans ces régions (rotations quadriennales et triennales en climat sub-humide et dans les périmètres

\* Station de la Défense des Cultures, Béja (Tunisie)

\*\* Ministère de l'Agriculture (Défense et Protection des Cultures), Tunis, Tunisie.

Reçu le 16 04 91 et accepté pour publication le 06 08 91

irrigués, rotations triennales et biennales en climat semi-aride). La fertilisation est identique pour tous les essais d'un point d'appui, suivant en cela les recommandations en la matière. Les principales variétés de blé dur utilisées sont Karim, Ben Bechir, Inrat 69 et Chili, cette dernière variété tardive étant surtout cultivée dans les régions semi-arides les plus sèches.

En région agroclimatique sub-humide (500-700 mm), la densité de mauvaises herbes varie en moyenne de 200 à 400 plantes au m<sup>2</sup>, tandis qu'en région agroclimatique semi-aride (300-500 mm), elle varie de 100 à 300 plantes au m<sup>2</sup>. Un tiers de la flore adventice est constitué par des graminées annuelles. En climat sub-humide, *Avena sterilis*, *Lolium* spp. et *Phalaris* spp. sont les trois graminées les plus importantes, tandis que seules les deux premières le sont en climat semi-aride.

Les 2/3 restants sont représentés par des dicotylédones annuelles ou vivaces dont la liste complète par région agroclimatique et leur sensibilité aux herbicides a été publiée précédemment (2)(3).

En région sub-humide, les dicotylédones les plus importantes sont : *Galium tricornutum*, *Torilis nodosa*, *Fumaria* spp., *Papaver* spp., *Anagallis arvensis*, *Veronica* spp., *Anacyclus clavatus*, *Polygonum* spp., *Raphanus raphanistrum*, *Ridolfia segetum* et *Ammi majus*. En région semi-aride, il faut y ajouter : *Scandix pecten-veneris*, *Calendula arvensis*, *Bunium pachypodium*, *Melilotus sulcata*, *Rapistrum rugosum* et *Sonchus arvensis*.

Pour chaque parcelle élémentaire, la récolte s'effectue par prélèvement d'un échantillon à la moissonneuse-batteuse (420 m<sup>2</sup>) et pesée de l'échantillon récolté. Dans cette étude

sont reprises les données de 13 sites expérimentaux qui couvrent l'ensemble des arrondissements agricoles du nord tunisien, à l'exception de Bizerte.

Cette étude a trait uniquement au blé dur et au traitement herbicide au diclofopméthyl + mécoprop (900 g/ha + 1.006 g/ha), application herbicide en post-levée de la céréale depuis le stade 2-3 feuilles jusqu'au stade plein tallage, par comparaison au témoin vrai non désherbé. A cause de l'étalement des traitements herbicides pendant environ un mois (20 essais par point d'appui), les stades d'application de l'herbicide peuvent différer légèrement d'un essai à l'autre en fonction de la date de semis, les parcelles les plus précoces étant traitées les premières.

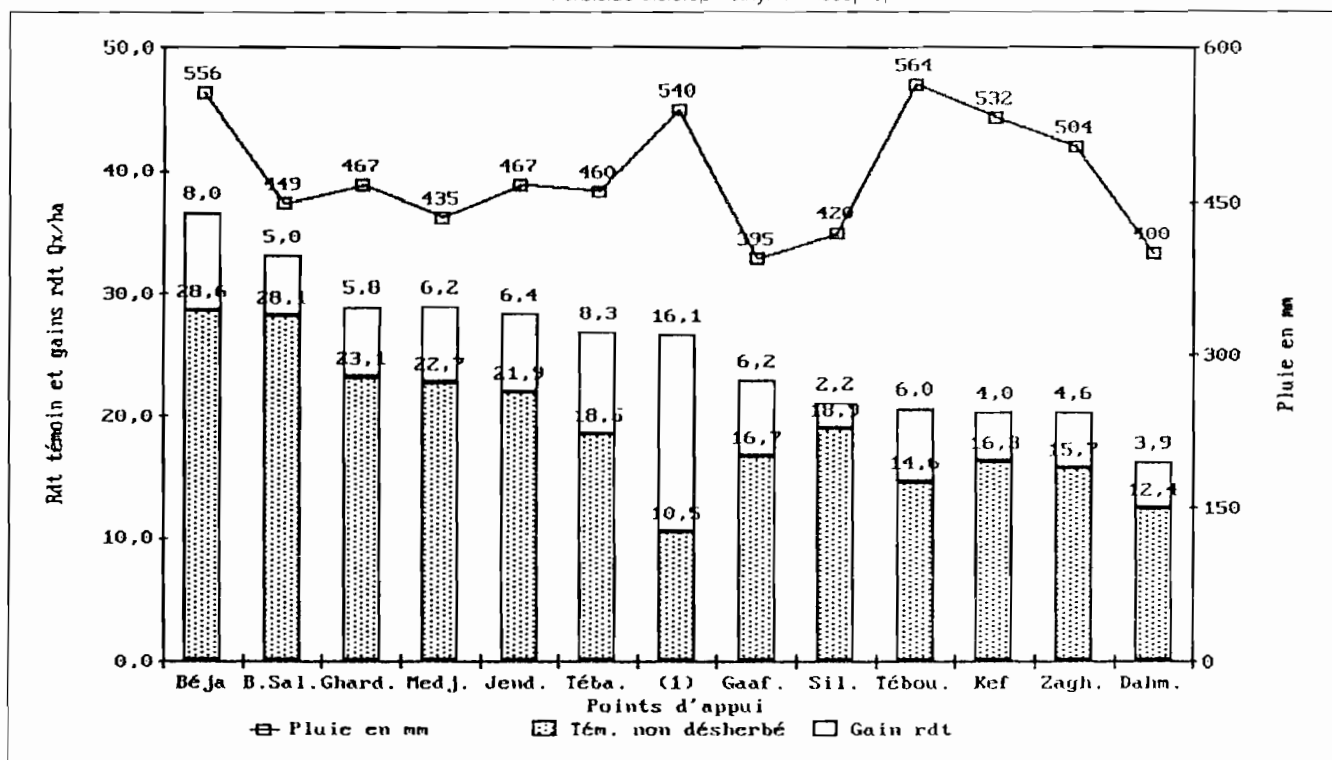
Le traitement au diclofopméthyl + mécoprop a été choisi pour cette étude, car il a été le seul herbicide polyvalent utilisé pendant les 8 années consécutives pour l'ensemble des points d'appui. Il est aussi considéré comme l'association herbicide la plus performante sur l'ensemble de la flore adventice pendant cette période.

### 3. Résultats

#### Le niveau pluriannuel de production du blé dur

La figure 1 représente le niveau de production en grain en q/ha du témoin vrai en moyenne pluriannuelle pour les différents points d'appui ainsi que les gains de rendement observés pour l'association diclofopméthyl + mécoprop. Comme on peut le constater pour les essais démonstratifs, le niveau de production est généralement supérieur à la moyenne régionale qui est de l'ordre de 10 à 13 q/ha. Cette production varie cependant très fort d'un point d'appui à un autre suivant les conditions agroclimatiques locales.

Figure 1 — Moyennes pluriannuelles des témoins non désherbés et les gains de rendement en blé dur en q/ha par point d'appui pour l'association herbicide diclofopméthyl + mécoprop.



(1) Mateur: moyenne de 2 années seulement.



Les contraintes résultant de l'utilisation du 2-4D par les agriculteurs dans le point d'appui de Mateur, en lieu et place d'un témoin non désherbé, ne permettent de présenter qu'une moyenne sur deux années seulement.

Les accroissements de rendement observés pour l'association diclofopméthyl + mécoprop varient d'un maximum de 16,1 q/ha à Mateur à un minimum de 2,2 q/ha à Siliana.

Les gains de rendement sont plus importants dans les régions de Béja et de Mateur, situées en climat sub-humide que dans les régions semi-arides plus sèches, où la moyenne des suppléments de rendement s'établit généralement entre 4 et 6 q/ha, excepté pour Tébourba où cette moyenne est plus élevée.

En analyse pluriannuelle, tous les résultats obtenus en blé dur pour le traitement au diclofopméthyl + mécoprop sont significatifs ou hautement significatifs.

### Les pertes de récolte pluriannuelles et les seuils d'intervention

Les pertes de récolte observées entre les parcelles témoins et les parcelles désherbées au diclofopméthyl + mécoprop sont la conséquence de la concurrence qu'exercent les adventices sur le blé pour les éléments nutritifs, surtout l'azote et l'eau du sol.

Elles s'expriment en pour cent par le rapport entre les gains de rendement de la parcelle désherbée comparativement au témoin vrai d'une part, et le rendement de la parcelle désherbée d'autre part.

La courbe supérieure de la figure 2 présente par ordre décroissant les pertes relatives pluriannuelles observées dans les essais démonstratifs en blé dur entre 1981 et 1989 dans les différents sites expérimentaux.

Les pertes pluriannuelles extrêmes causées par la nuisibili-

té des adventices varient de 60,5% à Mateur, point d'appui situé en région agroclimatique sub-humide, à 10,4% à Siliana, point d'appui situé en climat semi-aride.

Les pertes pluriannuelles des autres sites expérimentaux se classent entre ces deux extrêmes et l'on peut considérer que les pertes relatives moyennes atteignent 1/5 à 1/3 de la récolte suivant les localisations, les conditions agroclimatiques, notamment la pluviosité et la densité des mauvaises herbes.

Le non-emploi d'un désherbant polyvalent tel que le diclofopméthyl + mécoprop efficace à la fois sur les graminées et les dicotylédones entraîne à plus ou moins long terme des pertes de production de blé très importantes qui ne sont sans doute pas sans conséquence économique sur la production céréalière du pays.

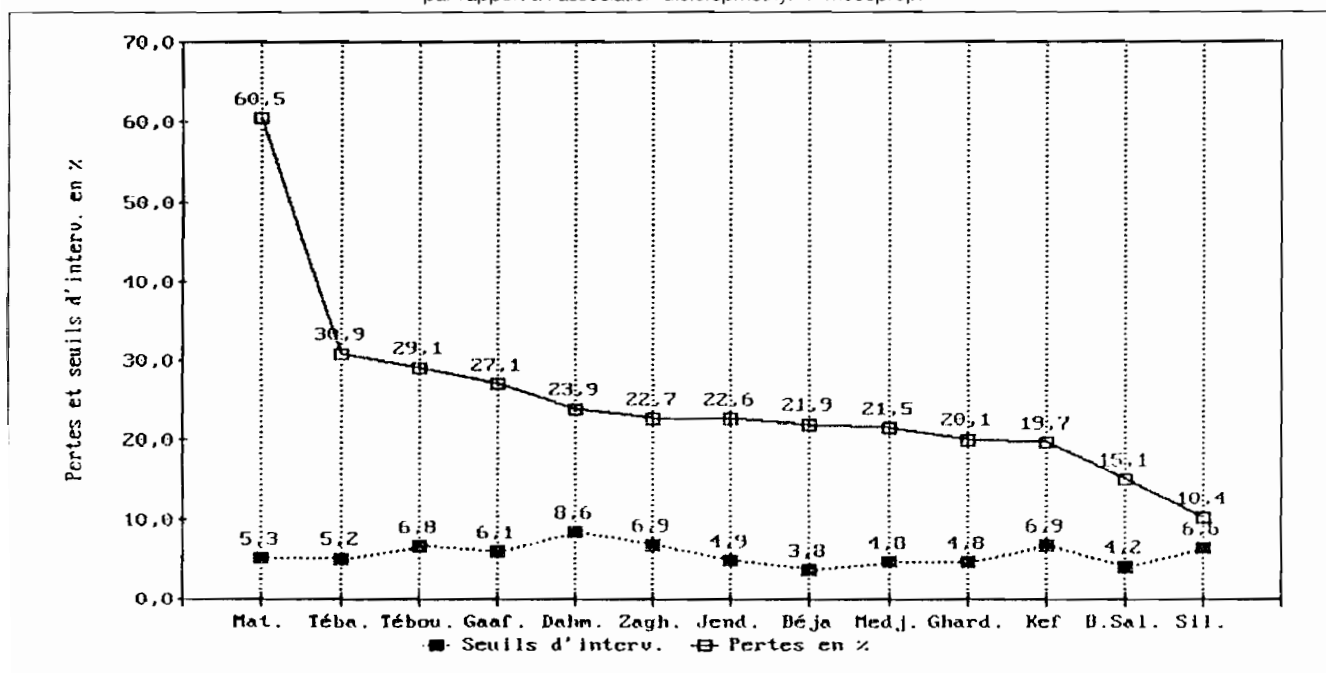
La courbe inférieure de la figure 2 représente les seuils de rentabilité appelés également seuils d'intervention.

Le seuil d'intervention, en pour cent, exprime le rapport qui existe entre le seuil économique pluriannuel en q/ha et le rendement moyen de la parcelle désherbée également exprimé en q/ha.

Ils représentent les seuils pluriannuels où les pertes de récolte sont égales aux coûts de la lutte (10). Le seuil d'intervention pluriannuel représente donc, sur la base des observations des années précédentes, le niveau d'infestation des mauvaises herbes à partir duquel une opération de désherbage devient rentable, compte tenu du coût de l'opération et de la valeur de la récolte (6).

Le coût du traitement herbicide par hectare pour le diclofopméthyl + mécoprop est assez constant pendant les 8 années d'observation : ce coût moyen équivaut à 1,4 q de blé dur par hectare. Il varie de 1,2 à 1,6 q/ha (le coût du traitement varie de 13,2 DT/ha en 1982 à 31,3 DT/ha en 1989, tandis que le prix du quintal de blé dur varie de 11 DT/q en

Figure 2 — Pertes pluriannuelles relatives et seuils d'intervention enregistrés sur une culture de blé dur de 1982 à 1989 par le témoin non désherbé par rapport à l'association diclofopméthyl + mécoprop.



1982 à 22,2 DT/q en 1989). Notons que les herbicides utilisés dans les céréales sont subventionnés à environ 50% (5).

La détermination du seuil d'intervention est d'un intérêt pratique certain, elle permet de ne traiter que lorsque l'infestation adventice devient économiquement dangereuse pour l'agriculteur. La courbe des seuils d'intervention de la Fig. 2 montre que tous les points d'appui ont des pertes pluriannuelles supérieures à ce seuil. Il s'ensuit que la situation est économiquement dangereuse pour le blé dur dans tous les sites étudiés si l'on ne désherbe pas au diclofopméthyl + mécoprop. Seul le point d'appui de Siliana a un seuil d'intervention qui se rapproche des pertes, donc une rentabilité plus faible du désherbage.

Le seuil d'intervention pluriannuel est inversement proportionnel au rendement de la parcelle désherbée. En effet, plus le rendement est élevé, plus le seuil est petit et par conséquent, la rentabilité du désherbage importante. Ainsi, à Béjà, point d'appui où les rendements escomptés en l'absence d'adventices sont élevés, le seuil de rentabilité est faible ( $1,4 \text{ q } 100/36,6 = 3,8\%$ ).

A Mateur, malgré un niveau de production peu important du témoin (10,5 q/ha), le seuil de rentabilité demeure cependant peu élevé (5,3%). En effet, le rendement moyen en l'absence d'adventices est plus important (26,6 q/ha). Par contre, au Kef ou à Dahmani, par exemple, où les rendements sont moins élevés, le seuil d'intervention est plus important, respectivement 6,9 et 8,6% et par conséquent, la rentabilité du désherbage est plus faible.

En conséquence, et comme nous le verrons par la suite, la rentabilité financière du désherbage est généralement plus importante dans les régions où les rendements en grain sont les plus élevés, c'est-à-dire dans les régions agroclimatiques sub-humides bénéficiant d'une pluviosité plus abondante, ou dans les régions agroclimatiques semi-arides qui utilisent l'irrigation d'appoint.

### La rentabilité pluriannuelle du désherbage

La rentabilité pluriannuelle d'un traitement herbicide se définit comme étant le rapport qui existe entre la plus-value nette

(plus-value brute — coût du désherbage) réalisée grâce au désherbage, exprimée en q/ha et le coût du traitement également exprimé en q/ha. Comme nous l'avons vu précédemment, pour tous les sites étudiés, ce coût moyen équivaut à 1,4 q/ha de blé dur.

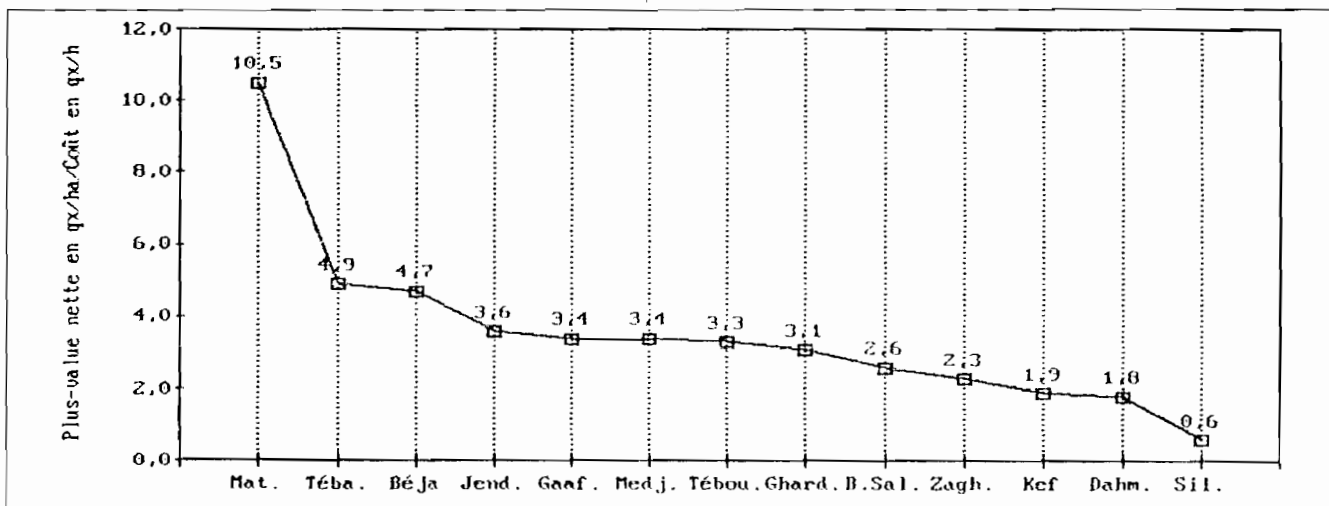
Comme le montre la figure 3, la rentabilité financière du désherbage au diclofopméthyl + mécoprop diminue grosso modo de la région du nord du pays à climat sub-humide vers les régions plus méridionales et bénéficiant d'un climat semi-aride plus sec, en relation avec les conditions agroclimatiques locales, l'irrigation, le niveau de production et la pression des mauvaises herbes. L'effet positif de l'irrigation se remarque surtout à Tébourba, à Jendouba et à Medjez où la rentabilité financière du désherbage est excellente pour ces trois sites expérimentaux, tous situés dans le semi-aride. D'autre part, la rentabilité pluriannuelle du point d'appui de Siliana n'est que légèrement positive, cette région subissant de grandes variations des résultats, consécutives à une variabilité régionale et climatique importante.

A Béjà, les bénéfices financiers réalisés sont 4,7 fois plus importants que les investissements consentis pour le désherbage. Le point d'appui de Mateur se distingue ici également par une rentabilité financière exceptionnelle qui traduit bien, pour ce point d'appui, un niveau de production plus faible qu'à Béjà et les conséquences d'un environnement moins favorable. En l'absence de comptages précis de la densité des adventices dans les parcelles témoins, il demeure difficile d'en apprécier les effets, les estimations visuelles utilisées n'étant pas suffisamment précises dans ce cas (5).

Il convient également de remarquer que pendant les années très sèches (1986, 1988, 1989), il n'y eut pas ou peu de traitement et de récolte de démonstrations dans les régions agroclimatiques semi-arides, l'agriculteur ne jugeant pas nécessaire d'investir dans le désherbage des céréales.

En analyse pluriannuelle, le désherbage du blé au diclofopméthyl + mécoprop est une opération agricole rentable, voire très rentable, dans les régions les plus favorisées, conséquence directe de la nuisibilité de la flore adventice et de l'efficacité du désherbage.

Figure 3 — Valeur de la rentabilité pluriannuelle d'un traitement au diclofopméthyl + mécoprop appliqué sur une culture de blé dur dans les différents sites expérimentaux.



A l'instar des mécanismes économiques qui prévalent dans les engrais, le désherbage devient attractif pour l'agriculteur si le rapport entre la plus-value nette/coût de désherbage est supérieur à 2, ce qui est le cas pratiquement pour tous les sites étudiés, sauf Siliana (8).

#### 4. Discussion

En Tunisie, comme dans la plupart des pays à céréaliculture intensive, on ne cultive pas impunément ensemble du blé et des mauvaises herbes. Il est donc impératif d'améliorer le désherbage lorsqu'il est pratiqué et de désherber les champs qui ne le sont pas encore.

En effet, la nuisance exercée par les adventices dans une culture annuelle est à relier principalement à leurs effets négatifs sur la croissance et le développement de la plante cultivée. Les pertes de rendement qu'elles occasionnent traduisent les résultats de la concurrence entre les mauvaises herbes et la culture (6).

L'estimation des pertes de rendement dues à la nuisibilité des adventices doit constituer une aide à la décision de traiter ou non. C'est un paramètre agronomique important, mais la plupart du temps l'agriculteur n'est pas à même d'estimer les pertes potentielles auxquelles il s'expose à plus ou moins long terme. Ces pertes sont fonction de la rotation, du travail du sol, des variétés ensemencées, de la flore annuelle, du stock semencier du sol, des réinfestations, de la pluviométrie, etc.

Globalement, le stock semencier augmente sur les parcelles non désherbées alors qu'il reste relativement stable sur les parcelles désherbées, comme l'ont montré des expérimentations récentes sur l'évolution générale du potentiel semencier (7).

Par ailleurs, comme le désherbage de l'espèce adventice réduit son abondance les années suivantes, le seuil économique annuel de nuisibilité tend à décroître sous la pression d'un désherbage rationnel, après un certain nombre d'années, dépendant du potentiel du sol à l'origine (6).

L'estimation du seuil pluriannuel d'intervention, qui correspond au niveau d'infestation des mauvaises herbes pour lequel les pertes sont égales au coût de la lutte, apporte une

aide à la décision. Dans le cas étudié, une culture de blé dur et un traitement au diclofopméthyl + mécoprop, l'estimation du seuil de rentabilité permet d'affirmer, sur la base des observations des années précédentes effectuées au même endroit, que le traitement herbicide est en moyenne rentable et quel est le gain moyen espéré.

Ainsi, malgré l'absence de données sur les seuils biologiques de nuisibilité des principales adventices correspondant à la densité critique à partir de laquelle une perte de rendement est statistiquement décelable, la décision de traiter est aisée à prendre dans les régions où les résultats sont les plus significatifs. Elle consiste, pour l'agriculteur, à investir en début de campagne l'équivalent financier de 1,4 q/ha de blé dur pour financer le désherbage.

#### 5. Conclusions

En conclusion, les résultats de cette étude basée sur 8 années d'observations du désherbage du blé d'hiver dans le nord de la Tunisie permettent de dégager une approche globale des conséquences économiques de la nuisibilité de la flore adventice sur le blé dur et d'établir des prévisions de risques à plus ou moins long terme. Dans la majorité des régions étudiées, le désherbage chimique s'avère indispensable pour accroître les rendements.

L'étude des seuils d'intervention permet d'affirmer que, lorsque l'agriculteur ne pratique aucun désherbage, la situation est économiquement dangereuse dans toutes les régions, particulièrement dans les régions du nord les plus arrosées et, par conséquent, les plus exposées à la concurrence des mauvaises herbes et donc à des pertes de production élevées.

Malgré de grandes variations climatiques et régionales, cette étude a, pour la première fois, permis de réunir un grand nombre d'observations sur la rentabilité du désherbage chimique du blé d'hiver pour l'ensemble des régions céréalières du nord tunisien.

Dans l'état actuel de nos connaissances, le désherbage sélectif du blé doit s'inscrire dans un itinéraire technique comme une opération culturale indispensable pour augmenter la production céréalière et la rentabilité des exploitations agricoles.

#### Références bibliographiques

1. Anonyme, 1987. Une stratégie pour les céréales. Publication du Ministère de l'Agriculture et de la FAO - Tunis.
2. Carême C. & Fraselle J., 1988. Connaissances récentes sur les populations de mauvaises herbes et les herbicides utilisés dans les céréales d'hiver en Tunisie. 8ième Coll. Int. 'Biologie, Ecologie et Systématique des mauvaises herbes' - Dijon, pp. 383-392.
3. Carême C & Sghaier T., 1990. Etude de l'influence des facteurs agroclimatiques sur l'efficacité et la rentabilité du désherbage du blé d'hiver en Tunisie. EWRS Symposium. Integrated Weed Management in Cereals - Helsinki - pp. 281-288.
4. Carême C., Gharbi A. & Claustriaux J.J., 1991. Conception et mise en œuvre d'un système intégré de gestion de démonstrations et d'essais phytosanitaires en Tunisie. *Tropicultura*, **8**, 2, pp. 90-92.
5. Carême C., Karbous B., Sghaier T., Mussche G., Ben Harrath B. & Kadraoui Y., 1991. Projet 'Consolidation de la Défense des Cultures' Rapport final - Ministère de l'Agriculture, Tunis - Ministère de la Coopération au Développement, Bruxelles - 290 p. (à paraître).
6. Caussanel J.P., 1989. Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle : situation de concurrence bispécifique. *Agronomie* **9**, pp. 219-240.
7. Dessaint F., Chadoeuf R. & Barralis G., 1990. Etude de la dynamique d'une communauté adventice : Influence à long terme des techniques culturales sur le potentiel semencier. *Weed Research* Vol. **30** - pp. 297-306.
8. Donnez M.P. & Pussemier L., 1991. Evaluation du projet tuniso-belge de défense des cultures. Partie I : Défense des végétaux. Administration Générale de la Coopération au Développement - 46 p.
9. Gharbi A., Sghaier T., Claustriaux J.J. & Carême C., 1991. Elaboration et utilisation de logiciels interactifs pour l'analyse d'essais et de démonstrations phytosanitaires. *Tropicultura*, **8**, 3, pp. 144-146.
10. Lochon S., Jauzein P., 1986. Nuisibilité du Ray-grass : les seuils d'intervention. *Phytoma - Défense des Cultures*. Nov. 1986.

Carême belge Ingénieur Agronome, Conseiller, Direction Générale de la Production Végétale, Ministère de l'Agriculture, Tunis

Sghaier tunisien Ingénieur principal, Statistique et Informatique, Sous-Direction de la Défense des Cultures, Direction Générale de la Production Végétale, Ministère de l'Agriculture, Tunis.

## Performance of broilers fed with snail (*Pomacea caniculata*) meal as substitute to fish meal or meat and bone meal.

Letty June L. Ulep & Myrna M. Buenafe\*

Keywords: Performance — Snail meal — *Pomacea caniculata* — Substitution.

### Summary

Snail meal was used as a substitution to fish meal and bone meal in broiler rations. Final weight and feed conversion efficiency of the birds, profit and return on investment differed significantly among treatments. Feed consumption and production costs were comparable.

Results show that snail meal can replace fish or meat and bone meal in broiler diets.

### Résumé

La farine d'escargot a été comparée à la farine de poisson et à la farine de viande et d'os dans des rations pour poulets. Le poids final, l'efficacité de la conversion alimentaire, le bénéfice et le taux de rentabilité ont différé significativement d'un traitement à l'autre. La consommation d'aliments et les coûts de production ont été comparables.

Les résultats montrent que la farine d'escargot peut remplacer celles de poisson ou de viande et d'os dans les rations pour poulets.

### Introduction

The poultry industry in the Philippines is dependent largely on imported feedstuffs particularly the protein and energy feeds. This has caused an increase in the cost of producing poultry and consequently, on the price of poultry meat and eggs in the market. The utilization of cheap and locally available protein feeds which are cost-effective will reduce production cost and the price of livestock and poultry meat. Several non-conventional sources of protein feeds have been tried such as earthworm meal (2,4) and toad meal (1,3). One of these available protein feed resources that may substitute for fish and meat and bone meal is the golden snail, locally known as «kuhol».

Golden snail (*Pomacea caniculata*) belongs to the snail family (*Pelidae*) that lives only in or close to fresh water. It thrives in ponds, swamps, irrigated fields, canals and waterlogged areas and multiplies rapidly, thus becoming a major pest since it destroys newly transplanted rice and seedlings. Its shell covering is muddy light brown and has a tasty creamy white to golden pinkish and orange-yellow meat. Snail meal has 90% DM, 7.8% ash, 8.6% ether extract and 27.68% NFE (5). On dry matter basis, it contains 51% crude protein.

The study aimed to evaluate the performance of broilers fed with varying levels of snail meal (SM) as compared to the performance of broilers fed with conventional protein feed sources: fish meal (FM) or meat and bone meal (MBM).

### Material and Methods

Golden snail was collected in the month of December at the onset of the dry season when succulent plants and other soft leaves used as feed by the snails have become scarce. The cost of the snail was determined based on the quantity col-

lected. The snails were boiled for 5 min. to kill the organisms and other pathogens and to facilitate the removal of the snail meat from the shell. Then the snail meat was weighed, dried under the sun for 2-3 days and weighed again to determine the approximate percentage of dry matter. The dried snail meat was ground. The snail meal consisted of fleshy tissue of the snail with or without operculum and without the shell. It was used in Treatments A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> and A<sub>3</sub> at 4%, 8% and 12% levels, respectively. Fish meal was used in Treatments B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and B<sub>3</sub> and MBM in Treatments C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub> at the same levels as SM.

The 180 day-old broiler chicks were distributed into 10 dietary treatments replicated three times with six birds per replicate following the Randomized Complete Block Design (RCBD). Table 1 shows the feed and calculated nutrient composition of the diets. The control group was fed broiler ration sold in the market, sometimes referred to as commercial ration.

All rations except for the control were made approximately isonitrogenous with 22% crude protein (CP) and isocaloric with 2800 kcal/kg feed. The diets were fed to the birds for 45 days.

The data gathered were subjected to analysis of variance of RCBD and differences between treatment means were determined using Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

Return on investment (ROI) analysis was also done to determine cost-benefit of the diets used. ROI refers to the

$$\frac{\text{Profit (Net Income)}}{\text{Production Cost}} \times 100$$

\* Department of Animal Science, College of Agriculture and Forestry Don Mariano Marcos Memorial State University, Bacnotan, La Union 2515 Philippines  
Received on 11 12 90 and accepted for publication on 11 06 91

**TABLE 1**  
**Feed and calculated nutrient composition of diets used.**

FEEDSTUFFS	TREATMENTS									CONTROL
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	
Yellow corn	43.00	41.00	40.20	40.00	43.00	48.55	40.00	39.40	40.00	C
Rice bran	10.00	12.30	11.50	11.35	11.20	8.50	10.50	14.30	13.50	O
Copra meal	3.00	4.00	3.80	3.75	3.70	3.50	3.50	4.70	4.35	M
Snail meal	4.00	8.00	12.00	-	-	-	-	-	-	M
Fish meal	-	-	-	4.00	8.00	12.00	-	-	-	E
Meat & bone meal	-	-	-	-	-	-	4.00	8.00	12.00	R
Soya bean meal	33.60	27.85	24.00	33.50	28.20	23.50	33.75	28.50	24.75	C
Veg.oil	3.80	4.70	6.00	4.10	3.25	1.60	4.55	4.50	4.25	I
Salt	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	A
Dical PO <sub>4</sub>	1.85	1.70	1.75	1.30	0.80	0.80	0.70	-	-	L
Limestone	-	-	-	1.25	1.10	0.80	2.25	0.25	0.50	R
Afsillin	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	A
(Vit-Min. Mix)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T
TOTAL	100.00	100.30	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	I
Calculated Nutrient Composition										O
Crude Protein (%)	22.34	22.04	22.14	22.23	22.24	22.34	22.10	22.17	22.24	NLT 21.00
Metabolizable Energy (Kcal/kg)	2819	2798	2893	2816	2808	2847	2808	2813	2801	
Ca (%)	1.21	1.12	1.30	1.02	1.02	1.10	1.06	1.04	1.54	
Avail P (%)	0.52	0.51	0.51	0.51	0.51	0.59	0.52	0.58	0.77	
Cost/kg of Ration (P)*	7.30	7.17	7.26	7.62	7.71	7.80	7.49	7.48	7.53	8.50

\*Exchange rate: 1 U.S.\$ = P 25.00

## Results and Discussion

### Processing of Snail Meal.

A kg of snail with shell, when washed and unshelled, yielded 250 g of fresh snail meat (with and without operculum), and 100 g of dried snail meal. The fresh snail meat was approximately 25% of the whole snail and on dry matter basis, about 10%.

A can of snail weighing approximately 17 kg costs Pesos (P)\* 6.12 or P 0.36/kg. At the recovery rate given, a kg dried snail meal was calculated to cost P 3.60. Fuel and labor costs for boiling, de-shelling and grinding 240 kg of snail meat was P 20.00. The finished dried snail meal cost P 4.40/kg.

### Weight, Feed Consumption and Feed Conversion Efficiency of Birds

The mean final weight of birds at 45 days is shown in Table 2. Increasing the level of the protein feeds from 4% to 8%

and 12% SM, FM or MBM in broiler diets yielded significantly heavier birds. Birds fed the diets with 8% and 12% SM had comparable weights with those fed the same levels of FM and MBM.

Birds fed the ten dietary treatments did not vary significantly in their feed consumption. It appeared that rations with 4%, 8% and 12% SM were similarly acceptable to the birds as the diets with 4%, 8% and 12% FM and MBM. This implies that SM can be used as substitute to FM and MBM.

Feed conversion efficiency (FCE) improved significantly as the levels of SM, FM and MBM were raised to 8% and 12% in the experimental rations. Birds fed with 8% SM, however, had comparable FCE to those given 12% FM or MBM. The feed efficiency of birds fed diets with 4% SM, 4% and 8% FM or 4% and 8% MBM and the control diet were comparable. However, these were significantly poorer than the FCE of birds fed with 8% and 12% SM and birds fed with 12% FM and 12% MBM. The result suggests that it takes a lower

**TABLE 2**  
**Final weight, feed consumption and feed conversion efficiency (FCE) of broilers.**

Treatment	MEAN		
	Final Weight (kg)	Feed Consumption (kg)	FCE (F/G)
A <sub>1</sub> - 4% SM	1.39 b	2.91	2.17 a
A <sub>2</sub> - 8% SM	1.58 a	2.93	1.91 b
A <sub>3</sub> - 12% SM	1.72 a	3.46	2.05 b
B <sub>1</sub> - 4% FM	1.37 b	3.02	2.29 a
B <sub>2</sub> - 8% FM	1.55 a	3.20	2.12 a
B <sub>3</sub> - 12% FM	1.55 a	2.85	1.88 b
C <sub>1</sub> - 4% MBM	1.32 b	3.03	2.37 a
C <sub>2</sub> - 8% MBM	1.47 a	3.13	2.21 a
C <sub>3</sub> - 12% MBM	1.61 a	2.97	1.90 b
Control	1.36 b	2.98	2.29 a

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at 1% level of significance, using DMRT.

**TABLE 3**  
**Production cost, profit above feed, stock and other costs and return on investment.**

Treatment	MEAN		
	Production cost (P)	Profit (P)	ROI (%)
A <sub>1</sub> - 4% SM	41.13	11.56 ab	28.11 ab
A <sub>2</sub> - 8% SM	40.90	19.14 ab	46.80 a
A <sub>3</sub> - 12% SM	45.01	20.48 a	45.50 ab
B <sub>1</sub> - 4% FM	45.94	6.25 b	13.60 b
B <sub>2</sub> - 8% FM	44.61	14.42 ab	32.32 ab
B <sub>3</sub> - 12% FM	42.19	16.93 ab	40.21 ab
C <sub>1</sub> - 4% MBM	42.60	7.43 ab	17.44 ab
C <sub>2</sub> - 8% MBM	43.35	12.38 ab	28.56 ab
C <sub>3</sub> - 12% MBM	42.29	18.76 ab	44.37 ab
Control	45.22	6.46 b	14.28 b

Means followed by the same letters are not significantly different at 1% level of significance, using DMRT.

\* Exchange rate: 1 U.S. \$ = P 25.00

level of SM (8%) to effect a feed conversion efficiency comparable to the FCE of birds given 12% FM or 12% MBM.

### Cost of Production, Profit and Return on Investment

Table 3 shows the cost of production, profit above production costs and return on investment (ROI).

#### Cost of Production.

Cost of production included the cost of feed, cost of day-old broiler chicks and medicine, labor, housing, and electricity used. The cost of day-old chick was ₱ 14.00. Terramycin powder dissolved in the drinking water of the chicks for two weeks during the brooding period was ₱ 0.53/bird; labor was ₱ 3.45/bird calculated from two-hour daily labor at the prevailing wage of ₱ 55.00/day of farm hands in the locality.

Cost of housing was estimated at ₱ 20.00/treatment and cost of electricity, ₱ 0.83/bird. The cost of the feed was based on the consumption of the birds in each dietary treatment. Cost of the experimental diets/kg is shown in Table 1. The cost of producing the broilers did not differ significantly.

#### Profit Above Feed, Stock and Other Costs.

Birds fed with 12% SM diet yielded significantly the highest profit but was comparable with the profits of birds fed with 4% and 8% SM, 8% and 12% FM and 4%, 8% and 12% MBM. Birds fed with 4% FM and the control diet gave significantly lower profit but did not differ from the profit earned from birds in all the other seven experimental diets. Increasing the level of protein feed in the rations given to broilers resulted in higher profit. The result implies that the use of even as low as 4% SM in broiler rations would yield a profit comparable to that earned from birds fed with 8% and 12% FM or 8% and 12% MBM. Increasing the level of SM in the diet to 12% significantly increased the profit. However, 8% SM in the diet did not effect significantly better profit than birds fed with 8% and 12% FM or MBM. Snail meal can replace FM or MBM in terms of profit from broilers at 45 days.

#### Return on Investment (ROI).

ROI was between 13.59% to 46.80%. Birds fed with a diet of 8% SM had the highest ROI while those fed the control diet and 4% FM had the lowest.

Birds fed with 4% and 12% SM, 8% and 12% FM and the three levels of MBM have comparable ROI. Birds fed with 4% FM and the control diet had significantly poorer ROI than birds fed with 8% SM, but these did not significantly differ from the ROI of birds fed with 4% and 12% SM, 4%, 8% or 12% FM or MBM. Snail meal showed comparable performance with FM and MBM as a protein feed in terms of ROI. This result showed that at 4% level, SM-fed birds could yield a ROI similar to 8% and 12% FM or 4%, 8% and 12% MBM.

### Conclusions and Recommendations

Based on the results of the study, the following conclusions were obtained:

1. Broilers given higher than 4% of the three protein feeds (SM, FM or MBM) in their diet gained significantly higher weight at 45 days.
2. Feed consumption and production costs of broilers did not differ significantly. Feed conversion efficiency of broilers improved when the level of SM was increased from 4% to 8% and 12% and the level of FM or MBM to 12% level in the diet.
3. Profit from birds fed all three levels of SM, 8% and 12% FM and the three levels of MBM were comparable and significantly higher than the profit recorded from birds fed with 4% FM and the control diet.
4. The ROI of broilers fed with 4%, 8% and 12% SM, 8% and 12% FM, and 4%, 8% or 12% MBM did not differ significantly. However, birds fed 8% SM had significantly higher ROI than those fed with 4% FM and the control diet.

#### Recommendations

1. Incorporation of from 4% to 12% SM in home-made broiler diets is recommended.
2. A feasibility study on the commercial production along with proper control and management of the golden snail (*Pomacea sp.*) is suggested.

### Literature

1. Basuel, F.M., 1983. Processing of giant toad (*Bufo marinus*) as protein source on the performance of broiler and layer rations. Ph.D. Dissertation, University of the Philippines at Los Banos, College, Laguna, Philippines. 154 pp.
2. Sagun, E.O., 1987. Performance of broilers fed with vermimeal as partial substitute to fish meal. Unpublished Masteral Thesis. DMMMSU-CAF, Bacnotan, La Union, Philippines. 58 pp.
3. Ulep, L.J.L. & Aradanas, J.D. 1989. The effect of feeding giant toad meal (*Bufo marinus*) on the performance of broilers. Research Journal, DMMMSU-CAF, Bacnotan, La Union, Philippines. pp.17-22.
4. Ulep, L.J.L. & Lopez, P.L., 1985. The production, processing, and evaluation of the nutritive value of the earthworm (*Perionyx excavatus*) as feed for broilers. Research Journal, DMMMSU-CAF, Bacnotan, La Union, Philippines. pp. 15-38.
5. Zamora, R.G. & Baguio, S.S., 1984. Feed composition tables for the Philippines. PCARRD Book Series No. 13, 1984. Philippine Council for Agriculture and Resources Development, Laguna, Philippines. 264 pp.



## Etude du séchage de la pulpe de safou; résultats préliminaires

T. Silou\*, J. Goma Maniongui\*\*, P. Boungou\*, J.M. Ouamba\*

Keywords: *Dacryodes edulis* — *Burseraceae* — Oil — Drying.

### Résumé

*Le safou, fruit de Dacryodes edulis est de consommation courante dans le Golfe de Guinée. Il fait l'objet d'un marché important dans des pays comme le Cameroun, le Congo, le Gabon, le Zaïre.*

*C'est un fruit très fragile, et les pertes post-récoltes s'élèvent à plus de 50% dans certaines régions du Congo.*

*Le séchage solaire est la seule méthode maîtrisée par les populations pour sa conservation, mais le produit obtenu est de qualité hygiénique souvent douteuse.*

*Afin d'apprécier l'incidence des conditions de séchage sur la qualité du produit et en vue d'améliorer les performances du procédé traditionnel, nous avons examiné la variation de l'eau résiduelle dans la pulpe d'une part et celle de l'indice d'acide et la couleur de l'huile d'autre part.*

*Le séchage à l'étuve (entre 70 et 90°C) et au séchoir solaire direct conduit à des produits identiques malgré de légères différences observées dans le processus de la déshydratation.*

*Le produit obtenu est de qualité satisfaisante: teneur en eau inférieure à 10%, indice d'acide généralement inférieur à 4, densité optique de l'ordre de 0,3 à 400 nm dans du cyclohexane à 25 g/l.*

*Ce produit peut être directement consommé après réhydratation ou utilisé comme matière première dans le procédé d'extraction d'huile à partir de la pulpe.*

### Summary

*The consumption of safou, the fruit of Dacryodes edulis is very common in the entire Gulf of Guinea and is subject to a large trade in countries such as Cameroon, Congo, Gabon and Zaire.*

*The fruit is very fragile with a post harvest loss of more than 50% in the Congo.*

*Solar drying is the only conservation method well managed by the local population but the resulting products have dubious hygienic quality.*

*In order to appreciate the effect of drying on the product quality and in order to improve the traditional processes we have studied both the variation of residual water in the pulp and the acid index and the color of the oil.*

*Drying with a stove (between 70 to 90°C) and the solar drying give identical products in spite of some small differences in the dehydration mechanism.*

*The resulting products have satisfying qualities: less than 1% water content, acid index less than 4, optical density around 0,3 at 400 nm in 25 g/l cyclohexane.*

*The product can be directly eaten after rehydration or re-used as raw material for the extraction of oil from pulp.*

### Introduction

Le safou, fruit de *Dacryodes edulis* est très largement consommé dans le Golfe de Guinée en général, au Cameroun, au Congo, au Gabon et au Zaïre, en particulier où il fait l'objet d'un commerce intense qui tend à s'internationaliser dans la sous-région Afrique Centrale.

Cette spéculation est curieusement très peu connue, et les quelques rares informations disponibles se rapportent soit à la culture (20) et à la biologie (10) de la plante soit à l'étude physico-chimique du fruit (13,17,18,24,25,27,28).

Traditionnellement consommée après cuisson, la pulpe du safou s'est avérée être une source importante d'huile atteignant parfois des teneurs de l'ordre de 70% par rapport à la matière sèche.

Depuis quelques années nous consacrons nos travaux à la mise au point d'une technologie simple de production d'huile à partir de la pulpe de safou, pour offrir un débouché à la production attendue des efforts intenses déployés au Came-

roun et au Congo dans l'amélioration et la sélection de cette spéculation (7,11).

C'est ainsi, que nous avons suivi la variation des lipides (12) et des triglycérides (2) en fonction de l'état de maturité des fruits afin de définir la meilleure période de récolte, mis au point une méthode réfractométrique de détermination rapide de la teneur en huile des fruits (21) en vue de leur sélection pour l'huilerie, étudié le fractionnement (22) et la décoloration (23) de l'huile.

Et c'est tout naturellement que nous avons été conduit à initier un travail sur le séchage du safou de façon à définir le taux d'humidité minimum techniquement et économiquement rentable pour un procédé d'extraction d'huile et garantissant une qualité acceptable pour l'huile extraite.

Cette dernière étude contribuera également à l'amélioration du procédé traditionnel de séchage de la pulpe de safou, par les informations qu'elle permettra de regrouper notamment celles relatives à l'incidence des techniques de séchage sur la qualité du produit.

\* Laboratoire d'Etudes Physico-Chimiques - Faculté des Sciences - Université Marien Ngouabi - BP 69 Brazzaville - Congo

\*\* Laboratoire des Matériaux et des Energies - Faculté des Sciences BP-69 - Brazzaville - Congo.

Reçu le 21 10.90 et accepté pour publication le 02 10 91

Nous présentons dans cet article les résultats scientifiques préliminaires sur le séchage à l'étuve et au séchoir solaire direct suivis d'une évaluation de la qualité du produit obtenu. Le volet technologique (optimisation du séchoir, étude fine des échanges thermodynamiques) qui est en cours d'étude fera l'objet d'une publication ultérieure.

## Matériel et méthodes

### 1. Matériel végétal

Le matériel végétal étudié provient de deux quartiers de Brazzaville: Mpissa et Mfilou.

Pour chaque localité les fruits ont été prélevés sur un même arbre par souci d'homogénéité de l'échantillon. Leurs caractéristiques moyennes sont regroupées dans le tableau 1.

**TABEAU 1**  
Caractéristiques moyennes des safou de Mfilou et de Mpissa

	Mfilou	Mpissa
Longueur (cm)	9.70 ± 0.10	8.10 ± 0.12
Largeur (cm)	7.20 ± 0.05	5.91 ± 0.06
Épaisseur (cm)	0.70 ± 0.02	0.63 ± 0.02
masse fruit (g)	82.40 ± 1.87	46.30 ± 1.07
masse pulpe (g)	65.40 ± 1.54	31.40 ± 0.76
masse graine (g)	16.40 ± 0.62	11.49 ± 0.38

\* Chaque échantillon comprend 25 fruits issus d'un même arbre.

En considérant la coupe longitudinale médiane du fruit (figure 1), la longueur représente le grand diamètre ab, la largeur le petit diamètre cd et l'épaisseur la distance qui sépare l'endocarpe de l'épicarpe ef (2).

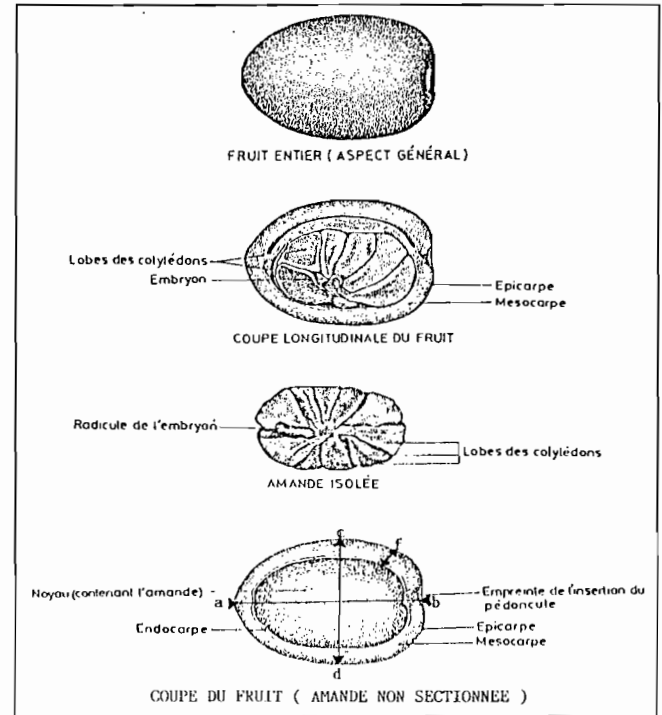


Figure 1 — Fruit du safoutier

### 2. Matériel de séchage

#### 2.1. Etuve

Pour le séchage électrique de la pulpe de safou nous avons utilisé une étuve Jouan de type Memmert.

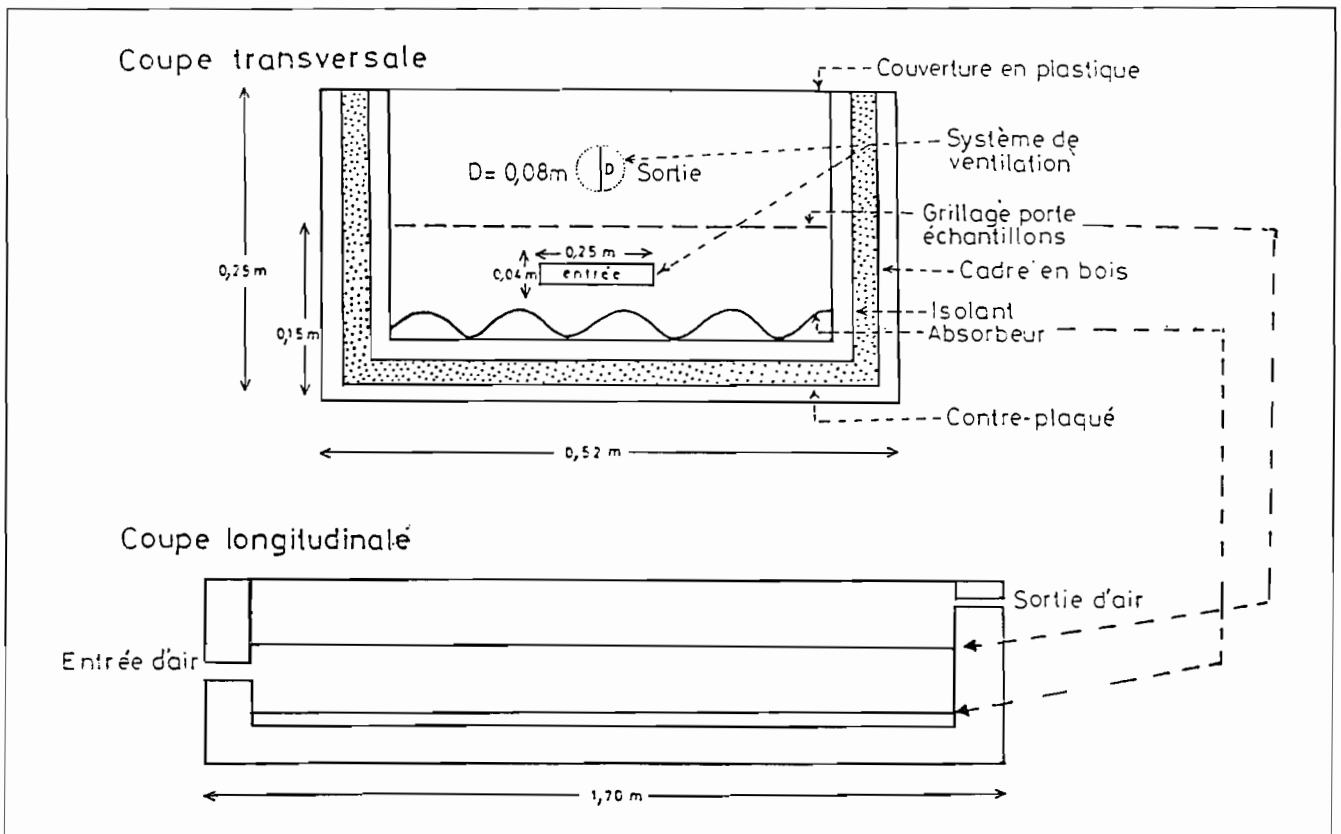


Figure 2 — Coupe transversale et longitudinale du séchoir solaire

## 2.2. Séchoir solaire

Au lieu de l'expérience (Brazzaville) et à la période d'étude (février-mars) les produits agricoles sont séchés par les paysans par exposition directe au soleil.

Une moyenne des observations faites ces dix dernières années conduisent aux données suivantes (4):

- une température de l'ordre de 26°C,
- une durée d'insolation de 5 h/j,
- une humidité relative de 80%,
- une énergie totale quotidienne variant entre 15,5 et 17 Mégajoules/m<sup>2</sup>/jour,
- une forte couverture nuageuse conduisant à une proportion de rayonnement diffus supérieur à la moitié du global et un caractère intermittent du rayonnement,
- une vitesse de vent variant entre 0 à 5 m.s<sup>-1</sup>.

C'est dans ces conditions atmosphériques qu'a été utilisé le séchoir solaire introduit au Congo (semble-t-il par la FAO) pour le séchage des produits agricoles et qui est en cours d'évaluation en vue de son optimisation.

Ce séchoir (figure 2) est constitué d'un caisson rectangulaire de 170 cm de long, 50 cm de large et 30 cm de hauteur. Construit en contre plaqué, il a des parois d'environ 5 cm d'épaisseur recouvertes sur leurs faces internes de papier aluminium qui permet de réfléchir tous les rayons incidents sur les parois vers le produit à sécher ou vers l'absorbeur.

L'absorbeur du séchoir est une tôle ondulée peinte en noir. La couverture de ce séchoir est un film plastique.

A mi-hauteur de la boîte dans le sens de la longueur est placé le porte-échantillon. Ce dernier est constitué d'un grillage à maille fine pouvant coulisser comme un tiroir.

Sur les deux largeurs du caisson ont été aménagées deux ouvertures de circulation d'air pour une ventilation naturelle.

Le séchoir est placé sur une plate-forme relativement élevée. De plus il est orienté de sorte que sa longueur ait la direction Est-Ouest.

Sa position étant fixe, l'énergie incidente varie essentiellement en fonction de la hauteur du soleil dans le ciel et de la couverture nuageuse.

Les plus grandes variations de température sont obtenues entre 10 h et 14 h période de la journée qui correspond aux plus petits angles d'incidence du rayonnement sur le séchoir.

Lorsque le séchoir n'est plus exposé au rayonnement, on observe une chute de température relativement rapide qui montre d'une part que les pertes y sont encore assez importantes et d'autre part que la température dans le séchoir dépend essentiellement du rayonnement direct.

En suivant l'évolution journalière de la température en trois (3) points du séchoir (à l'entrée de l'air, au milieu du séchoir, à la sortie de l'air), nous avons mis en évidence des hétérogénéités, particulièrement dans la variation de la température (figure 3): les variations sont nombreuses, brusques et liées au vent à l'entrée, tandis qu'elles sont faibles et uniquement liées à la variation de la température extérieure aux deux autres points. Par conséquent on doit s'attendre à ce que les échantillons placés en ces deux derniers points reçoivent une énergie plus régulière que les échantillons qui se trouveront près de l'entrée.

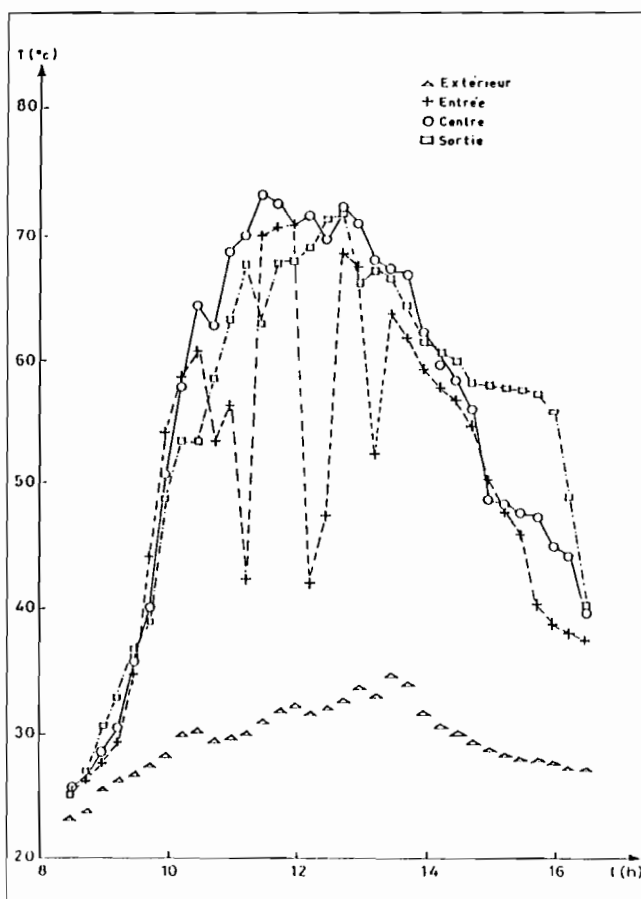


Figure 3 — Variation de la température en trois points du séchoir et à l'extérieur en fonction du temps.

## 3. Méthodes d'étude

En parcourant la littérature on est frappé par la diversité des grandeurs conventionnelles utilisées pour quantifier la perte en eau d'un produit lors du séchage.

Certains auteurs, qui sont de loin les plus nombreux utilisent des grandeurs relatives exprimées en pourcentage. On pourrait citer dans ce cas Lasseran (14), Minka (15), Tchlenque et Col. (26), Othieno (19), H. Igbeka (9), Bassey et Col. (1) qui utilisent la teneur en eau calculée soit sur la base de la matière humide soit sur la base de la matière sèche. C'est aussi le cas de Dicko (5) qui utilise le rapport du «poids» instantané sur le «poids» initial ou de Lasseran (14) qui distingue la teneur en eau du taux d'humidité.

D'autres auteurs préfèrent des grandeurs absolues directement fournies par l'expérience, vraisemblablement pour des raisons de commodité. Dicko (5), Diouf (6) suivent la variation du «poids» du matériel en fonction du temps alors que Gnininvi et Col. (8) étudient la variation de masse individuelle ou globale des échantillons en fonction du temps.

Un troisième groupe d'auteurs examinent une grandeur dérivée qui est la vitesse du séchage (14,26).

Devant cette diversité d'approches méthodologiques, il nous paraît opportun de préciser quelques concepts de base.

Nous empruntons à Multon (16) et Lasseran (14) les défini-

tions sur la teneur en eau et le taux d'humidité.

La teneur en eau ou humidité (H) est le rapport en pourcentage entre la masse d'eau ( $m_E$ ) et la masse de matière fraîche ( $m_H$ ).

$$H (\%) = (m_E/m_H) \cdot 100$$

Le taux d'humidité (X) est la teneur en eau rapportée à la matière sèche.

$$X = (m_E/m_S) \cdot 100$$

$m_S$  est la masse de la matière sèche.

X est une grandeur sans dimension.

A la suite de travaux de Lasseran, nous définissons la vitesse de séchage de la manière suivante:

$$v_H = - \frac{dm}{dt} \cdot \frac{1}{m_H} ; v_S = - \frac{dm}{dt} \cdot \frac{1}{m_S}$$

en la rapportant soit à l'unité de matière humide soit à l'unité de matière sèche.

Mais nous nous sommes très vite rendus compte que ces vitesses représentaient mal le phénomène à ses début et fin.

En effet, dans la deuxième moitié du processus  $v_H$  est très largement sous-estimée, car elle est ramenée à une masse humide qui est très supérieure à la masse instantanée, tandis que dans la première moitié du processus  $v_S$  est surestimée car elle est ramenée à la masse de matière sèche, qui est trop faible par rapport à la masse instantanée.

Nous avons été conduit à définir une vitesse «instantanée»  $v_i$  de façon suivante:

Soient  $m_i$ ,  $m_j$  les masses aux temps  $t_i$ ,  $t_j$  avec  $i < j$

$$v_i = - (dm/dt) \cdot (1/m) = (m_i - m_j)/(t_j - t_i) \cdot (1/m)$$

Dans la suite de cet article nous désignerons  $v_i$  par  $v$  tout court, par opposition à  $v_H$  et  $v_S$ .

#### 4. Procédés de séchage

Pour faciliter le retrait de l'endocarpe de la pulpe de safou d'une part et pour limiter l'altération du produit par les micro-organismes au cours du séchage d'autre part, nous avons fait subir au safou une étape de blanchiment dans une solution de NaCl.

##### 4.1. Séchage à l'étuve

Après retrait de la graine (figure 1) les fruits ouverts (pulpe) sont plongés pendant 2 mn dans une solution de NaCl de concentration déterminée (0%, 10%, 20% ou 25% en NaCl) à 80°C. La pulpe ainsi blanchie est débarrassée de son endocarpe et placée dans une étuve à 70, 80, 90°C, de telle sorte que l'espace contenant la graine soit dirigé vers le haut.

La perte en eau est mesurée à des intervalles de temps bien déterminés.

##### 4.2. Séchage au séchoir solaire

Les demi-fruits (pulpe blanchie à l'aide d'une solution de NaCl de concentration donnée: 0, 10, 20 ou 25%) sont disposés à l'entrée (position 1) au centre (position 2) et à la sortie (position 3) du séchoir.

Ils sont placés de telle sorte que l'espace contenant la graine soit dirigé vers le haut.

La variation de la masse est déterminée 4 fois par jour à 9, 12, 15 et 18h.

#### 5. Caractéristiques physiques et chimiques

##### 5.1. Teneur en eau

Un échantillon de masse  $m_1$  est séché à l'étuve pendant 24 h à 105°C.

On pèse le produit séché après refroidissement.

Soit  $m_2$  sa masse, on détermine la teneur en eau:

$$\text{eau \%} = [(m_1 - m_2)/m_1] \cdot 100$$

##### 5.2. Teneur en huile

La pulpe séchée est broyée (masse  $m_1$ ). La poudre obtenue est soumise à extraction au soxhlet par l'éther de pétrole pendant 10 heures.

L'extrait séché au sulfate de sodium est filtré. Après évaporation du solvant, l'huile obtenue est séchée pendant 12 heures à l'étuve à 105°C (masse  $m_2$ ).

Le teneur en huile est donnée par la relation:

$$\text{huile \%} = (m_2/m_1) \cdot 100$$

##### 5.3. Indice d'acide

Une prise d'essai de 2,5 g de matière grasse est dissoute dans 50 ml du mélange éthanol - éther diéthylique (v/v).

La solution obtenue est titrée avec une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium (KOH) 0,1 N, en présence de phénolphthaléine.

L'indice d'acide est donné par la formule:

$$I_A = (56,1 \cdot T \cdot V)/m$$

avec:

T = titre exact de la solution de KOH utilisée;

V = volume de la solution titrée de KOH utilisée;

m = masse, en g, de la prise d'essai.

##### 5.4. Détermination spectrophotométrique de la couleur

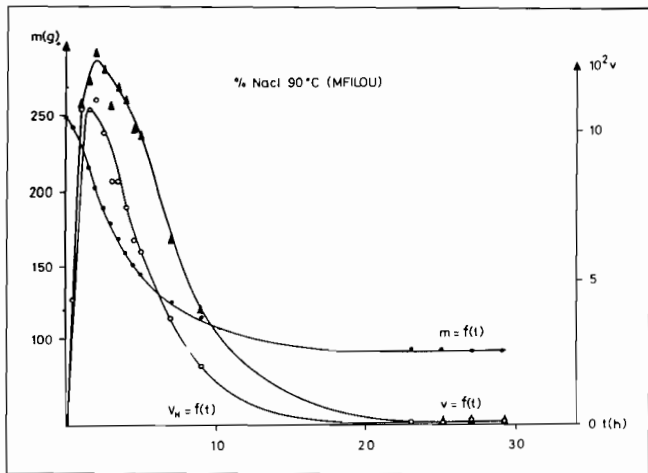
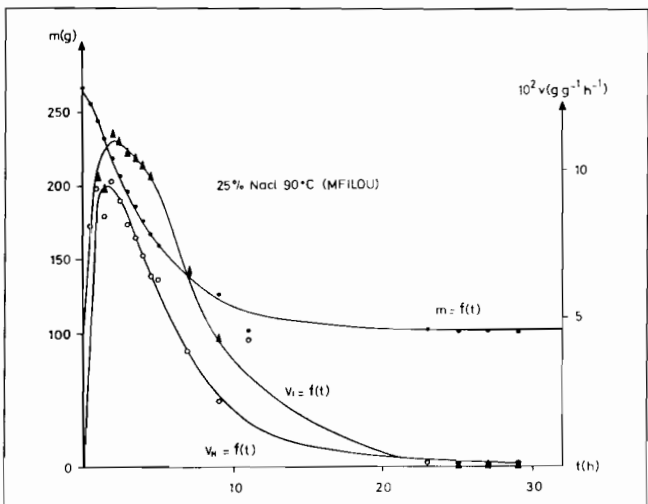
On pèse la quantité nécessaire d'huile, préalablement filtrée, pour préparer une solution de 25g/l dans du cyclohexane. On mesure l'absorption à 400 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (Jouan).

#### Résultats expérimentaux et interprétation

##### 1. Séchage à l'étuve

Nous avons étudié le séchage à l'étuve des échantillons de 2 provenances (Mfilou et Mpissa) suivant différentes conditions de blanchiment (0, 10, 20, 25% NaCl) et à différentes températures (70, 80, 90°C).

A titre d'illustration nous présentons ici les conclusions les plus significatives tirées de l'examen des résultats des échantillons de ces deux provenances:

Figure 4 — Variation de  $m$ ,  $V_H$  et  $V_i$ Figure 5 — Variation de  $m$ ,  $V_H$ ,  $V_i$ 

procédé.

D'où la nécessité d'avoir une représentation aussi proche que possible de la réalité dans cette zone.

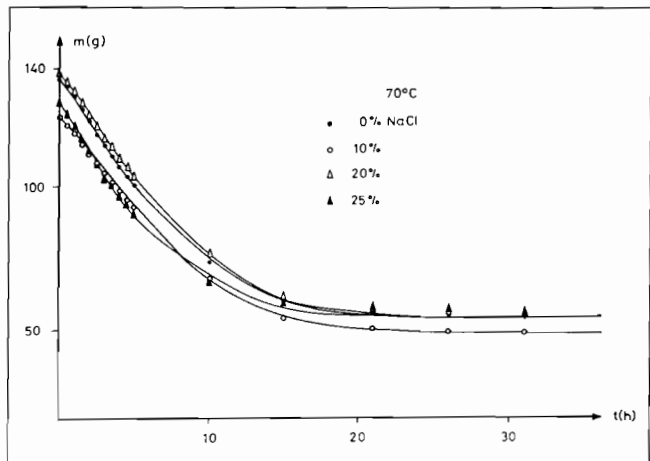


Figure 6 — Influence de concentration en NaCl (Mpissa)

b) Sur la figure 6 on constate que la courbe correspondant à un blanchiment sans NaCl est quasiment parallèle à celle correspondant à 10%, 20% et 25% de NaCl. La présence du NaCl dans la pulpe jusqu'à une concentration de saumure de 25% ne modifie pas de façon significative le phénomène de séchage, contrairement à ce qu'a observé Abdoulaye (23) sur le poisson.

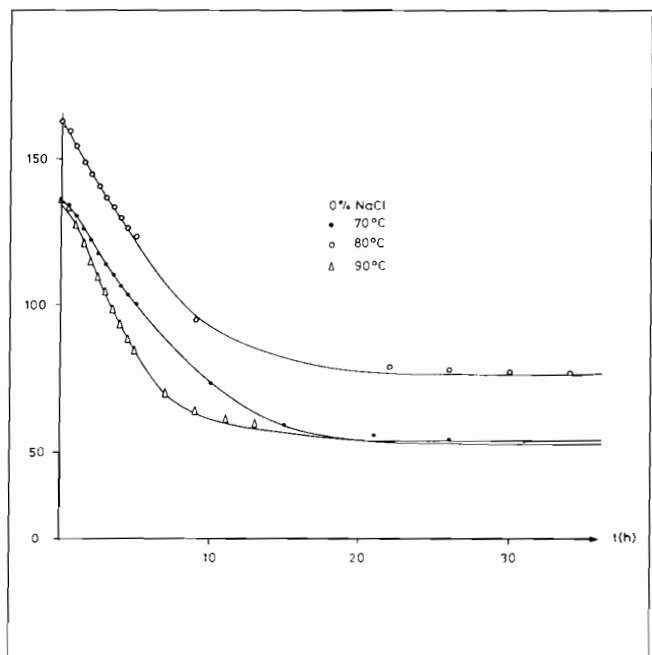


Figure 7 — Influence de la température (Mpissa)

c) La figure 7 illustre l'influence de la température de séchage. Elle confirme l'idée largement répandue selon laquelle plus la température de séchage est élevée plus sa vitesse est importante. Les pentes des courbes se classent dans l'ordre :  $90^\circ\text{C} > 80^\circ\text{C} > 70^\circ\text{C}$ .

a) L'examen des figures 4 et 5 permet de constater que :

- la décroissance de la masse est régulière car à l'étuve la dessiccation est progressive et non réversible.
- L'allure théorique d'une courbe de séchage est parfaitement observable sur ces courbes avec ses trois zones (23)
  - la mise en température du produit
  - le séchage à allure constante et
  - la phase de ralentissement.
- Les courbes  $v_H = f(t)$  et  $v = f(t)$  ont une allure régulière et présentent un seul maximum, chacune. Elles mettent en évidence les 3 parties du phénomène :
  - un démarrage extrêmement rapide où la vitesse maximale est atteinte (2h pour une durée totale de 15h),
  - une période de régime optimum (entre 2h et 5h),
  - une décélération relativement lente au cours de laquelle la vitesse tend vers zéro.

Comme on devait s'y attendre,  $v$  qui traduit mieux le phénomène s'écarte notablement de  $v_H$  dans la deuxième moitié du processus.

Cette partie de la courbe est très importante dans la définition des paramètres d'optimisation du procédé car c'est sur un compromis entre la vitesse de séchage et le niveau de la teneur finale en eau que se détermine la rentabilité du

2. Séchoir solaire

a) Les courbes  $m = f(t)$  des échantillons de Mfilou (figure 8) illustrent bien la séquence journalière du phénomène.

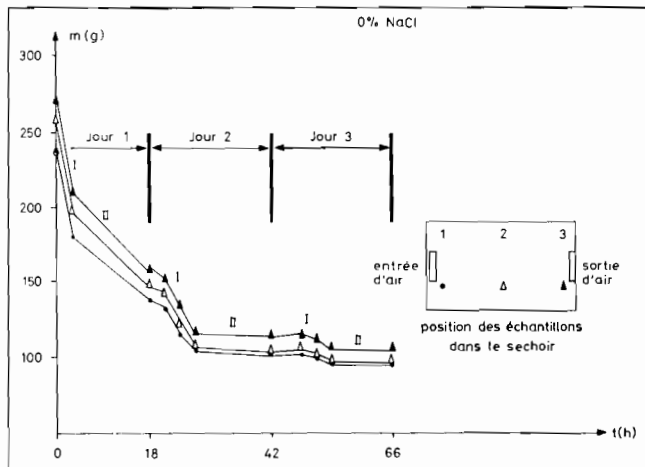


Figure 8 — Séchage solaire du safou (Mfilou)

Compte tenu du fait que l'essentiel du séchage est dû au rayonnement direct, la vitesse du séchage varie, par ciel clair, avec le mouvement du soleil.

On observe entre la journée (I) et la nuit (II) une rupture de pente sur les courbes de séchage ; on tend vers une pente nulle à la fin du phénomène.

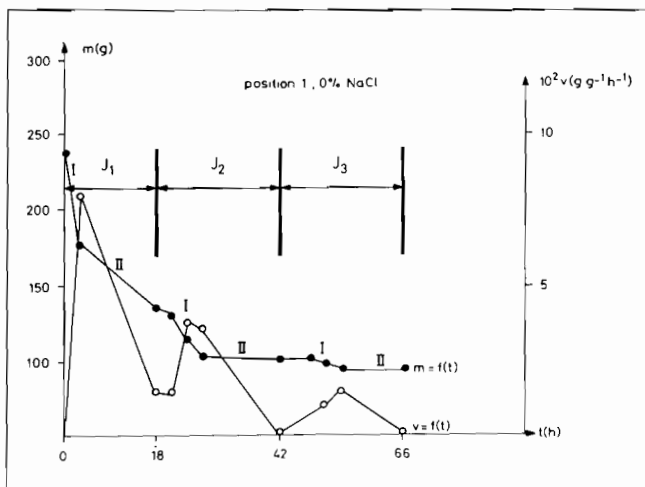


Figure 9 — Séchage solaire du safou (Mfilou)

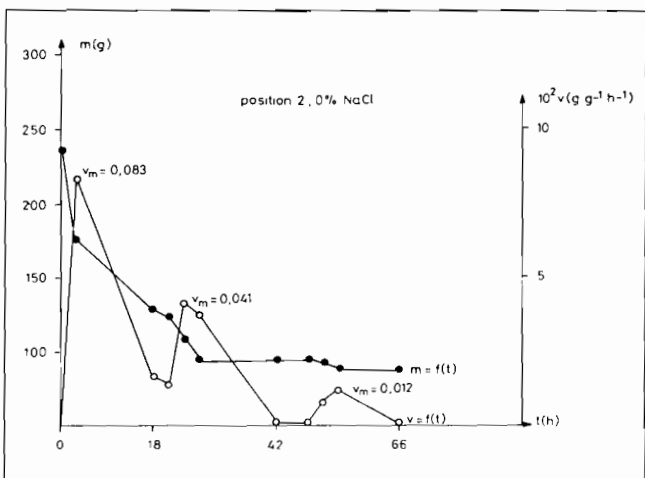


Figure 10 — Séchage solaire du safou (Mfilou)

Une analyse plus fine, impliquant, également les courbes  $v = f(t)$ , (figure 9) montre que le phénomène se déroule avec une vitesse maximale la journée, et minimale la nuit (dans la séquence journalière considérée) et que par ailleurs, la vitesse maximale au cours d'une journée est toujours supérieure à celle de la journée suivante (amortissement progressif du phénomène).

La vitesse maximale de séchage  $v = (m_i - m_{i+1}) \cdot (t_i - t_{i+1})^{-1} \cdot m_i^{-1}$  est de l'ordre de  $0,080 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  le premier jour. Du premier au deuxième jour elle est divisée par 2 alors que du deuxième au troisième jour elle est divisée par 4. (Tableau 2).

TABLEAU 2

Variation des maxima journaliers de la vitesse de séchage ( $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) au séchoir solaire (Mfilou).

Conditions		Jour 1	Jour 2	Jour 3
NaCl (%)	Position			
10%	1	0,080	0,038	0,015
	2	0,079	0,040	0,013
	3	0,073	0,040	0,014
20%	1	0,080	0,043	0,016
	2	0,083	0,040	0,010
	3	0,080	0,042	0,012

Nous avons en définitive un mouvement périodique de 24 heures qui s'amortit progressivement.

Cette caractéristique essentielle du séchage solaire devrait être prise en compte dans l'interprétation de la différence qui pourrait être éventuellement observée entre les produits séchés à l'étuve et ceux obtenus par séchage solaire et dans l'optimisation ultérieure du matériel de séchage solaire.

b) La position de l'échantillon dans le séchoir, la concentration de NaCl de l'eau de blanchiment, n'ont aucune influence significative sur les différents paramètres du séchage (vitesse, durée, nature des courbes etc...).

c) L'étude de l'échantillon de Mpissa conduit aux mêmes conclusions.

3. Incidence des conditions de séchage sur la qualité du produit fini

Nous avons retenu trois (3) critères d'appréciation de la qualité du produit : la teneur en eau du produit sec d'une part, l'indice d'acide et la couleur de l'huile extraite d'autre part.

3.1. Teneur en eau

La teneur résiduelle en eau détermine, pour l'essentiel, l'évolution du produit pendant sa conservation.

Le tableau 3 indique que la teneur en eau du produit final varie dans une fourchette, assez faible et ne dépend pas du procédé de séchage.

C'est ainsi que l'échantillon de Mpissa à une teneur résiduelle en eau comprise entre 2 et 4% au séchoir solaire et entre 3 et 7% à l'étuve, alors que celui de Mfilou a sa teneur en eau qui varie de 4 à 9% au séchoir solaire et entre 7 à 8% à l'étuve.

On peut retenir de cette étude que si l'élévation de la température de séchage accélère la vitesse de séchage elle n'améliore pas la teneur résiduelle en eau. Tout porte à croire que la masse de pulpe humide semble déterminer cette teneur.



**TABLEAU 3**  
**Teneur résiduelle en eau des fruits séchés.**

Conditions		Teneur en eau (%)	
Etuve		Mfilou	Mpissa
70°C	20% NaCl	7.3	4.0
80°C	20% NaCl	8.2	3.3
90°C	20% NaCl	/	7.0
90°C	10% NaCl	6.8	/
Séchoir solaire		Mfilou	Mpissa
position 1	0% NaCl	4.6	3.3
position 2	0% NaCl	6.0	2.0
position 3	0% NaCl	4.0	4.0
position 1	20% NaCl	9.0	/
position 2	20% NaCl	6.0	/
position 3	20% NaCl	7.0	/

En effet, avec une masse moyenne de pulpe de 65,4g le fruit de Mfilou a une teneur résiduelle en eau de l'ordre de 7% alors que le fruit de Mpissa qui a en moyenne une pulpe de 31,5g a une teneur résiduelle en eau de l'ordre de 4% et ceci indépendamment du procédé de séchage utilisé.

### 3.2. Indice d'acide

L'indice d'acide rend compte de la quantité d'acide gras libre dans l'huile. Ces acides gras peuvent exister à l'état naturel dans l'huile ou rendre compte d'une altération possible de l'huile lorsque cet indice d'acide reste généralement faible. Il varie entre 1,5 et 2,8 pour l'échantillon de Mfilou et entre 1,4 et 3,6 pour l'échantillon de Mpissa après un séchage des fruits à l'étuve. (Tableau 4).

**TABLEAU 4**

**Indices d'acide des huiles de la pulpe de safou extraites des fruits séchés à l'étuve et au séchoir solaire.**

CONDITIONS		Indices d'acide	
Etuve		Mfilou	Mpissa
70°C	0% NaCl	1.60	/
70°C	10% NaCl	1.80	3.58
70°C	20% NaCl	1.40	1.91
70°C	25% NaCl	2.02	1.65
80°C	0% NaCl	2.29	1.54
80°C	10% NaCl	1.70	1.36
80°C	20% NaCl	2.59	1.49
80°C	25% NaCl	1.90	1.72
90°C	0% NaCl	2.18	1.56
90°C	10% NaCl	2.38	1.33
90°C	20% NaCl	2.86	3.34
90°C	25% NaCl	2.07	1.34
séchoir solaire		Mfilou	Mpissa
position 1	0% NaCl	3.62	3.42
position 2	0% NaCl	3.09	3.68
position 3	0% NaCl	2.72	/
position 1	20% NaCl	2.80	2.65
position 2	20% NaCl	3.42	3.16
position 3	20% NaCl	2.67	4.80

La valeur est légèrement supérieure pour les fruits séchés au séchoir solaire. Elle se situe autour de 3 pour l'échantillon de Mfilou et varie entre 3 et 5 pour l'échantillon de Mpissa (Tableau 4).

On pourrait penser que les enzymes qui hydrolysent les triglycérides sont désactivées plus vite à l'étuve qu'au séchoir solaire ; mais les différences sont trop faibles pour être significatives.

Ici encore, il est plus prudent de conclure à une quasi-similitude des résultats pour les 2 méthodes de séchage.

### 3.3. Couleur de l'huile

Les valeurs de la densité optique à 400 nm de solutions d'huile de 25g/l dans le cyclohexane indiquent pour ce dernier critère une quasi-similitude de comportement. La densité optique est de l'ordre de 0,2 à l'étuve alors qu'elle est de l'ordre de 0,3 au séchoir solaire (Tableau 5).

**TABLEAU 5**

**Evaluation spectrométrique de la couleur des huiles de la pulpe de safou (Mfilou)**

Conditions		Densité optique
70°C	0% NaCl	0.18
70°C	20% NaCl	0.19
80°C	0% NaCl	0.16
80°C	20% NaCl	0.24
90°C	0% NaCl	0.25
90°C	20% NaCl	0.27
position 1	0% NaCl	0.31
position 2	0% NaCl	0.34
position 3	0% NaCl	0.32
position 1	20% NaCl	0.43
position 2	20% NaCl	0.45
position 3	20% NaCl	0.37

## 4. Conclusion

Le séchage à l'étuve de la pulpe de safou préalablement blanchie avec saumure de NaCl (0-25%), conduit à un produit de bonne qualité au regard des indicateurs tels que la teneur en eau de la pulpe, l'acidité et la couleur de l'huile.

L'utilisation d'un séchoir solaire directe dans les mêmes conditions conduit aux mêmes résultats, dans la gamme des températures comprises entre 70 et 90°C.

Elle constitue de ce fait une amélioration de la technique traditionnelle de séchage en plein air et parfois à même le sol qui conduit à un produit charançonné et infesté de microorganismes divers.

Elle permet en outre de préparer une pulpe séchée de bonne qualité utilisable dans le procédé artisanal et/ou industriel d'extraction d'huile qui est en cours d'optimisation.

## Références bibliographiques

1. Basse W.M., Witfield M.J.C.C., Korama Y., 1987. Problèmes et solutions relatifs au séchage solaire des récoltes par convection naturelle. Compte rendu du colloque sur le séchoir solaire en Afrique. Dakar 21-24/7/86. Editions CRDI Ottawa. p. 221.
2. Bezard J., Silou Th., Sempore G., Kiakouama S., 1991. Variation de la composition de la fraction glycéridique de l'huile de la pulpe du fruit. Rev. Fr. Corps gras **38**, 21
3. Coulybaly A., 1986. Expérimentation d'un séchoir solaire. Application aux produits de la mer dans l'océan Indien, Edition ACCT, Paris.
4. Desgrolard D., Nganga D., Pannetier M., 1984. Utilisation directe de l'énergie solaire au Congo : Réalisations et perspectives, Sciences et Technologies, **3**, 8.
5. Dicko M., 1987. Le séchage solaire au Mali. Compte rendu du colloque sur le séchoir solaire en Afrique. Dakar 21-24/7/86. Editions CRDI Ottawa. p. 81
6. Diouf N., 1987. La technologie appropriée au séchage solaire du poisson dans les centres de pêche artisanale. Compte rendu du colloque sur le séchoir solaire en Afrique. Dakar 21-24/7/86. Editions CRDI Ottawa. p. 173.
7. Direction générale de la recherche scientifique et technique. République du Congo 1990. Programme National Safou. Document interne.
8. Gnininvi M., Amouzou K., Kerim B., 1987. Problèmes de séchage solaire au Togo. Compte rendu du colloque sur le séchoir solaire en Afrique. Dakar 21-24/7/86. Editions CRDI Ottawa. p. 268.
9. Igbeka J.C., 1987. Evaluation de trois types de séchoirs solaires de récolte au Nigéria. Compte rendu du colloque sur le séchoir solaire en Afrique. Dakar 21-24/7/86. Editions CRDI Ottawa. p. 173.
10. Kengue J., 1990. Le safoutier. Premières données sur la morphogénèse et la biologie d'une burseracée fruitière et oléifère africaine. Thèse de Doctorat, Université du Cameroun.
11. Kengue J. Nya Ngatchou J., 1989. Projet de recherche sur la multiplication végétative du safoutier. Document interne.
12. Kiakouama S., Silou Th., 1990. Evolution des lipides de la pulpe (*Dacryodes edulis*) en fonction de l'état de maturité du fruit. Fruits **45** (5) 403.
13. Laroussilhe (de) F., Schwob R., Wolf J.P., 1964. Le safou, source de matière grasse. 1er Congrès international des Industries agricoles et alimentaires des zones tropicales et subtropicales. Abidjan 14-19 Décembre.
14. Lasseran J.C., 1982. Le séchage des graines : principe, appareillage, économie d'énergie et sécurité incendie ; in : Conservation et stockage des grains, graines et produits dérivés, **vol. 2** p. 632. Editions Lavoisier Paris, Collection Technique et documentation.
15. Minka C.J., 1987. Possibilité d'amélioration des séchoirs solaires traditionnels de récolte au Cameroun. Recherche et Développement. Compte rendu du Colloque sur le séchoir solaire en Afrique tenu à Dakar du 21-24/7/86. Editions CRDI Ottawa. p. 13.
16. Multon J.L., 1982. Les mécanismes d'altération des graines et des grains dans l'écosystème post-récolte, les pertes qui en résultent et les stratégies de défense des stocks in : conservation et stockage des grains et des graines et produits dérivés. **vol. 1**, p. 115. Edition Lavoisier Paris, Collection Technique et documentation.
17. Ndamba J.P., 1989. Analyse bromatologique du tourteau de safou en vue de son utilisation en alimentation animale. Thèse de Doctorat EISMV Dakar.
18. Omoti U., Okyi P.A., 1987. Characterisation and composition of the pulp oil and Cake of the African pear. *Dacryodes edulis*. J.Sci. Food. Agri. **38**, 67
19. Othieno, 1987, H. Circulation de l'air dans les séchoirs solaires à convection naturelle. Compte rendu du colloque sur le séchoir solaire en Afrique. Dakar 21-24/7/86. Editions CRDI Ottawa. p. 52.
20. Philippe J., 1957. Essai de reproduction végétative du safou. Bull. Inf. INEAC **VI**, (5), 319.
21. Silou Th., 1991. Détermination de la teneur en huile de la pulpe de safou (*Dacryodes edulis*) par réfractométrie. Fruits, **46** (1), 93.
22. Silou Th., 1991. Note sur la composition en acides gras et en triglycérides de l'huile de safou en relation avec la solidification partielle de cette huile. Fruits, **46** (à paraître).
23. Silou Th., Moussata C.O., 1991. Essai de décoloration thermique de l'huile de la pulpe de safou. Rev. Fr. Corps gras, accepté pour publication.
24. Soulier B., 1987. Contribution à l'étude des huiles de la pulpe et de la graine de safou. DEA, Université de Toulouse.
25. Tchendji C., Severin M., Wathelet J.P., De Dona C., 1981. Composition des graisses de *Dacryodes edulis*. Rev. Fr. des corps gras, **3**, 123.
26. Tchiengue E., Kaptoum E., 1987, Influence des facteurs technologiques sur la vitesse de déshydratation des légumes à l'aide de l'énergie thermique solaire. Compte rendu du colloque sur le séchoir solaire en Afrique. Dakar 21-24/7/86. Editions CRDI Ottawa. p. 26.
27. Ucciani E., Busson, F., 1963. Contribution à l'étude des corps gras de *Pachylobus edulis* Oléagineux, **18**, 253.
28. Youmbi E., Clair-Maczulajtus D., Bory G., 1989. Variation de la composition chimique des fruits de *Dacryodes edulis*. Fruits **44** (3), 149.

T. Silou, Congolais, Dr. es sciences, Professeur, Faculté des Sciences, Université Marien Ngouabi, Congo

J. Goma Maniongui, Congolais, Dr. es sciences, Professeur, Faculté des Sciences, Université Marien Ngouabi, Congo

P. Boungou, Congolais, Ingénieur, Etudiant à l'Université Marien Ngouabi, Congo

J.M. Ouamba, Congolais, Dr. es sciences, Professeur, Faculté des Sciences Université Marien Ngouabi Congo

# La pêche du lac Ihema (Rwanda) : production commerciale et rentabilité socio-économique (1981-1987).

M. Mughanda \*, J.-C. Micha \*\*, J. Degand \*\*\*, V. Frank \*\*\*\*.

Keywords: National Park - Ichtyofauna - Fishing effort - Profit ratio - Stock management - Renewable natural resources - Integrated approach.

## Résumé

Le Lac Ihema (90 km<sup>2</sup>) est le plus important d'une série de plans d'eau d'origine marécageuse, créés à l'est du Rwanda par la rivière Akagera. Peu profond (4m), il présente une eau riche en phytoplancton, mais pauvre en sels dissous.

L'ichtyofaune du lac composée de 34 espèces ne faisait l'objet que d'une exploitation occasionnelle par des braconniers tanzaniens. C'est pourquoi en 1980, le gouvernement rwandais, avec l'aide de la Belgique, créa une pêche commerciale. Les captures totales, les efforts de pêche et les investissements sont examinés sur une période de 7 années (1980-1987) afin de préciser la rentabilité socio-économique de ce projet de coopération.

L'effort total de pêche et les captures totales ont augmenté parallèlement et régulièrement jusqu'en 1983, atteignant 186 tonnes de poissons capturés grâce à 9.231 sorties de pirogues. Depuis lors, la pêche du lac Ihema se trouve au niveau de la stabilisation (156 à 199 t/an) pour les taxons exploités, essentiellement *Tilapia spp.* et *Clarias gariepinus*.

L'examen des comptes d'exploitation et des bilans financiers annuels de la pêche du lac Ihema montre que les ratios d'exploitation fluctuent annuellement entre 81 et 142,5%, ce qui traduit une difficile maîtrise des dépenses, du moins certaines années (1984, 1985 et 1986). Les ratios du bénéfice indiquent un rendement positif ( $\pm 10\%$ ) de 1981 à 1983, puis une dépression pendant 1984 et une augmentation continue pendant les années suivantes pour devenir positif à nouveau en 1987. Des évaluations continues de ces paramètres simples ont permis de prendre les mesures nécessaires pour maintenir la rentabilité de cette pêche, nouvelle activité qui restera pérenne si les efforts de gestion des stocks se maintiennent et se diversifient et si la rigueur de gestion financière continue.

## Summary

Among the small lakes in the flooded area of the river Akagera, in eastern Rwanda, lake Ihema (area: 90 km<sup>2</sup>, mean depth: 4 m) is the most important. The density of phytoplankton in the water is high but dissolved salts concentration is low.

Ichtyofauna of the lake consists of 34 species which were occasionally exploited by tanzanian fishermen. That is why, since 1980, the government of Rwanda with the aid of the Belgian Cooperation Agency for Development have initiated an official fishery. Total yield, fishing effort and financial investments are analysed over a 7 years period (1981 to 1987) in order to precise the socio-economical efficiency of this cooperation project.

Total fishery effort and total yield have increased regularly until 1983, reaching 186 tons with a fishing effort of 9.231 outings. Since that year, the production has stabilized at a level of 156-199 t/year with only two taxa exploited: *Tilapia spp.* and *Clarias gariepinus*.

The analysis of book-keeping and annual accountant balance of the Ihema fishery shows that the annual exploitation ratio fluctuates between 81 and 142,5%; this indicates a difficult control of the expenditures at least during some years (1984, 1985 and 1986). The profit ratio shows a positive return ( $\pm 10\%$ ) since 1981 to 1983, then a depression during 1984 and a continual increase during the next years to become positive again in 1987. Continuous evaluations of these simple parameters allowed to take some actions in order to maintain the efficiency of the fishery. This new activity will be maintained if there is a good fish stock management and rigorous accounts.

## 1. Introduction

Le Rwanda est un petit pays d'Afrique centrale. Sa superficie est de 26.338 km<sup>2</sup> et sa population est estimée à près de huit millions d'habitants. La densité moyenne d'occupation de l'espace est de 285 habitants au km<sup>2</sup> avec un maximum de 400 hab./km<sup>2</sup> dans les régions aux sols riches d'origine volcanique; cette densité est la plus élevée d'Afrique. Le taux de croissance de la population a été estimé à 31‰ en 1983 (2), mais il atteint 50‰ cinq ans plus tard (1). Par conséquent, les quantités d'espace et de nourriture nécessaires par habitant diminuent continuellement. Dès les années 1970, l'autorité politique nationale a pris conscience de la nécessité d'utiliser au mieux tous les espaces non

agricoles du pays.

Parmi ceux-ci se trouve une vaste zone marécageuse située dans le Parc National de l'Akagera, à l'est du pays (frontière avec la Tanzanie). Cette zone, créée par la rivière Akagera, est parsemée de petits plans d'eau dont le plus important est le lac Ihema. Depuis le mois d'août 1980, une pêche artisanale fonctionne au lac Ihema. Les accords de coopération belgo-rwandaise qui ont abouti à la création de cette pêche ont été décrits ailleurs (8,11).

## 2. Brève description du lac Ihema

Le lac Ihema, dont la superficie est de 90 km<sup>2</sup>, est situé à 1.290 mètres d'altitude. Il connaît en son milieu un étrangle-

\* Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR) Bukavu (Zaire), B.P. 146 Cyangugu, Rwanda.

\*\* Unité d'Ecologie des Eaux Douces (UNECED), Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix, rue de Bruxelles 61, 5000 Namur, Belgique.

\*\*\* Unité d'Economie Rurale (ECRU), Université Catholique de Louvain, Place de la Croix du Sud 2, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

\*\*\*\* Neufmoulin 33, B 4987 Chevron, Belgique.

Reçu le 02.04.91 et accepté pour publication le 22.05.91.

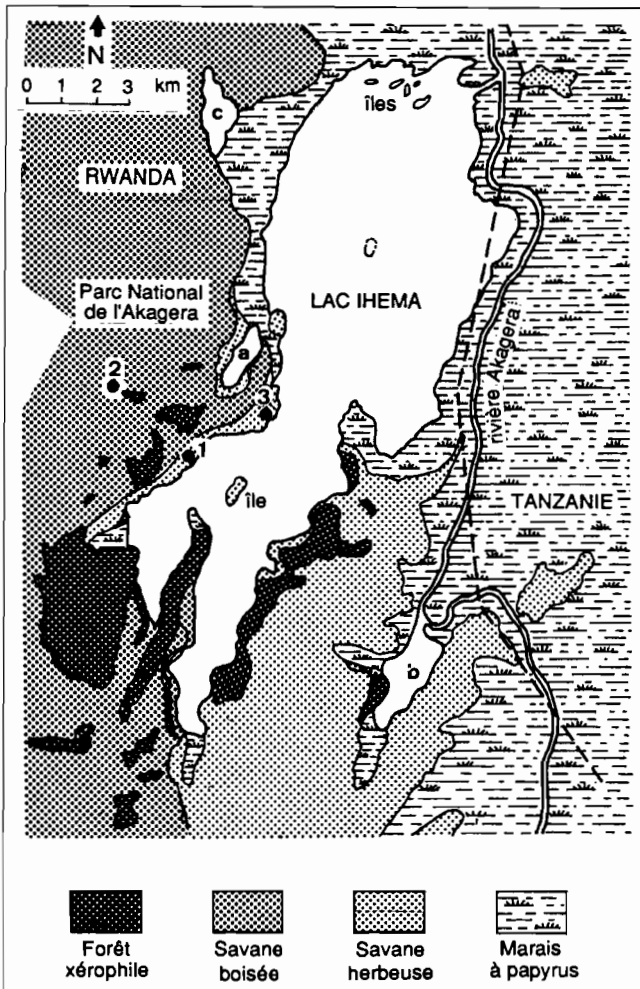


Figure 1 — Carte du lac Ihema (Est du Rwanda), des formations végétales et des noyaux anthropiques qui l'entourent.

- 1 : Pêcherie Ihema
- 2 : Hôtel Akagera
- 3 : Presqu'île Lulama
- a. Bras du lac
- b : Lac Rwakibare
- c : Lac Birengero
- : Frontière avec la Tanzanie

ment qui le partage en deux secteurs nord et sud. Le nord, par où entre la rivière Akagera (fig. 1), est entouré de marécages de papyrus, source d'abondants détritiques. Au sud pousse une savane herbeuse et boisée, et à l'ouest, une forêt xérophytique. La profondeur moyenne du lac est de 4 m, mais celle-ci augmente du nord vers le sud où il existe une fosse de 8 mètres. Le fond au nord est plat et est rempli de boue de décantation des eaux de l'Akagera (6).

Du point de vue physico-chimique (11), l'eau du lac Ihema présente une transparence faible (maximum 70 cm au disque de Secchi) et une pauvreté en électrolytes dominés par les ions bicarbonates (59,2 mg/l), ce qui donne un pH variant entre 7,0 et 8,5 et une faible conductivité à 20°C (90 à 101 microSiemens/cm).

En ce qui concerne la biocénose, on peut signaler l'abondance du phytoplancton qui est dominé par les Chlorophycées, les Cyanophycées (*Microcystis*, *Spirulina*) et les Diatomées (*Melosira*). Le zooplancton est pauvre et banal ;

les Rotifères sont les plus abondants.

La zoocénose d'Ihema n'a pas fait l'objet d'étude particulière, mais la situation du lac dans un parc national (protection intégrale) permet l'observation d'une abondante faune avienne et mammalienne (7).

Les hippopotames, quelques 400 individus, jouent un rôle non négligeable dans la fertilisation des eaux du secteur sud du lac où ils se cantonnent principalement. Quelques spécimens de crocodiles et de pythons (*Python sebae*), plusieurs oiseaux anhingas (*Anhinga rufa*) et cormorans (*Phalacrocorax africanus* et *P. carbo*) sont observés régulièrement autour de la pêche Ihema.

D'après les connaissances actuelles, l'ichtyofaune du lac Ihema compte 34 espèces réparties en 21 genres et 9 familles. Les deux familles les plus importantes et sur lesquelles est basée l'exploitation commerciale sont celles des Cichlidae (*Tilapia*: 4 espèces et un hybride) et des Clariidae: *Clarias gariepinus*. Les *Tilapia* auraient été introduits vers les années 1950, en provenance du lac Edouard (*Tilapia nilotica* et *T. leucostica*) et des piscicultures du Shaba (*T. macrochir* et *T. rendalli*) au Zaïre voisin. *T. macrochir* et *T. nilotica*, homologues écologiques, se sont hybridés. Les petits poissons du «groupe *Haplochromis*» seraient les seuls Cichlidae endémiques du lac Ihema.

### 3. Matériel et Méthodes

La pêche commerciale est effectuée au moyen de filets mailants multifilaments d'une longueur de 50 mètres et d'une chute de 1,9 mètres, à mailles de 50 mm entre-nœuds. Munis de flotteurs en tiges de papyrus d'environ 30 cm chacun et lestés de petites pierres, ces filets sont placés habituellement en surface. Posés entre 16 et 17 heures, ils sont relevés tôt le matin suivant (vers 4-5 heures). Avant 6 heures, chaque unité de pêche (= 2 pêcheurs, une pirogue non motorisée en planches, disposant d'une trentaine de filets en moyenne) est tenue de ramener les poissons à la pêche.

Là, les poissons sont pesés, lavés et traités ; les poissons avariés sont éliminés. Pour les *Tilapia*, on distingue trois catégories : les «extra» pesant chacun plus de 300 g, les «moyens» (entre 200 et 300 g chacun) et les «ordinaires» (entre 100 et 200 g). Les *Clarias* vivants sont séparés de ceux qui ont été ramenés morts. Une partie des *Tilapia* moyens et des *Clarias* vivants sont découpés en filets ; le reste est conservé, entier, sous glace. Les petits *Tilapia* de moins de 100 g, les *Clarias* morts et les poissons «divers» (autres espèces du lac) sont acheminés au fumoir.

Ce sont les statistiques récoltées ainsi jour après jour au hangar de triage et de traitement du poisson que nous analysons dans ce travail afin d'en suivre l'évolution pendant les sept premières années d'exploitation du lac. Nous utiliserons, lors de l'analyse, deux concepts principaux : l'effort de pêche et les captures par unité d'effort de pêche. Chaque pirogue est occupée par deux pêcheurs, munis d'une trentaine de filets mailants. L'ensemble constitue une unité de pêche. Nous entendrons par unité d'effort de pêche l'opération pendant une nuit d'une unité de pêche ; nous l'appellerons également une sortie. Les captures par unité d'effort de pêche (CPUE) sont obtenues en divisant les captures totales par le nombre total des sorties pendant une unité de temps don-

née (1 mois, 1 an). Les CPUE sont habituellement considérées comme un indice de l'ichtyomasse exploitée. Nous calculerons également un indice de la productivité piscicole exploitée du lac, en ramenant les captures observées à l'unité de surface du lac et à l'unité de temps.

Pour l'aspect socio-économique, les documents de base sont les bilans annuels, les soldes caractéristiques et les balances définitives des 7 premiers exercices comptables qui sont examinés. Les méthodes d'analyse adoptées ici sont celles préconisées par l'Institut de Développement Economique de la Banque Mondiale (3). A partir des données disponibles, nous avons calculé un certain nombre d'indices permettant la comparaison des activités de l'entreprise d'année en année.

L'efficacité de l'entreprise est mesurée par le ratio d'exploitation qui est une mesure de l'aptitude des responsables de l'entreprise à maîtriser les coûts d'exploitation et particulièrement les dépenses à caractère administratif.

$$\text{Ratio de l'exploitation: } \frac{\text{Dépenses d'exploitation}}{\text{recettes}} \times 100$$

Un deuxième groupe d'indices est celui des ratios du bénéfice. Ces ratios donnent des indications sur la solidité financière de l'entreprise et la possibilité qu'elle a de s'agrandir. Pour ce faire, l'entreprise doit rentabiliser les investissements et réinvestir les bénéfices obtenus. Trois ratios peuvent être calculés :

$$\text{Rendement des ventes: } \frac{\text{Bénéfice net}}{\text{Recettes}} \times 100$$

$$\text{Rendement des fonds propres: } \frac{\text{Bénéfice net}}{\text{Fonds propres}} \times 100$$

$$\text{Rendement de l'actif: } \frac{\text{Résultat d'exploitation}}{\text{Actif}} \times 100$$

## 4. Résultats

Dans le présent travail, nous examinons l'évolution annuelle des captures commerciales réalisées à la pêcherie du lac Ihema. Rompant avec l'habitude qui consiste à se limiter aux aspects biologiques de la production, nous étudions également la rentabilité socio-économique du projet de coopération Nord-Sud «Pêcherie Ihema». La préoccupation centrale est d'examiner la manière dont le «capital-poisson» de même que le capital financier investis sont gérés.

### 4.1. Evolution annuelle des captures

#### 4.1.1. Evolution des captures globales

La figure 2 montre la façon dont la pêcherie Ihema a progressé de 1980 à 1987. L'effort total de pêche et les captures totales ont augmenté parallèlement et régulièrement jusqu'en 1983. En 1984, commence le premier signe de défaillance, mais celle-ci est due, comme cela a été démontré ailleurs (9), à une perturbation dans l'évolution des facteurs abiotiques au cours de cette année et non à une augmentation de l'effort de pêche. En effet, en 1984, l'effort total de pêche (9.066 sorties) est inférieur à celui de l'année précédente (9.231 sorties).

La chute de la température de l'eau en début d'année 1984,

(en-dessous de 20°C) a provoqué une mauvaise croissance en poids, particulièrement chez *Tilapia* spp. qui constituent en moyenne 62% de la production (contre 37% pour *Clarias gariepinus*). Ensuite, des inondations côtières réduites dues à de faibles apports d'eau par la rivière Akagera au cours de la même année 1984 diminuent l'importance des frayères. Cette situation était due à la faiblesse des précipitations dans la plupart des régions montagneuses de l'Afrique en 1984; Ethiopie, Est du Zaïre et Ouest du Rwanda. En conséquence, la reproduction des poissons a été réduite cette année-là, ce qui a provoqué la diminution du nombre de poissons exploitables au cours des années 1985-1986. En 1985, on augmente l'effort de pêche qui atteint son niveau le plus élevé: 11.650 sorties. Les captures atteignent alors les 200 tonnes, mais les captures par unité d'effort atteignent leur niveau le plus bas: 17,1 kg par pirogue et par nuit de pêche. On est alors à la fin de la phase 2 dite de mise en valeur de la ressource et on doit penser à la stabilisation de la pêcherie, avant qu'on ne soit obligé de la fermer.

La direction de la pêcherie Ihema accepte ce point de vue et réduit le nombre mensuel de sorties. En 1986, le nombre de sorties n'est plus que de 8.926; les captures sont encore plus faibles que l'année précédente: 156 tonnes. Brusquement, les captures augmentent; elles atteignent 197 tonnes, c'est-à-dire 3 tonnes de moins que les captures maximales enregistrées en 1985. De même, les captures par unité d'effort grimpent à 26 kg/unité, soit au niveau qu'elles avaient en 1982.

La pêcherie du lac Ihema se trouverait actuellement au niveau de la stabilisation (phase 3, fig. 2) ou, au moins, à la fin de la phase de mise en valeur (phase 2).

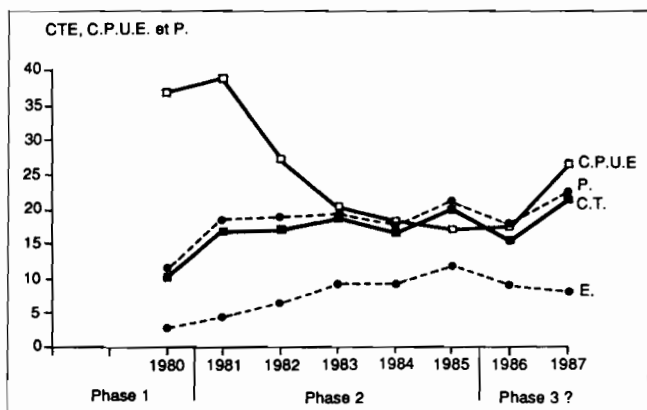


Figure 2 — Evolution des captures commerciales totales (C.T. x 10 tonnes), des efforts de pêche (E x 1000 sorties), des captures par unité d'effort (CPUE en kg/sortie) et de l'indice de productivité (P en kg/ha/an). Données enregistrées à la pêcherie du lac Ihema, de sa création à 1987

La «productivité» piscicole du lac a été calculée à titre indicatif (fig. 2) puisque son évolution est tout à fait semblable à celle des captures globales. Cependant, il convient de remarquer que cette «production» est relativement faible. Elle est en moyenne inférieure à la limite inférieure de l'intervalle de confiance calculée à partir de l'indice morpho-édaphique (22-44 kg/ha/an) (9).



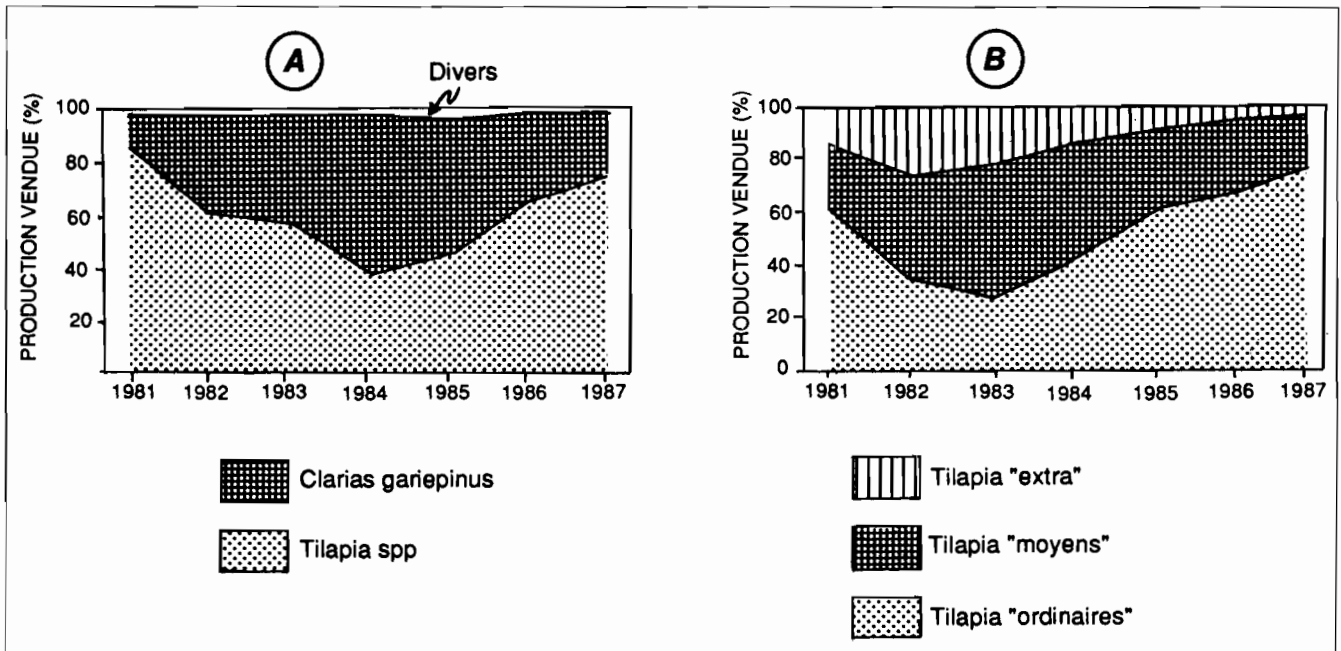


Figure 3 — Evolution moyenne des proportions des *Tilapia* spp., des *C. gariepinus* et des poissons divers dans les captures commerciales (A) et évolution des 3 catégories (B) de poids des *Tilapia* spp (captures artisanales réalisées au lac Ihema entre 1981 et 1987 aux filets multifilaments à mailles de 50 mm entre-nœuds; d'après chiffres des ventes).

#### 4.1.2. Evolution des différentes catégories de poissons capturés

La figure 3A montre l'évolution des proportions des *Tilapia*, des *Clarias gariepinus* et des poissons divers capturés en pêche commerciale au lac Ihema. Cette figure montre une évolution inverse des proportions des *Tilapia* et des *Clarias gariepinus* capturés. En effet, les captures des *Tilapia* spp. diminuent régulièrement, passant de 83,6% des captures globales en 1981 à 38,7% en 1984. A partir de 1985, on observe une lente augmentation des proportions de ces poissons, lesquelles atteignent 74,5% en 1987. Pour *Clarias gariepinus*, le schéma d'évolution est inverse: de 15,6% en 1981, leurs proportions dans les captures passent à 59,0% en 1984 et à 23,5% en 1987. En ce qui concerne les poissons divers, ceux-ci ne sont que des poissons d'accompagnement sans importance pour la pêche (fig. 3A). Lors des comptages effectués en 1986 et 1987, nous avons retrouvé les espèces suivantes dans la catégorie des poissons divers:

*Tilapia* spp. juvéniles (poids individuel < 100 g), *Schilbe mystus*, *Labeo victorianus*, *Alestes* spp., *Haplochromis* (*Harpagochromis*) spp., *Synodontis* spp et *Gnathonemus longibarbis*. La proportion moyenne de ces poissons n'atteint pas 2% des captures totales. L'usage d'un seul type de filets (multifilaments à mailles de 50 mm entre-nœuds) fait que de nombreuses espèces échappent à ce type de pêche.

La fig. 3B montre l'évolution des proportions des *Tilapia* partagés en trois catégories de poids individuel: extra (> 300 g), moyens (200-300 g) et ordinaires (100-200 g). On constate que, après une augmentation des proportions des individus dits «extra» entre 1981 et 1982, ces poissons deviennent de plus en plus rares dans les captures: de 26% de la production totale en 1982, les proportions des *Tilapia*

extra sont passées à seulement 2% en 1987. De même, les tilapia dits «moyens» sont devenus moins abondants: leurs proportions sont passées de 51% en 1983 à 22% en 1987. En conséquence, les proportions des tilapia «ordinaires» augmentent, de 28% à 76% des captures des tilapia entre 1983 et 1987. Cette évolution est normale et s'explique par le fait que l'usage d'un seul type de filets à grandes mailles permet d'exploiter surtout les individus de grande taille. Ainsi le poids moyen des poissons capturés diminue avec le temps comme l'a observé Gwahaba (4) au lac George pour *Tilapia nilotica*, fortement exploité.

#### 4.2. Evolution financière de la pêche

Le lac Ihema est exploité par une entreprise d'Etat dotée d'une certaine autonomie. Le financement de départ provient du «Fonds Blé». Ce fonds est issu de la vente au Rwanda à prix réduit d'une quantité de blé mise à la disposition du pays par la Belgique. L'argent ainsi obtenu sert à financer sur place un certain nombre de projets belgo-rwandais dont la pêche du lac Ihema. Ce financement est de 41.777.469 FRW (francs rwandais)\* pour la pêche Ihema, auxquels l'ORTPN\*\* a ajouté 1.314.327 FRW.

Ces deux enveloppes ne doivent pas être remboursées par la pêche et, par la suite, aucun autre transfert de fonds ne lui a été accordé. Ainsi, dans les bilans et comptes d'exploitation, il ne figure ni exigibilités à long terme (passif), ni subventions. Il n'existe pas non plus d'impôts d'entreprise. Les bénéfices sont immédiatement reversés au compte des fonds propres.

A partir des bilans successifs de la pêche Ihema et des comptes d'exploitation, nous avons établi le bilan des bénéfices auquel nous avons ajouté l'effort de pêche et la production des poissons (tabl. 1). Il apparaît que la pêche a

\* 100 F RW = ± 1 US \$

\*\* Office Rwandais du Tourisme et des Parcs Nationaux



TABLEAU 1

**Effort de pêche (en sorties), production de poissons frais (kg) et bilan des bénéfices financiers obtenus (en francs rwandais FRW) par la pêcherie du lac Ihema pour la période de 1981 à 1987.**

Année	Effort de pêche (sorties)	Production (kg)	Résultat net (= Bénéfice en F.Rw.)	Réserves non affectées cumulées (R.Rw.)
1981	4.341	168.384	+ 1.686.515	+ 1.686.515
1982	6.266	170.513	+ 565.930	+ 2.252.445
1983	9.231	185.819	+ 1.602.795	+ 3.855.240
1984	9.066	165.355	- 5.949.379	- 2.094.139
1985	11.650	199.680	- 1.637.394	- 3.731.533
1986	8.926	155.711	- 2.875.876	- 6.607.409
1987	7.393	196.831	+ 503.617	- 6.103.792

accusé un important déficit comptable de près de six millions de francs rwandais en 1984. Ce «trou» financier est plus faible en 1985, soit un million six cent mille francs, mais il augmente d'un peu plus d'un million supplémentaire en 1986. En 1987, il y a une reprise : le bénéfice est de nouveau positif mais relativement faible, un demi-million de francs rwandais.

Parmi les indices financiers décrits précédemment, celui de rotation des stocks n'est pas applicable dans le cas de la pêcherie du lac Ihema. D'une part le poisson n'est pas stocké ; il est vendu immédiatement dans les grands centres de consommation. D'autre part, les quelques produits stockés autres que le poisson sont destinés aux pêcheurs : il s'agit de fournitures de filets et de petit matériel qui ne font pas l'objet d'une opération commerciale.

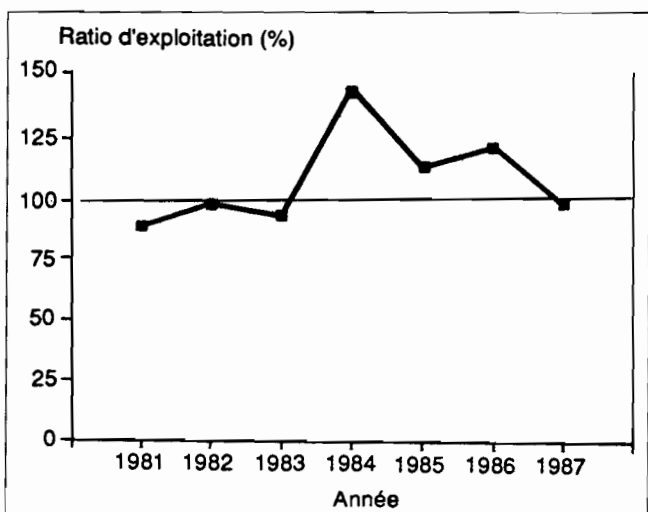


Figure 4 — Evolution du ratio d'exploitation de la pêcherie du lac Ihema (Rwanda) pour la période de 1981 à 1987. (L'horizontale située les 100% pour le ratio d'exploitation).

Les ratios calculés à partir des bilans et des comptes d'exploitation de la pêcherie du lac Ihema sont repris dans les graphiques des fig. 4 et 5. D'une manière générale (fig. 4), les dépenses sont assez difficilement maîtrisées. En 1981, elles constituent 88% des recettes totales, mais les autres années, elles égalent et dépassent même largement les recettes. En 1984, les dépenses d'exploitation atteignent presque 21 millions de francs rwandais, alors que les recettes sont de 14 millions et demi. Résultat, un déficit comptable de 6 millions et un ratio d'exploitation de 142,5%. L'examen du bilan de cette année (non repris ici) montre que les salaires et char-

ges du personnel, de même que le coût des fournitures et matières sont les plus élevés des sept exercices comptables. Ceci s'explique à un triple niveau.

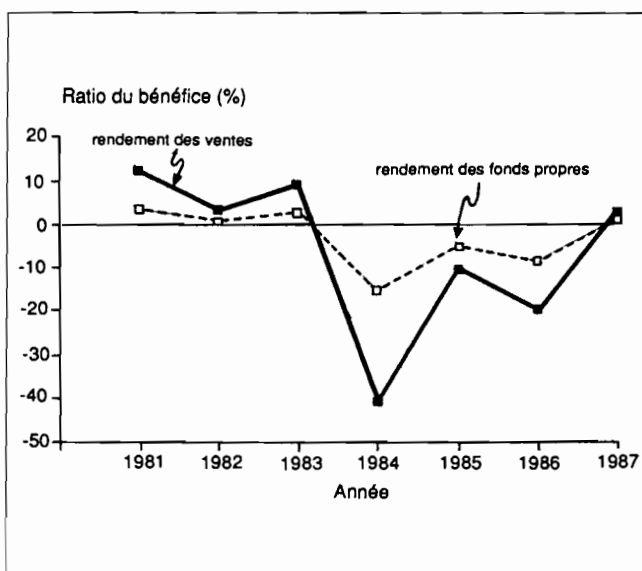


Figure 5 — Evolution des ratios du bénéfice réalisé par la pêcherie du lac Ihema (Rwanda) pour la période de 1981 à 1987. (L'horizontale située le niveau 0%).

Tout d'abord, le bénéfice réalisé l'année précédente (1.602.795 FRW, tabl. 1) avait sans doute laissé supposer qu'il pourrait en être ainsi pour 1984. Ainsi des dépenses relativement plus importantes que celles des années antérieures sont engagées au cours de cette année. Le tableau 2 montre l'accroissement de ces dépenses pour les postes les plus significatifs (données à partir des balances définitives à la clôture des exercices comptables).

TABLEAU 2

**Evolution des postes les plus importants des dépenses de commercialisation pour la période de 1981 à 1987 à la pêcherie du lac Ihema (les chiffres sont arrondis au millier de francs).**

Année	Rémunération Personnel (1) (F.Rw.)	Frais de mission et charges patronales (F.Rw.)	Essence et mazout (F.Rw.)	Entretien véhicules (2) (F.Rw.)
1981	1.854.056	19.000	812.496	143.313
1982	2.416.370	77.010	1.420.873	820.367
1983	2.574.705	31.685	1.382.173	1.108.681
1984	3.113.650	424.268	2.048.737	1.660.536
1985	2.493.788	555.257	1.212.511	734.170
1986	2.440.100	659.315	1.265.402	1.249.604
1987	2.756.168	677.490	994.583	1.238.051

(1) uniquement personnel administratif et technique ;  
(2) y compris pièces de rechange et main d'œuvre.

On observe que les frais de mission et les charges patronales ne font qu'augmenter depuis 1984. Ceci peut s'expliquer par la reprise de la gestion par l'homologue rwandais. Les frais de fonctionnement du coopérat étant antérieurement à charge de l'Administration Générale de la Coopération au Développement (A.G.C.D.), le responsable rwandais doit dorénavant prélever ses dépenses sur les recettes de la pêcherie. D'autre part, l'homologue rwandais n'étant pas habitué à la gestion d'une pêcherie, il est évident que la première période d'adaptation à ses nouvelles responsabilités

doit connaître un certain flottement. Justement, avec la maîtrise croissante de la gestion, les ratios financiers s'améliorent.

Le deuxième aspect du problème tient aux rapports entre la pêche et la commercialisation du poisson. La hausse du coût du carburant et de l'entretien des véhicules en 1984 est sans doute liée aussi à la panne de la machine à glace. La pêche avait été obligée d'évacuer rapidement les poissons vers Kigali, même si le tonnage nécessaire pour assurer la rentabilité du voyage n'était pas atteint. Il ne faut pas non plus perdre de vue les variations du prix des produits pétroliers sur le marché international.

A tout cela s'est ajouté l'effet de facteurs incontrôlables par la pêche, tel que nous l'avons indiqué plus haut. En effet, à cause de conditions hydro-climatiques défavorables, la masse de poissons à pêcher diminue. Il y a donc là un facteur de risque qu'on ne peut minimiser et dont les effets ne peuvent être décelés à partir de l'analyse financière seule.

Du point de vue du rendement des ventes, de l'actif et des fonds propres (fig. 5), le rendement est positif de 1981 à 1983 puis chute nettement en 1984 pour remonter continuellement et redevenir positif en 1987. A part les années 1981 et 1983 pendant lesquelles le rendement des ventes a été d'environ 10%, on peut dire que la pêche fonctionnait pratiquement à perte. En effet, les bénéfices cumulés pendant ces 7 années atteignent une perte nette de 6.103.792 FRW soit 14,2% du capital initial. Il faut remarquer que, dans le cas de la pêche lhema, le rendement de l'actif se confond avec le ratio bénéfice net/fonds propres puisque l'actif de la pêche est couvert à plus de 99% par les fonds propres.

Par rapport aux déficits financiers examinés ci-dessus, l'image que donne le ratio de liquidité générale est trompeuse. Cet indice, obtenu en divisant l'actif réalisable par les exigibilités, traduit la solvabilité de l'entreprise. D'après Gittinger (3), on accepte empiriquement que ce ratio fluctue légèrement autour de 2. Or il se fait que pour la pêche lhema, la valeur la plus basse qu'ait atteint ce ratio (en 1984 toujours) est de 10,6 avec le maximum situé à 87,4 en 1983. Cette situation très favorable est due au fait que l'exigible se ramène à quelques dettes à court terme. Il en aurait été tout autrement si l'aide extérieure eût été un prêt et non un don (tabl. 3).

En effet, le capital investi dans la pêche du lac lhema ne provient pas d'un prêt, mais doit être considéré comme un

don des gouvernements. Ainsi, cette entreprise n'a rien d'important à rembourser et n'est donc pas endettée. Les fonds investis ont permis de lancer une activité pérenne d'exploitation d'une ressource naturelle jusqu'alors non exploitée, au profit des populations rwandaises.

## 5. Discussion

L'expérience a montré que, généralement, toutes les pêcheries évoluent selon un schéma commun (13). Au début d'une pêche, les captures sont relativement faibles parce que l'investissement consenti n'est pas encore important. C'est la phase 1 dite expérimentale pendant laquelle on s'efforce d'identifier la ressource à exploiter. A ce moment, les captures par unité d'effort sont élevées. Celles-ci sont un indice à la fois de l'abondance du poisson exploité et du revenu par pêcheur. Au cours d'une seconde phase, on augmente régulièrement l'effort de pêche puisque les captures, elles aussi, augmentent parallèlement. Les captures par unité d'effort sont encore élevées mais on observe progressivement leur diminution.

A un moment donné, les captures commencent à chuter malgré ou à cause de l'effort de pêche très important. Les captures par unité d'effort sont alors au plus bas. Le revenu par pêcheur devient très faible et ne compense plus qu'une faible proportion de l'effort investi. Les gestionnaires de la pêche ont alors le choix entre augmenter toujours les efforts de pêche ou, au contraire, les réduire et observer les résultats. C'est généralement à ce moment qu'une pêche, qui ne s'est pas dotée de structures de recherche, requiert l'avis des scientifiques.

Habituellement, l'effort de pêche est réduit et, par conséquent, les captures se stabilisent et les captures par unité d'effort augmentent de nouveau (phase 3). A ce moment, la pêche a atteint un niveau d'équilibre qu'elle doit s'efforcer de préserver. La durée de chacune de ces phases est variable et dépendra essentiellement de l'intensité de la pêche et des caractéristiques biologiques de(s) l'espèce(s) exploitée(s) comme la résilience ou la longévité.

La pêche du lac lhema n'échappe pas à cette règle générale, d'autant plus que, contrairement à la plupart des pêcheries, elle a été dotée très tôt de l'appareil scientifique permettant l'évaluation à tout moment. Toutefois, il subsiste quelques interrogations: pourquoi les captures des deux

TABLEAU 3

Evolution du ratio de liquidité générale suivant que l'aide extérieure est exigible (col.A) ou pas (col.B)

Date	Actif réalisable (FRW) (1)	Exigible à court terme (FRW) (2)	Aide extérieure (FRW) (3)	Col.A (1)/(2 + (3))	Col.B (1)/(2)
1981	7 287 499	263 766	41 777 469	0,18	28,0
1982	9 334 385	260 996	41 914 558	0,22	35,8
1983	13 603 355	155 557	42 108 858	0,32	87,5
1984	9 865 070	932 754	42 108 858	0,23	10,6
1985	11 268 175	144 512	41 124 673	0,27	78,0
1986	6 899 444	362 121	41 124 673	1,17	19,1
1987	10 746 954	137 428	41 124 673	0,26	78,2

Notes: 1 Ratio de liquidité générale:  $\frac{\text{Actif réalisable}}{\text{Exigible}}$

2 Les deux ratios (col.A et col.B) expriment une évolution diamétralement opposée. La première (col.A) indique une vulnérabilité extrême de l'entreprise jusqu'à l'actif réalisable au point de couvrir au maximum 32% de l'exigible alors qu'il devrait assurer 200% de couverture. Par contre (col.B), l'entreprise est dans une situation très confortable si l'aide extérieure n'est pas remboursable.

taxons à importance commerciale montrent-elles une évolution inverse? Pourquoi les captures se situent-elles en-dessous des prévisions obtenues par le modèle classique de l'indice morpho-édaphique (5,12)? Enfin pourquoi la pêche de Ihema semble travailler en situation de déficit financier?

L'explication des tendances contraires observées dans les captures des *Tilapia* et des *Clarias* semble résider d'abord dans le décalage constaté au niveau de la vulnérabilité maximale des poissons des deux taxons. Ainsi que l'a montré l'examen des captures expérimentales mensuelles (9), cette vulnérabilité est essentiellement due aux différences de répartition spatiale verticale. En effet, les *Tilapia* spp., surtout pélagiques, sont plus vulnérables aux filets maillants de surface que les *Clarias* sp. Les pêches expérimentales effectuées au fond et en surface ont indiqué que ces derniers poissons représentent jusqu'à un tiers de l'ichtyomasse exploitable au lac Ihema (8,9). Ceci est aussi une réponse partielle à la question de l'exploitation insuffisante du potentiel halieutique de ce lac.

En effet, la plupart des espèces ne sont pas capturées par les filets maillants utilisés. La diversification des engins de pêche permettrait d'exploiter davantage l'ichtyomasse du lac : filets de fond, palangres, chalut, sennes tournantes conduiraient probablement à un doublement des captures. Ceci, combiné à une politique optimale de commercialisation, permettrait également d'augmenter les recettes de la pêche.

Toutefois, au-delà des considérations financières, on ne peut ignorer les avantages socio-économiques non ou difficilement quantifiables auxquels a donné naissance la pêche de Ihema. On peut citer, entre autres, la participation du projet à l'augmentation de la production piscicole du pays, sa contribution à l'accroissement du tourisme surtout national, la création de nouveaux emplois, la contribution à l'amélioration de l'alimentation humaine via la publicité organisée pour favoriser la consommation de poissons frais au Rwanda.

Une approche intégrée aux trois niveaux scientifique, technique et économique permet ainsi de mieux appréhender un projet de mise en valeur de ressources naturelles renouvelables qui, non exploitées, retourneraient, inutilisées par l'homme, dans les cycles biogéochimiques.

## 6. Conclusion

L'évaluation d'un projet ne peut se limiter à l'étude de sa rentabilité financière. De ce point de vue, les actions de développement n'ont par vocation que des rentabilités faibles si pas négatives. Ce qui importe dans le cas de la pêche de Ihema, c'est d'avoir défini les limites à l'intérieur desquelles la biomasse peut être exploitée de manière optimale. De plus, on a fourni à une petite partie de la population locale, les moyens de valoriser leurs disponibilités au travail, c'est une bonne manière de contribuer au développement d'une région par la diversification des activités de production. La rentabilité économique et sociale emprunte nécessairement une pareille voie. Qu'il faille améliorer les performances des opérateurs au sein de la pêche, cela s'impose. Une pêche plus sélective accompagnée d'une meilleure négociation au niveau de la commercialisation doit rester un souci permanent des responsables qui, en outre, ont à assurer la gestion en bon père de famille des outils qui leur ont été confiés. Ce n'est pas là leur moindre tâche.

Il reste à souhaiter que cette triple démarche scientifique, technique et économique développée à la pêche de Ihema soit appliquée de façon plus générale à une série de projets d'assistance bilatérale et multilatérale non seulement dans le domaine de la pêche et de la pisciculture mais aussi de l'agriculture. Gageons que les autorités administratives responsables du développement en arriveront enfin à conclure qu'il n'est pas plus aberrant d'investir dans le poisson que dans le manioc, le haricot, le maïs, le bovin ou le porc!

## 7. Remerciements

Cette analyse n'aurait pu se réaliser sans l'aide et le soutien de l'Administration Générale de la Coopération au Développement (A.G.C.D.) de Belgique, le Centre de Coopération au Développement de l'Université de Liège (CECODEL), le Secrétariat à la Coopération de l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve et de l'Office Rwandais du Tourisme et des Parcs Nationaux (O.R.T.P.N.) du Rwanda. Que leurs dirigeants et toutes les nombreuses personnes qui ont participé à la collecte des données sur le terrain en soient vivement remerciés. Mais sans Monsieur M. Meerseman qui a effectué les bilans comptables annuels de la pêche de Ihema cette étude n'aurait pu voir le jour.

## Références bibliographiques

- Boubacar B.A. (ed.), 1988. Le Rwanda et son avenir. Afrique Edition, Bruxelles-Dakar: 216 p.
- Erpicum R. & B. Mukakebeka. 1983. Au Rwanda, passer du sous-développement au développement? FUCID, Jadot Ed.: 48 p.
- Gittinger J.P., 1985. Analyse économique des projets agricoles. I.D.E. (Banque Mondiale), Ed. Economica (Paris), 2e éd.: 547 p.
- Gwahaba J.J., 1973. Effects of fishing on the *Tilapia nilotica* (L.) population in lake George, Uganda, over the past twenty years. East Afr. Wildl. J., **11**: 317-328.
- Henderson H.E. & R.L. Welcome. 1974. The relationship of yield to morphoedaphic index and numbers of fishermen in African inland fisheries. CIFA occ. paper n°1, FAO: 19 p.
- Kiss R., 1976. Etude hydrobiologique des lacs de l'Akagera moyenne. INRS, Butare: 167 p.
- Lejeune A., 1986. Environnement Ihema. Rapport CECODEL, inédit: 6 p.
- Mughanda M. & Micha J.C., 1988. Observations préliminaires sur la répartition de l'ichtyomasse exploitable dans les différentes zones écologiques du lac Ihema (bassin moyen de l'Akagera, Rwanda). Tropicicultura, **6** (1): 3-12.
- Mughanda M., 1989 a. Etude du peuplement piscicole du lac Ihema (Rwanda) et de l'exploitation des *Tilapia* spp. A. Smith 1840 (*Pisces, Cichlidae*) et de *Clarias gariepinus* Burchell 1822 (*Pisces, Clariidae*) en relation avec quelques variables abiotiques et biotiques. Thèse Doctorat, Fac. Sc. UCL, Louvain-la-Neuve, inédit: 222 p.
- Mughanda M., 1989 b. L'analyse financière d'un projet de développement ne donne pas toujours une image correcte de sa rentabilité socio-économique: cas de la pêche de Ihema au Rwanda. Thèse annexe, Fac. Sc. UCL, Louvain-la-Neuve, inédit: 14 p.

11. Plisnier P.D., Micha J.C. & Frank V., 1988. Biologie et exploitation des poissons du lac Ihema (bassin Akagera, Rwanda). Presses Universitaires de Namur (Belgique): 212 p.
12. Ryder R.A., 1982. The morphoedaphic index: use, abuse and fundamental concepts. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **11**: 154-164.
13. Troadec J.P., 1977. La pêche et l'évaluation des stocks in: Les modèles d'évaluation des stocks halieutiques. *FAO Circ. Pêches*, 701: 108-118.

M. Mughanda: zaïrois, Dr en Sciences de l'Université Catholique de Louvain, Professeur Associé à l'Institut Supérieur de Développement Rural à Bukavu et à l'Université Catholique du Graben à Butembo (Zaire).

J.C. Micha: belge, Dr en Sciences de l'Université de Liège, Professeur ordinaire à la Faculté des Sciences des Facultés Universitaires N.D. de la Paix à Namur; Professeur extraordinaire à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve; Professeur visiteur à l'Université de Bujumbura (Burundi).

J. Degand: belge, Professeur ordinaire de l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve; Professeur invité à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université du Burundi à Bujumbura.

V. Frank: belge, Ingénieur agronome de Gembloux, Conseiller Pêche et Aquaculture au Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et des Forêts (Kigali, Rwanda) pour le compte de l'Administration Générale de la Coopération au Développement (A.G.C.D., Belgique).

**Quelques titres en attente de publication**  
**Some accepted titles awaiting publication**  
**Enkele aanvaarde titels die op publikatie wachten**  
**Algunos títulos en espera de publicación**

Comparison of seed yielding performance of deltamethrin unprotected and protected plants of five cowpea cultivars at Foumbot, Cameroon.

Agriculture d'autosubsistance et formation du capital en milieu rural tropical: l'exemple de la région de Bengamisa (Haut-Zaïre).

The effects of Gamma radiations on the reproduction of the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera-Bruchidae).

Le développement agricole par l'itinéraire «paysan - recherche - vulgarisation». Exemple de l'atelier régional de recherche du Bututsi.

Intensification de la production de plants fruitiers en milieu tropical semi-aride (Sénégal).

Differential response of corn (*Zea mays* L.) to postemergence application of CGA-136872 at different growth stages.

Essai préliminaire d'embouche intensive de bœliers Fulani et Djallonké à base de céréales (mil et maïs) et de graines de coton, au Nord-Est du Bénin.

Evolution de la production agricole au Zaïre avant et après 1960.

Stratégie alimentaire et développement rural.

Enquête informelle versus enquête formelle? Cas des paysannats de l'Imbo nord au Burundi.

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

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

Transfer of animal traction technology in Mbozi, Tanzania. The case of «Agricultural Development Programme-Mbozi».

Un exemple de coopération interuniversitaire en agronomie tropicale au Bénin.

An evaluation of the problems of open range use system in Northern Cameroon.

La situation des légumes feuilles dans la production maraîchère au Sud-Bénin.

Essai de culture mycélienne de quelques champignons comestibles zaïrois sur milieu semi-synthétique.

Eco-physiologie, production en masse et potentialités en larviculture du rotifère d'eau douce *Brachionus calyciflorus* Pallas.

Note d'ethnopharmacologie vétérinaire en cas de verminoses, diarrhée, coprostase et météorisme au Kivu et Kibali-Ituri (Zaïre).

Treatment against monieziasis by suckling lambs deserves precedence versus trichostrongylosis under extensive conditions in Morocco.

The Technical Cooperation Project between Belgium and the University of Zambia at the Department of Soil Science.

# Effet positif de la fertilisation phosphatée sur les composantes du rendement du niébé (*Vigna unguiculata* L.) en Tunisie.

M. Ben Naceur

Keywords: *Vigna unguiculata* L. — Fertilization — Phosphorus — Yields

## Résumé

Une fumure phosphatée influence favorablement certains paramètres de la production chez le niébé (*Vigna unguiculata* L.) en Tunisie. Selon nos résultats, l'apport de phosphates réduit la chute prématurée des fleurs et des jeunes gousses, il en résulte une augmentation du nombre de gousses par inflorescence et une amélioration du rendement. Cet apport de phosphates peut se faire indifféremment par pulvérisation sur le feuillage, ou plus classiquement par incorporation au sol.

## Summary

Phosphate fertilization of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) affects favourably some parameters of cowpea production in Tunisia. Results have shown that an adequate phosphate supply reduces the premature fall of flowers and young husks, it increases the amount of husks per inflorescence and the global yield. Phosphate form used as foliar spraying has a similar effect than incorporated in the soil.

## Introduction

En Tunisie, l'alimentation des animaux d'élevage est basée en grande partie sur le soja importé. Ce produit riche en protéines brutes (37%) coûte cher au pays. C'est pourquoi des recherches ayant pour but de substituer au moins partiellement le soja par un produit facilement cultivé en Tunisie sont entreprises.

Pour l'alimentation des animaux (surtout les volailles), 10 à 12% des protéines brutes proviennent des céréales. Le complément, qui doit porter la teneur à 18-20% peut être trouvé dans les graines de niébé (*Vigna unguiculata* L.) qui contiennent en moyenne 23 à 24% de protéines brutes (6,7,9).

Cette espèce introduite récemment en Tunisie est l'objet de plusieurs expérimentations en vue de déterminer les facteurs limitant sa production et sa propagation.

Notre étude porte sur la fertilisation phosphatée du niébé et de certains facteurs influençant son rendement (4).

Des études antérieures ont montré l'importance du phosphore dans les réactions de biosynthèse chez les organismes jeunes et dans la résistance des espèces végétales à certains stress (8). D'autres recherches ont montré qu'une carence en phosphore provoque une réduction dans la production des légumineuses et même une disparition de *Poa* ssp. et de *Trifolium repens* L. (3).

Vu l'importance de cet élément pour les légumineuses, nous abordons dans la présente note, l'effet d'un apport croissant de phosphore, tout en maintenant un niveau de potasse et d'azote élevé.

## Matériel et méthodes

### 1. Matériel végétal:

Le matériel végétal soumis à l'expérimentation est le niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp. cv. «California Black Eye»). C'est une légumineuse ayant d'excellentes caractéristiques nutritionnelles (6,7,9).

### 2. Situation et conditions climatiques:

Les essais sont conduits à la station de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (I.N.R.A.T.) au Mornag à 25 km de Tunis. La pluviométrie annuelle moyenne de la région est de 450-500 mm répartie d'une façon irrégulière ce qui nous a obligé à faire des irrigations d'appoint. Le détail des données climatiques a été précédemment décrit (4).

L'analyse du sol, effectuée au Laboratoire de pédologie de l'I.N.R.A.T. montre un sol à 2 horizons:

- un horizon profond argileux
- un horizon correspondant à la profondeur d'enracinement de nos plantes (0-50 cm) et dont les caractéristiques physico-chimiques sont les suivantes:

Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier
32%	35%	12%	12%	9%
méq/100 g de terre			mg/100 g	pH
Ca	Mg	K	Na	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
13,75	0,5	1,2	0,07	18,88
				8,16

### 3. Pratique de la fertilisation et conduite de l'essai.

En vue de connaître les effets du phosphore dans la réduc-

tion de la chute prématurée des fleurs et des jeunes gousses, nous avons appliqué différentes doses de  $P_2O_5$ /ha sous forme de super 45 comme engrais de fond à savoir : 0 - 50 - 100 - 150 - 200 - 250 kg de  $P_2O_5$ /ha

A côté de cet apport d'engrais de fond, nous avons appliqué des pulvérisations foliaires de 10 kg/ha de  $NaH_2PO_4$  et  $K_2HPO_4$  sous forme de solution de concentration égale à 5 g/l.

Ces pulvérisations foliaires sont répétées trois fois tous les 15 jours. La première ayant été appliquée dès l'apparition de la 1<sup>ère</sup> fleur.

En outre, toute la parcelle d'essai a reçu 150 kg de sulfate de potasse et 50 kg de nitrate d'ammonium par hectare.

Pour chaque traitement de  $P_2O_5$  nous avons 4 parcelles élémentaires de 20 m<sup>2</sup> chacune (4 sur 5 m) réparties au hasard. Dans chaque parcelle nous identifions 10 plantes sur lesquelles nous faisons les mesures.

Les paramètres mesurés dans cet essai sont le nombre de gousses par plante, le nombre de graines par gousse, le rendement en grains (q/ha) et la répartition des gousses par plante.

Les résultats des paramètres mesurés sont soumis au test t de comparaison des moyennes.

## Résultats et discussion

### 1. Effet de la fumure phosphatée sur le nombre de gousses par plante.

La figure 1 montre que le nombre de gousses par plante augmente avec la dose de  $P_2O_5$  appliquée. Il atteint un maximum avec les doses 150 et 200 kg de  $P_2O_5$ /ha, puis diminue légèrement avec la dose 250.

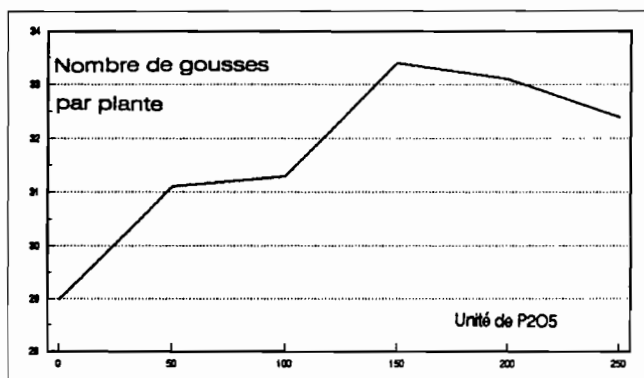


Figure 1 — Variation du nombre de gousses par plante en fonction de la fumure phosphatée.

L'analyse statistique montre une différence significative (seuil 5%) entre les doses 150, 200 et 250 d'un côté et 0, 50 et 100 kg/ha de  $P_2O_5$  de l'autre.

Ce nombre, plus élevé de gousses par plante, observé dans les traitements 150, 200 et 250 kg de  $P_2O_5$ /ha n'engendre pas automatiquement un rendement plus élevé en grains. La possibilité d'avoir des graines plus petites ou la chute ultérieure de quelques gousses sous l'effet de la concurrence reste valable.

### 2. Effet de la fumure phosphatée sur le nombre de graines par gousse.

L'examen de la figure 2 montre que le nombre de graines par gousse ne varie pas significativement avec la dose de  $P_2O_5$  appliquée.

Il semble donc que cette forme de fumure n'a pas d'effet important lorsque la fleur peut croître et être fécondée normalement.

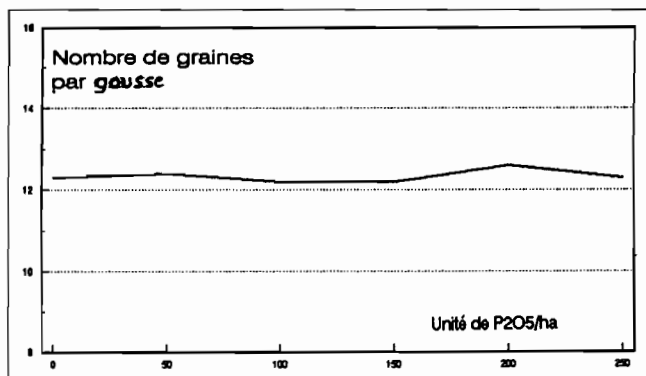


Figure 2 — Variation du nombre de graines par gousses en fonction de la fumure phosphatée.

### 3. Effet de la fumure phosphatée sur le rendement en grains.

L'apport d'une fumure phosphatée jusqu'à 100 kg/ha augmente fortement le rendement en grains du niébé (de 8,3 à 11,4 q/ha) (figure 3).

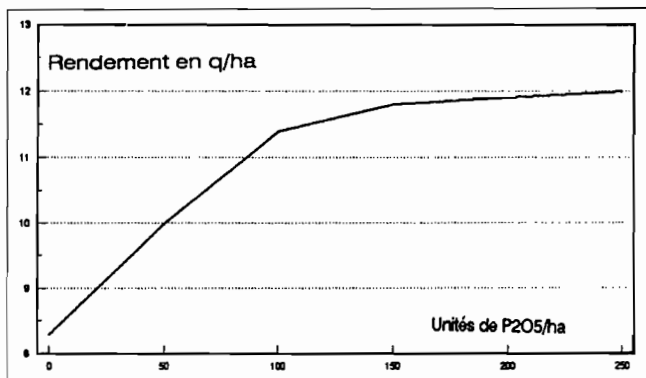


Figure 3 — Variation du rendement du niébé en fonction de la fumure phosphatée.

Des fumures plus élevées de l'ordre de 250 kg/ha, entraînent des augmentations non significatives et de plus en plus faibles (de 11,4 à 12 q/ha).

La comparaison des moyennes de rendements engendrés par les doses 50 - 100 - 150 - 200 et 250 kg de  $P_2O_5$ /ha et celui du témoin montre une différence hautement significativement (seuil 1%).

Cela signifie, que dans nos conditions d'expérimentation, l'apport de  $P_2O_5$  est favorable à l'accroissement des rendements.

Deux hypothèses permettent de justifier cette conclusion :  
— Le pH basique (8,16) du substrat de culture pourrait être à l'origine d'une rétrogradation du phosphore résiduel du



sol et par conséquent tout apport supplémentaire de  $P_2O_5$  acidifie le milieu et se traduit par un accroissement de rendement.

— A des teneurs en  $P_2O_5$  de plus en plus élevées (50 - 100 - 150...) on tend vers un équilibre nutritif, permettant un rendement croissant.

#### 4. Variation du taux d'accroissement des rendements avec la fumure phosphatée.

Le taux d'accroissement des rendements est défini comme étant le rapport de la différence de deux rendements consécutifs sur le premier rendement  $\times 100$ .

$$T = \frac{(B-A)}{A} \times 100$$

**TABLEAU 1**

**Variation du taux d'accroissement des rendements avec l'accroissement des doses de  $P_2O_5$ /ha.**

$P_2O_5$ en kg/ha	Taux d'accroissement des rendements en %
0- 50	20,8
50-100	14,0
100-150	2,9
150-250	1,0
200-250	1,0

Le tableau 1 montre que l'accroissement du rendement du niébé est très élevé avec l'apport de  $P_2O_5$  jusqu'à 100 kg/ha.

Au-delà de cette valeur, l'accroissement ne dépasse pas 2,9%. Ceci confirme les résultats de la figure 3, indiquant qu'une fumure dépassant 100 kg/ha ne se justifie plus économiquement.

On peut considérer qu'au delà de 100 kg/ha, on atteint la dose correspondant à la consommation de luxe.

D'autre part, ces résultats confortent les hypothèses de l'effet du pH et de l'établissement d'un équilibre alimentaire N-P-K précédemment avancées et permettent de dire que : d'autres éléments deviennent limitants dès que la dose en  $P_2O_5$  dépasse les 100 kg/ha.

#### 5. Répartition des gousses par plante en fonction de la fumure phosphatée.

Le niébé forme de 4 à 6 fleurs par inflorescence dans tous les traitements mais la chute prématurée des fleurs et jeunes gousses réduit énormément la production de cette plante. Le phosphore, ayant une incorporation rapide dans le métabolisme intermédiaire (1), semble jouer un rôle important dans ce phénomène.

**TABLEAU 2**

**Répartition des gousses par plante et par doses de  $P_2O_5$ .**

$P_2O_5$ en kg/ha	% de gousses solitaires	% de gousses doubles	% de gousses triples et quadruples
0	42	50	8
50	33	58	9
100	33	52	15
150	33	54	13
200	32	57	11
250	36	56	8

Le tableau 2 montre que le simple apport de phosphate entraîne une réduction du pourcentage des gousses solitaires et une légère augmentation du pourcentage des gousses doubles, traduisant ainsi une réduction de la chute prématurée des fleurs et des jeunes fruits.

Au niveau des gousses triples et quadruples, les doses 100 et 150 kg de  $P_2O_5$ /ha engendrent les plus hauts pourcentages indiquant ainsi une plus faible chute florale.

En définitive, la dose 100 kg/ha s'avère la meilleure puisqu'elle entraîne le plus haut pourcentage de gousses triples et quadruples et par conséquent la plus faible chute florale.

L'ensemble de ces résultats converge avec l'explication d'Adedipe et Fletcher (1) sur le rôle du phosphore dans la réduction de la chute prématurée des fleurs du niébé.

#### 6. Effet comparé de la fumure phosphatée de fond et les pulvérisations foliaires.

Etant donné que la dose 100 kg/ha de  $P_2O_5$  a donné le meilleur rendement économique et le minimum de chute florale, nous avons comparé cette dose uniquement avec les pulvérisations foliaires de  $NaH_2PO_4$  ou  $K_2HPO_4$  (tableau 3).

**TABLEAU 3**

**Comparaison de l'effet de la dose 100 kg/ha aux pulvérisations foliaires de deux formes phosphatées.**

fumure phosphatée en kg/ha	Paramètres mesurés			% de gousses triples et quadruples
	Nb de gousses par plante	Nb de graines par gousse	Rendement (g/ha)	
100 ( $P_2O_5$ )	31,3	12,2	11,4	15%
15 ( $P_2O_5$ )(*)	34,3	13,0	13,4	14%
12 ( $P_2O_5$ )(**)	31,3	13,6	11,4	8%

légende: (\*) équivalent de 3 pulvérisations de 10 kg/ha de  $NaH_2PO_4$   
(\*\*) équivalent de 3 pulvérisations de 10 kg/ha de  $K_2HPO_4$ .

L'ensemble de ces résultats montre que la pulvérisation de  $NaH_2PO_4$  donne non seulement les plus grands nombres de gousses par plante et de graines par gousse mais aussi le meilleur rendement. Elle engendre également une réduction de la chute florale comparable à celle entraînée par 100 kg/ha de  $P_2O_5$ .

Il ne s'agit pas là de l'effet de l'eau qu'apporte la pulvérisation foliaire au sol car cet apport est négligeable, d'autre part, l'alimentation hydrique est satisfaisante dans tous les traitements.

Quant à  $K_2HPO_4$ , sa pulvérisation donne pratiquement les mêmes résultats que ceux de 100 kg de  $P_2O_5$ /ha, sauf au niveau de la chute florale qui s'est avérée relativement plus importante. Ceci indique-t-il une alimentation excédentaire en K surtout que les sols tunisiens semblent être riches en cet élément? C'est une question qui mérite d'être analysée.

#### Conclusion

La présente note décrit l'effet du phosphore sur la réduction de la chute prématurée des fleurs et des jeunes gousses et permet de distinguer deux aspects: l'aspect fertilisation phosphatée en tant qu'engrais de fond et l'aspect fertilisation phosphatée sous forme de pulvérisation foliaire.

Dans le cas de la fumure de fond, les résultats montrent globalement, que la dose 100 kg/ha de  $P_2O_5$  est optimal. Elle entraîne le plus haut rendement économique (11,4 q/ha), et engendre les pourcentages de gousses triples et quadruples les plus élevés indiquant la plus faible chute florale enregistrée.

Les doses supérieures à 100 kg/ha, quoiqu'elles donnent des nombres de gousses par plante élevés, n'entraînent pas une augmentation notable des rendements. Ceci pourrait être dû à un plus grand nombre de gousses ayant des sites vides ou des graines plus petites.

Dans le cas de la pulvérisation foliaire, il semble qu'elle ait une efficacité supérieure ou égale à celle de 100 kg/ha de  $P_2O_5$ .

En particulier, la pulvérisation de  $NaH_2PO_4$  peut être retenue comme un moyen de réduction de la chute florale prématurée et par conséquent d'amélioration du rendement du niébé.

La supériorité de  $NaH_2PO_4$  par rapport à  $K_2HPO_4$  pourrait être due à un meilleur équilibre de l'alimentation minérale de la plante (une faible quantité de Na est toujours souhaitable

pour l'équilibre ionique), ou à un effet du pH: le  $NaH_2PO_4$  a un effet acidifiant alors que le  $K_2HPO_4$  a un effet alcalinisant.

En effet si le pH du sol (basique) ne permet pas d'avoir une quantité suffisante de  $P_2O_5$  assimilable, l'accroissement de toutes les composantes du rendement dans le cas des pulvérisations foliaires est justifié par le fait que le phosphore soit directement assimilé par les feuilles.

Dans le cas de la pulvérisation de  $K_2HPO_4$ , l'apport de 150 kg/ha de  $K_2SO_4$  comme engrais de fond (voir matériel et méthodes) pourrait être à l'origine d'une alimentation excédentaire en potassium.

## Remerciements

L'auteur remercie :

Mr: Hmida Ben-Hamda (Station de Mornag-Tunisie) pour sa collaboration technique.

Mr: Bouzid Nasraoui (Laboratoire de phytopathologie de la F.S.A. Gembloux).

Mr: Roger Paul (Laboratoire de biologie végétale de la F.S.A. Gembloux) pour la lecture et les corrections qu'ils ont apportées au manuscrit.

## Références bibliographiques

1. Adedipe N.O. & Fletcher R.A., 1970. Benzyladenine-directed transport of carbon 14 and phosphorus 32 in senescing bean plants. J. Exp. Bot. **21**, 968-974.
2. Adedipe N.O. & Ormrod D.P., 1975. Absorption of foliar-applied 32-P by successive leaves and distribution patterns in relation to early fruiting and abscission in the cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Ann. Bot. **39**: 169; 639-646.
3. Behaeghe T.J., 1983. Aktiviteitsverslag 1983 van het Nationaal centrum voor grasland en groenvoederonderzoek - 2e sekte.
4. Ben-Naceur M., 1989. Contribution à l'étude du niébé (*Vigna unguiculata* L.) dans le nord de la Tunisie. Ann. de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie. Note de recherche, 1. vol. **62**, 24 p.
5. Davidescu. Velicia; Parralescu, Elena; Iacob met Vijelie, T., 1976. Variation du niveau critique et de l'équilibre nutritif chez les tomates par rapport à la carence en divers éléments. 4<sup>e</sup> Colloque International sur le contrôle de l'alimentation des plantes cultivées, vol. **II**, 247-254.
6. Habit M.A., 1977. The need to increase food legume production. Regional program for basic food production F.A.O. Rome.
7. Lawani S.M., 1989. Le niébé, la biotechnologie et la lutte contre les ravageurs. Echo de l'ITA (Institut International d'Agriculture Tropicale), vol. **9**, n°2, 8 pages.
8. Maroutian S.A., 1976. Le rôle du phosphore dans la résistance du raisin aux gelées. 4<sup>e</sup> Colloque International sur le contrôle de l'alimentation des plantes cultivées. vol. **II**, 286.

## NOTES TECHNIQUES

## TECHNISCHE NOTAS

## TECHNICAL NOTES

## NOTAS TÉCNICAS

**Gestion de la matière organique dans les sols tropicaux**

J. Wouters\*

Keywords: Fertilization — Organic Matter — Liming — Aluminium toxicity — Tropical soils.

**Résumé**

*La matière organique est le pivot de la fertilisation en milieu tropical, où elle est intimement associée aux systèmes culturaux par son mode dominant de transfert: interne ou externe, vertical ou horizontal.*

*Quoique très complexe par nature, la matière organique dans les sols peut se ramener à quelques étapes de transformation, accélérée en milieu tropical humide par rapport aux conditions tempérées, notamment la minéralisation de l'humus.*

*Les sols ferrallitiques, qui y sont majoritaires, sont caractérisés par une faible rétention en bases de l'argile et une forte acidité, engendrant une saturation en aluminium échangeable et toxique qui constitue la contrainte majeure de leur fertilité, et qui est la cause de symptômes défavorables tels que la fixation du phosphore.*

*De sorte que la neutralisation de l'aluminium échangeable est à la base de l'action d'amendement de la matière organique, qui peut être ainsi comparée au chaulage.*

*Cette neutralisation est liée à la formation de complexes entre l'aluminium et des acides di- et tri-carboxylés, à courte chaîne, caractéristiques de la matière fraîchement décomposée plutôt que de l'humus, ce qui renforce l'idée de l'avantage, en milieu tropical chaud et humide, d'incorporer la matière organique au sol avant l'humification, conformément à beaucoup de pratiques culturelles traditionnelles.*

*La question de la gestion de la matière organique illustre bien la nécessité d'une approche multidisciplinaire où les aspects agronomiques et fondamentaux seraient étudiés de façon intégrée.*

**Summary**

*Organic matter is the key of fertilization in tropical conditions and is closely associated with the cultural systems by its dominant kinds of transfer: internal or external, vertical or horizontal.*

*Although very complex by nature, organic material in the soils can be reduced to few transformation stages, accelerated in humid tropics compared with temperated environment, more particularly the mineralization of humus.*

*Among the problems inherent to tropical ferrallitic soils, low cation adsorption capacity of the clay and low phosphorus availability to plant associated to high exchangeable and toxic aluminium content in strong acidity conditions constitute their main fertility constraints.*

*So that reducing of exchangeable aluminium is the basis of the fertilizer effect of organic matter that can be compared with liming.*

*This reducing is related to the formation of aluminium complexes with short chain di- and tri-carboxylic acids, characteristics of the freshly decomposed material rather than the humus.*

*These data seem support the idea of the advantage of incorporating organic matter in soil before the humification in warm-humid tropics, according to many traditional cultural practices.*

*The question of organic matter management is a good illustration of the necessity of a multidisciplinary approach with the agronomic and fundamental topics being treated in an integrated way.*

**Introduction**

Cultiver, c'est gérer son agro-système de façon harmonieuse, en tirant un bénéfice soutenu de sa productivité, sans compromettre son avenir par des détériorations des équilibres qui le régissent.

Dans cette optique, la fertilisation et plus particulièrement la fertilisation organique, doit s'inscrire dans un «turn-over» de la biomasse en cohérence avec les systèmes et les façons culturaux ainsi qu'avec leur environnement climatique, pédologique et économique.

Globalement considéré, fertiliser son champ, c'est lui apporter quelque chose qui, nécessairement vient de quelque part; c'est-à-dire effectuer des transferts de matière, minérale ou organique.

Les transferts internes sont majoritaires dans l'agriculture basée sur l'autosuffisance des moyens de production, ce qui est souvent le cas des cultures tropicales, surtout vivrières. Ces transferts sont essentiellement à base de matière organique: jachères, paillis, résidus divers, composts ou fumiers lorsqu'une association entre l'agriculture et l'élevage existe.

Les transferts externes caractérisent les agricultures intensifiées par les intrants: engrais, produits phytosanitaires, mécanisation, mais aussi, éventuellement l'apport de matière organique produite hors de l'exploitation.

Ces transferts peuvent être verticaux ou horizontaux. Dans les transferts verticaux, les échanges in situ avec l'atmosphère et les couches souterraines dominant. L'agroforesterie en est l'exemple typique, notamment lorsqu'elle

associe à la culture, des légumineuses autotrophes pour l'azote et à enracinement profond. La jachère ajoute à cette notion spatiale une composante temporelle (repos du sol, restitution naturelle de la fertilité).

Les transferts horizontaux concernent par exemple les apports d'engrais importés ou les systèmes agro-pastoraux où une partie de la fertilité est drainée des parcours aux champs, par l'intermédiaire des déjections du bétail.

Quel que soit le niveau d'intensification et le mode dominant de fertilisation, tout système agricole devrait tirer avant tout le meilleur parti des transferts de matière organique. Ceci est particulièrement vrai en milieu tropical humide où la plupart des sols connaissent des conditions pédo-climatiques qui rendent leur fertilité faible, fragile et fugace, particulièrement en leur absence.

Encore faut-il que les techniques s'inspirent de la connaissance des propriétés de la matière organique et des sols ainsi que de leur interaction qui, sous les tropiques humides, présentent certaines particularités importantes.

### Les constituants organiques, leur évolution et leur rôle dans la fertilité des sols

Contrairement aux constituants minéraux (sables, limons, argiles) de composition relativement stable, les matières organiques sont multiples et difficiles à définir : elles se transforment sans cesse, puisque leur devenir normal est de redonner les substances qui ont servi à les construire après

avoir subi des réactions complexes de dégradation et de synthèse.

On peut les classer d'après leur degré d'évolution, où on distingue quatre groupes de matière organique du sol correspondant à quatre étapes de leur formation (planche 1) :

1. Les êtres vivants sur le sol et dans le sol.
2. Les débris organisés ou « matière organique fraîche », dont certains, faciles à décomposer, serviront surtout d'aliments énergétiques et plastiques aux micro-organismes (sucres, amidon, cellulose, protéines) tandis que d'autres laissent un important résidu (lignine, matières grasses, résines, tanins).
3. Les « produits transitoires » sont les maillons de cette chaîne de transformation partant des matières organiques fraîches à grosses molécules et aboutissant pour la plupart de ces molécules à des substances minérales simples. Leur évolution s'accompagne d'une prolifération, suivie d'une décroissance de la masse microbienne. Parmi ces produits, on peut trouver par exemple des sucres, des alcools, des acides organiques.
4. L'humus, constitué dans de bonnes conditions de molécules organiques de néoformation à partir des produits transitoires et éventuellement d'un complément d'azote. L'humification peut être considérée comme une voie détournée de la décomposition de la matière organique et retardant l'évolution vers son stade ultime : la minéralisation.

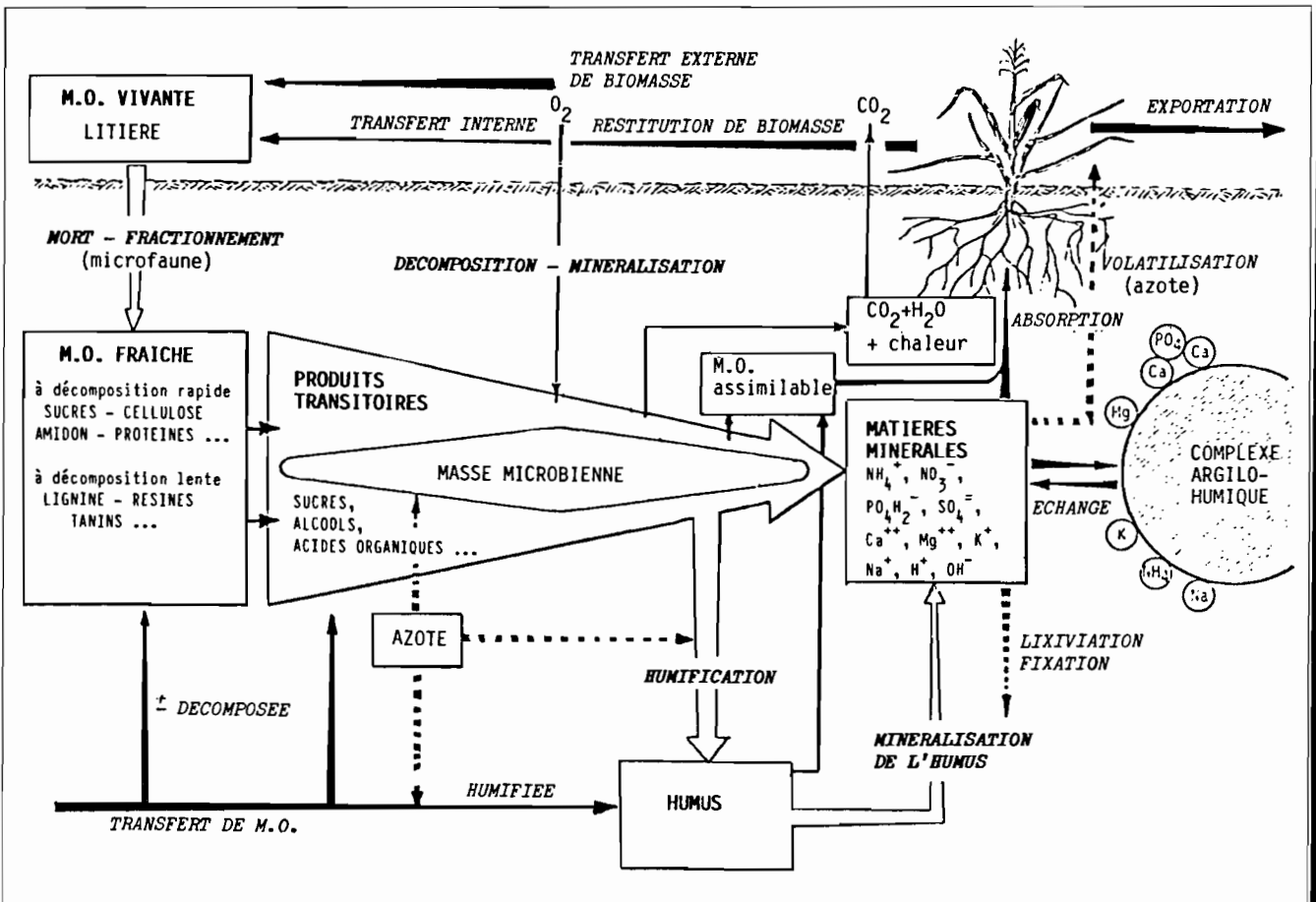


Planche 1 — Schéma général de l'évolution des matières organiques (M.O.) dans le sol.

Ce schéma, d'une portée très générale, doit être compris dans un contexte dynamique et cyclique où coexistent en principe les divers constituants.

Toutefois, on admet que la vitesse de minéralisation de l'humus (1,5 à 2% par an) est beaucoup plus faible que celle des autres étapes de transformation, de sorte que la majorité de la matière organique du sol présente à un moment donné se trouve sous forme d'humus et peut lui être confondue.

Dans ces conditions, l'aspect organique de la fertilité peut se ramener aux propriétés de l'humus et de son association avec les composants minéraux du sol.

L'humus idéal a les propriétés d'un colloïde acide, hydrophile et électronégatif et contient environ 5% d'azote. De façon simplifiée, on peut dire que, outre son effet d'engrais dû aux éléments nutritifs qu'il contient, l'humus a un rôle d'amendement lié à ses propriétés : augmentation de la capacité d'échange cationique, amélioration de la structure du sol et de sa rétention d'eau, etc.

De plus, il existe une réaction synergique entre l'humus et les colloïdes minéraux du sol et le complexe argilo-humique est considéré comme l'élément de base de la fertilité potentielle d'un sol.

Cette conception est sans doute valable dans les climats frais et à saisons basées sur une alternance thermique. Elle y est à la base de pratiques agricoles de fertilisation éprouvées qui consistent, en dernière analyse, à fabriquer une sorte d'humus (fumière, compostière) que l'on incorpore ensuite au champ.

Quoique les données à ce sujet soient encore sommaires et même contradictoires en conditions tropicales, il est fort probable qu'il faille y revoir cette conception à la lumière des faits expérimentaux.

En effet, l'observation des pratiques culturales tropicales ainsi que des mesures d'évolution de la matière organique, montrent que l'humification et la minéralisation de l'humus y sont plus rapides, ainsi d'ailleurs que tout le cycle de la biomasse, bien que le statut organique des sols soit primordial pour leur fertilité, et même davantage que dans les régions tempérées.

La question est importante car, outre son intérêt fondamental, en dépend aussi l'application de pratiques raisonnées et adaptées de fertilisation plutôt que des transferts de technologies «Nord-Sud» sans discernement tels qu'on en observe dans certains projets de développement agricole.

Par exemple, il se pourrait que des applications de matière organique fraîche, valorisant les «produits transitoires» et favorisant leur association et leur évolution au contact des constituants minéraux du sol, soient préférables à la fabrication différée de compost. Cette idée est d'ailleurs assez conforme aux pratiques culturales traditionnelles ainsi qu'aux propriétés des sols ferrallitiques et aux résultats récents dont il est question plus loin.

### **Particularités des principaux sols tropicaux en régions humides**

En fait de la combinaison des hautes températures et des pluies abondantes, la plupart des sols ont subi un intense processus de lessivage, entraînant les bases (Ca, Mg, Na,

K) ainsi que d'importantes quantités de silice. Ces sols dits ferrallitiques correspondant aux ultisols et surtout aux oxisols de la «soil taxonomy», sont largement majoritaires en région forestière humide.

Ils sont essentiellement caractérisés par la dominance de kaolinite dans leur fraction argileuse, associée à des quantités variables d'oxydes et d'hydroxydes de fer et d'aluminium. Leur pouvoir de rétention en bases est dès lors limité, inférieur à 10 méq/100 g de sol.

Dans ces conditions, la contrainte la plus sérieuse à la fertilité de ces sols est liée à leur forte acidité engendrant des teneurs excessives en aluminium sous forme cationique et échangeable ( $Al^{3+}$ ) qui sature le complexe d'échange et la solution du sol.

Dans les cas les plus sérieux, des sols de pH (eau) 4,0 à 4,5 sont saturés à pratiquement 100% par l'aluminium ce qui les rend stériles et toxiques.

La toxicité aluminique est due à la carence en éléments biogènes du sol auxquels l'aluminium se substitue mais aussi à une toxicité propre de ce cation vis-à-vis de la végétation (4).

On peut l'exprimer par l'indice «m» de Kamprath :

$$m = \frac{Al \text{ échangeable} \times 100}{C.E.C. \text{ effective}}$$

avec C.E.C. eff. = ( $Al^{3+} + H^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+$ )

L'aluminium échangeable est certainement le paramètre du sol qui concrétise le mieux les contraintes à la fertilité des sols ferrallitiques.

D'autres symptômes défavorables lui sont associés, dont la déficience en phosphore, rendu inassimilable par sa fixation sur la surface des oxydes de fer et d'aluminium et même par sa précipitation sous forme de phosphate de ces métaux.

Les engrais minéraux ont alors peu d'effet, étant donné le pouvoir fixateur élevé du sol pour le phosphore, joint aux faibles capacités d'adsorption des éléments biogènes sur le complexe d'échange et au lessivage intense de l'azote minéral.

Certains, qui sont les plus fréquemment utilisés, ont même des effets pervers en acidifiant davantage le sol (3).

La neutralisation, au moins partielle, de l'aluminium échangeable est le préalable obligé à une mise en culture soutenue et à toute action visant à l'augmentation de la production par les engrais.

### **Neutralisation de l'aluminium échangeable**

Deux amendements sont théoriquement envisageables : le chaulage et l'application de matière organique.

D'un point de vue pratique, le chaulage en agriculture tropicale rencontre des difficultés d'ordre économique. De plus, son effet est fugace étant donné le lessivage important et la faible capacité d'échange des sols.

Le chaulage a toutefois été étudié de façon approfondie dans les sols ferrallitiques ce qui en fait une référence précieuse pour lui comparer d'autres techniques de neutralisation de l'aluminium échangeable.

Plusieurs chercheurs se sont efforcés de mettre en relation l'aluminium du sol avec la quantité de calcium appliquée. La relation de Kamprath (2), généralement confirmée pour les sols contenant moins de 7% de matière organique, considère que 1,5 méq Ca<sup>2+</sup>/1 méq Al<sup>3+</sup> échangeable, neutralise pratiquement totalement ce dernier. Cette convention élargie à la somme (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>) s'est avérée valable et applicable aux calcaires dolomitiques du Burundi (5).

Les quantités de chaux ou de calcaires ainsi déterminées conduisent généralement à remonter le pH aux environs de 5,6 et sont largement inférieures à celles que l'on appliquerait pour atteindre la neutralité comme il est de pratique en agriculture dans les régions tempérées. Elles sont toutefois suffisantes et des apports plus élevés sont déconseillés par risque de surchauffage dans des sols peu tamponnés.

Les amendements organiques se confondent avec les différents systèmes culturaux et les diverses façons culturales auxquels ils sont associés, souvent de manière mal définie (jachères, brûlis, résidus de sarclage, ...).

La pratique de l'agriculture montre toutefois que la matière organique reste le pivot de la fertilisation. Elle constitue aussi bien souvent la seule ressource disponible.

Le problème est que la fertilisation organique est difficilement accessible à une expérimentation rigoureuse, tant elle est variée dans sa composition, ses modes et ses conditions d'application.

Quoique de nature différente, l'action de la matière organique sur la toxicité aluminique peut être comparée à celle du calcium, mieux maîtrisable, et l'on parle volontiers de son «effet de chaulage» (liming effect).

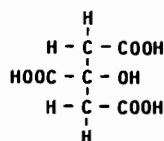
Cet effet a été généralement attribué à une action protectrice des molécules organiques complexant ou «chélatant» l'aluminium ainsi rendu inoffensif dans le sol.

Malheureusement, si les tests biologiques et les essais agronomiques confirmaient généralement l'action désintoxiquante de la matière organique, les dosages chimiques ne permettaient pas de distinguer au sein de l'aluminium total, les formes complexées. Ceci prêtait à supposer que celles-ci étaient détruites lors des triturations nécessaires au dosage de l'aluminium.

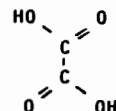
Grâce à des techniques récentes, telles que la chromatographie liquide à haute pression (HPLC) et la filtration sur gel, plusieurs chercheurs ont pu caractériser les molécules en question et proposer des mécanismes de liaison avec l'aluminium.

C'est ainsi par exemple, que Hue et al. (1), dans une série d'expériences combinant des tests biologiques de sensibilité à l'aluminium de racines de cotonnier, des incubations de matière organique sur des sols ferrallitiques et des dosages de molécules organiques ont pu, sur base du coefficient de stabilité de leur complexe avec l'aluminium, préciser la nature des molécules impliquées.

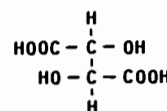
Il s'agit d'acides organiques di- et tri-carboxylés, à courte chaîne, dont les principaux sont les suivants par ordre décroissant d'action



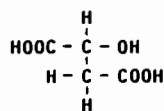
ac. citrique



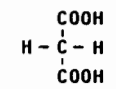
ac. oxalique



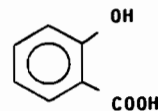
ac. tartrique



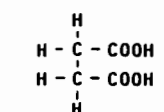
ac. malique



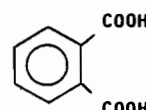
ac. malonique



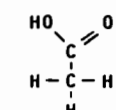
ac. salicylique



ac. succinique

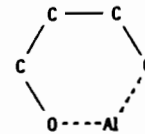
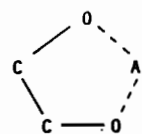


ac. phthalique

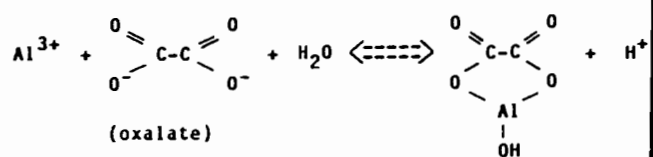


ac. acétique

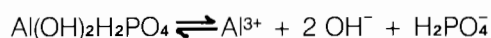
Le pouvoir désintoxiquant de ces acides est lié aux positions relatives des radicaux OH/COOH, favorables à la formation de structures stables 5 ou 6 cycliques, par exemple :



Avec l'acide oxalique, la réaction est la suivante, l'aluminium se trouvant ainsi complexé :



L'action favorable bien connue de la matière organique sur l'assimilabilité par les plantes du phosphore pourrait être due, par exemple, au déplacement vers la droite d'une réaction du type suivant, suite au prélèvement d'aluminium de la phase réactionnelle :



Ces résultats sont très intéressants pour la pratique agricole si l'on se souvient que ces acides organiques sont caractéristiques des «produits transitoires», plutôt que de l'humus. De telles données ont une incidence évidente sur le choix raisonné du mode d'application de la matière organique et sont de nature à apporter un support scientifique à un domaine d'investigation traditionnellement laissé à l'empirisme des essais de fumure en champ.



## Conclusion

Le problème de la gestion de la matière organique dans les sols tropicaux illustre particulièrement bien la nécessité d'une recherche agronomique multidisciplinaire et intégrée.

Deux tendances existent.

L'une consiste à établir des essais agronomiques où, le plus souvent, est comparé à un témoin l'effet sur le rendement d'une culture test de traitements tels que des applications à doses variables d'engrais, de fumier, de compost, ...

Cette démarche garde tout son intérêt lorsqu'il s'agit d'en utiliser les conclusions dans des conditions proches de l'expérience. Elle a l'avantage aussi de donner des indications quantitatives qui peuvent être utiles en pratique.

Par contre, ces essais ont souvent l'inconvénient de ne représenter qu'eux-mêmes, tant sont variables les conditions expérimentales possibles (substrat, mode d'application, climat, sol...). De plus, leur valeur scientifique se limite à leur emballage statistique qui se prête mal à comprendre, à interpréter les phénomènes et à les extrapoler. Bien souvent, de

tels essais, à eux seuls, n'ajoutent pas grand chose au bon sens et à l'expérience des agriculteurs.

A l'opposé, on peut chercher, par des investigations fines de laboratoire, à pénétrer le fond des mécanismes en cause. Cette démarche, pour fondamentale qu'elle soit dans la compréhension des phénomènes, risque, à elle seule, de pêcher par un excès de réductionnisme qui n'a plus de commune mesure avec la complexité des réactions mises en jeu en agriculture.

C'est ainsi que trop souvent le dialogue entre ces deux types d'information ne passe pas alors qu'il serait du plus haut intérêt pour le progrès des sciences agronomiques.

Comme les moyens et les compétences ne peuvent être réunis en une personne, la solution est d'associer agronomes, chimistes, pédologues, physiologistes, microbiologistes de diverses institutions dans une démarche intégrée visant un but commun : la meilleure utilisation de la matière organique en agriculture.

## Références bibliographiques

1. Hue N.V., Craddock G.R. & Fred Adams, 1986. Effect of organic acids on aluminium toxicity in subsoils. *Soil Sci. Am. J.* **50**: 28-34.
2. Kamprath E.J., 1970. Exchangeable aluminium as a criterion for liming leached mineral soils. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.* **34**: 252-254.
3. Opdecamp L. & Sottiaux G., 1984. Saturation aluminique accrue et autres modifications physico-chimiques induites par la fumure minérale d'un hygroxéoferrasol acide à Murongwe. I.S.A. Bu., Publ. n° 55 - Burundi.
4. Wouters J.F.R., Wakana M. et Opdecamp L., 1986. Sensibilité du haricot (*Phaseolus vulgaris*) à la concentration en aluminium des sols de la région des grands lacs. *Tropicultura* **4**: 20-26.
5. Wouters J.F.R. & Bacanamwo M., 1989. Rapport de synthèse. Maintien et amélioration de la fertilité des sols du Burundi par la valorisation des ressources calco-magnésiennes locales. Publ. Facagro-Burundi.

J. Wouters: Belge. Ingénieur Agronome. Gembloux. Docteur en Sciences Agronomiques, chargé de cours à l'Université Libre de Bruxelles, Chaire de phytotechnie tropicale

## STAGE AGCD/FAO: «FERTILISATION ORGANIQUE ET COMPOSTAGE»

En collaboration avec l'Université Libre de Bruxelles, du 7/9 au 10/10/92 (en français).

Réservé à 10 agronomes de pays africains francophones; leur candidature doit être transmise par leur gouvernement à la F.A.O., qui fera suivre les dossiers à l'A.G.C.D. pour sélection.

Pour de plus amples renseignements, s'adresser au secrétariat du

COMITE JEAN PAIN asbl  
Av. Princesse Elisabeth 18  
1030 Bruxelles  
02/241.08.20.

## La réalité de l'aviculture villageoise au Mali.

A.O.S. Kounta\*

Keywords: Poultry — Newcastle disease — Seroepidemiological probings — Proteine deficiency — Zoosanitary amelioration — Mali.

### Résumé:

*L'importance socio-économique de l'aviculture au Mali doit inciter les Responsables Politico-Administratifs des années 1992 à l'an 2045 à mettre en place une Politique de «Préservation du cheptel avicole basée essentiellement sur l'amélioration zoosanitaire». Les produits avicoles sont appelés à jouer un rôle de premier plan dans la lutte contre la faim quotidienne dans notre pays et visent à l'amélioration quantitative et qualitative de la ration alimentaire de nos populations conformément à la stratégie de l'autosuffisance alimentaire dans un pays pauvre en pâturage et en eau comme le nôtre.*

### Summary

*The social and economical importance of poultry in Mali, must incite the political and administrative responsables of years 1992 to 2045 to set up a policy of poultry preservation which will be mainly based on zoosanitary improvement. Avian products should be of first use in the fight against a lack of protein in our country. Their consumption will qualitatively and quantitatively improved the feeding ration of our populations in conformity with the policy of food self sufficiency in a poor country, in tern of pasture and water in the case of Mali.*

### 1. Introduction

L'aviculture villageoise intéresse toutes les zones agroclimatiques du Mali. Cependant des différences existent quant à la répartition des espèces. Ainsi les poules et les coqs sont les plus répandus. On les rencontre dans toutes les régions du Mali. Les pintades, par contre se rencontrent surtout en zone soudanienne.

L'aviculture villageoise offre au Mali les possibilités de développer une industrie de viande. A l'opposé de l'aviculture industrielle l'aviculture villageoise est l'activité de production de volailles en milieu rural, caractérisée par une technicité et une production sommaire, l'utilisation d'un matériel génétique animal non amélioré, l'absence de prophylaxie sanitaire et hygiénique. En plus la production de volailles locales traditionnelles nécessite très peu d'investissements, tant au plan alimentaire, sanitaire, technique que de l'encadrement assuré par l'aviculteur lui-même, d'où les prix assez bas comparativement à ceux de l'aviculture industrielle.

#### 1.1. Typologie de l'aviculture villageoise au Mali

Ce type représente à lui seul 90-95% des effectifs de poulets et la totalité des effectifs de volailles dites «secondaires comme les pintades».

#### 1.2. Le matériel animal utilisé.

Il s'agit de volailles de souches locales, communément appelées poules d'Afrique, ou poules de brousse, poules sahéliennes. Les poulets de brousse sont retrouvés dans les pays d'Afrique tropicale, mais Derbal et Pagot (2,8), ont cru pouvoir reconnaître la qualité de leur chair par exemple: Poulet «Koko-chié» au Mali. Ce poulet, que l'on appelle encore communément «poulet de brousse» (2) est un oiseau de format réduit mais très rustique dans son milieu et assez vigoureux,

son poids oscille entre 500 et 1000 grs, le coq peut atteindre 2 kg, la tête est assez forte, le bec court et solide, la crête du coq est souple, bien développée, dentelée, avec des pointes longues, celle de la poule est mince, petite, atrophiée, les oreillons et les barbillons sont assez développés, le corps est irrégulier avec des masses musculaires, plates et minces, les tarses sont nus, noirâtres, pourvus de quatre doigts, le cinquième est exceptionnel ou atrophié, le plumage est varié, toutes les couleurs s'y rencontrent.

D'après les observations de certains auteurs (2,8) en milieu rural une bonne poule-mère:

- Pond 12 à 15 œufs par couvée;
- Obtient un taux d'éclosion de 86,7 à 100%;
- Assure une bonne conduite de ses poussins jusqu'à 6 à 8 semaines les abandonne et se remet à pondre.

La poule de brousse avec une alimentation adéquate pond jusqu'à 80-100 œufs par an d'un poids moyen de 35 g. et le poids moyen à la naissance est de 32 g..

#### 1.3. Les techniques d'élevage.

Les techniques d'élevage restent extrêmement rudimentaires d'où les problèmes sanitaires revêtent une acuité particulière.

### 2. Importance de l'aviculture villageoise.

L'aviculture sous sa forme traditionnelle a commencé à connaître une évolution rapide. Des essais d'amélioration ont connu des résultats intéressants qui commencent à se répandre en milieu villageois. Dans ce domaine les interventions ont portés sur:

- l'amélioration de l'aviculture traditionnelle paysanne ou fermière par la protection sanitaire et la vulgarisation des races améliorées à haut rendement en croisement avec la race locale.

\* Direction Nationale de l'Élevage (D.N.E.) BP. 265 Bamako-Mali

Travail réalisé sous les auspices du Projet Sectoriel de l'Élevage au Mali U.S.A.I.D. BP. 37. Bamako-Mali

Reçu le 14.08.91 et accepté pour publication le 06.02.1992

— l'organisation, à la périphérie des grands centres urbains, de structures de production semi-intensives à intensives. L'aviculture villageoise restera au Mali la principale source de viande avicole, puisque dans le pays existe un grand nombre d'aliments disponibles localement qui servent relativement peu aux besoins de l'alimentation humaine. Donc, il n'existe pas de limites écologiques interdisant de fonder l'élevage avicole traditionnel au Mali sur les ressources locales.

L'importance de l'aviculture villageoise pour le Mali est d'ordre: Economique, Social, Nutritionnel.

### 2.1. Importance économique

L'élevage avicole traditionnel représente 90% de la production avicole, au niveau national et reste au niveau paysan une activité secondaire. Cette activité est créatrice de revenus. La vente des produits avicoles permet aux familles rurales d'assurer la couverture de certains besoins matériels et de faire face à certaines dépenses ponctuelles.

### 2.2. Importance sociale

Les volailles jouent un grand rôle dans la sphère d'échange liée à la vie sociale. Elles ont une grande importance symbolique, particulièrement dans de nombreuses circonstances de la vie sociale et religieuse.

### 2.3. Importance nutritionnelle

Les produits qui répondent le mieux à la satisfaction des besoins protéiques des populations sont essentiellement la viande de volaille et les œufs. La viande de volaille offre essentiellement les mêmes caractéristiques nutritionnelles que les viandes de boucherie et renferme 13-17% de protéines (dans le blanc). Les œufs sont les mieux équilibrés du point de vue protéines nutritionnelles. D'après les études sur

les satisfactions des besoins alimentaires au Mali (7), la consommation de viande de volailles et d'œufs s'élève respectivement à 1,4 kg et 0,4 kg par an et par personne en 1990, pour atteindre 1,8 kg et 0,5 kg à l'an 2.000.

L'augmentation de la consommation de viande de volailles et aussi l'apport de protéines d'origine avicole doit donc être l'objectif-vecteur visé par le développement de la production avicole traditionnelle.

### 3. Handicap au développement de l'aviculture villageoise.

Une analyse de la situation au Mali conduit à classer en priorité les problèmes sanitaires (3,4,5). En effet, une déficience alimentaire quantitative et qualitative associée à une contamination polymicrobienne est le point de départ des diverses affections aviaires rencontrées au Mali.

Nos volailles paient chaque année un lourd tribut aux affections faisant partie de ce qu'on peut appeler la pathologie traditionnelle par opposition à la pathologie nouvelle résultant de l'importation de poussins d'un jour en provenance d'élevage européens qui frappe les élevages maliens plus ou moins intensifs. La contrainte majeure au développement de la production des poulets locaux est la sévérité de la pathologie qui décime parfois presque tous les troupeaux villageois. Ces maladies ont très souvent un caractère saisonnier.

Au cours des années 1984-1991, pour l'ensemble du sud du Mali, la maladie de Newcastle s'avère être la plus meurtrière. Elle sévit en permanence, réapparaît périodiquement sur les poulets de villages ou dans les élevages «en parquets» et ravage plus de 70% du cheptel. Les poulets métis y succombent tous. La maladie de Newcastle constitue actuellement la pathologie qui cause le plus de pertes économiques aux petits élevages ruraux. Les autres maladies aviaires graves sont relativement moins répandues; ce sont la variole

**TABLEAU 1**  
**Inventaire de Pathologie Avicole Traditionnelle**  
**(Les principales maladies aviaires)**

Nom	Causes	Principaux Symptômes	Lésions	Traitement	Prophylaxie
Maladie de Newcastle (Poulets)	- Virus	- Extrême contagiosité - Diarrhée profuse verte - Cyanose de la crête - Troubles nerveux	- Pétéchies du cloaque et du proventricule	- Néant	- Abattage animaux malades - Désinfection des locaux - Vaccination
Variole (diphthérie)	- Virus	- Pustule sur la crête, les barbillons	—	- Eau Phéniquée 3% en I.M. vitamines dans l'eau de boisson	- Vaccination systématique
Psittacose-Typhose Poulets, pigeons, pintades, dindons)	- Bactérie spécifique Salmonella	- Diarrhée blanche mousseuse et collante	- Lésions hépatiques: hypertrophie, taches blanchâtres en surface - Congestion des ovaires	- Antibiotiques	- Désinfection des locaux - Vaccination
Pasteurellose (choléra) Poulets, canards)	- Bactérie spécifique Pasteurella	- Cyanose de la crête - Diarrhée jaune	- Pétéchies-séreuses et muqueuses - Congestion sur viscères	- Antibiotiques	- Abattages des malades et des contaminés - Destruction des cadavres - Désinfection des locaux
Spirochétose (Poulets, canards, oies)	- Spirochètes inoculées par piqûres d'Argas	- Ictère - Diarrhée, paralysie	- Ictère de tissus conjonctif hypertrophie du foie	- Sepou dans les plumes - Oxytetracycline 2,5 mg/kg poids vif - Ramollir les croûtes avec pommade crésylée	- Désinfection des locaux

du poulet et la typhose. Les pertes peuvent être importantes selon les circonstances, mais moindre que dans le cas de la maladie de Newcastle. Il y a également un certain nombre de cas de choléra chez les poulets. Les coccidioses des poulets ne sont signalées que dans les élevages «en parquets». Les poulaillers et les abris des volailles sont exposés à l'invasion par les argas dans toutes les savanes soudanaises, Nord et Sud, et au Sahel. Ils sont vecteurs de la spirochétose chez les poulets, plus ou moins grave chez les volailles de village et dangereuse chez les poulets métis ou de race pure. Le plus grand handicap pour le développement de l'aviculture au Mali est la grande faculté de prolifération microbienne ou virale engendrée par le climat qui bien que rigoureux pourrait ne pas constituer le facteur principal, les causes déterminantes étant d'ordre technique et économique. Outre les problèmes de pathologie, de nutrition, de gestion et liés aux races, le manque de communication, d'information, de formation et de suivi-encadrement, sont autant de freins au développement de l'élevage. Le tableau 1 montre que la pathologie avicole en élevage traditionnel ne possède que deux composantes; l'une infectieuse, l'autre parasitaire. Les données chiffrées sur la mortalité des volailles en élevage traditionnel font défaut.

L'aspect alimentaire ne sera pas évoqué puisque l'une des caractéristiques de l'élevage traditionnel est justement de ne pas s'en préoccuper. La simple observation montre d'ailleurs que poules, pintades, canards, oies, pigeons, parviennent à assurer leur croissance et leur reproduction avec la nourriture qu'ils glanent çà et là.

Le tableau 2 donne la situation avicole dans la zone d'activité du Projet Sectoriel de l'Elevage.

**TABLEAU 2**  
Situation avicole dans la zone d'activité

Moyenne de poules par poulailler	20-30
Moyenne de pintades par poulailler	10
Nombre moyen de poulaillers (1) par village	4

(1) En milieu villageois dans certains poulaillers poules et pintades cohabitent.

Du tableau 3 il ressort que le seul coût des médicaments et vaccins se monte à 45 F CFA par volaille locale traditionnelle.

**TABLEAU 3**  
Coûts des médicaments et vaccins aviaires

Traitement antiparasitaire	20 F CFA
Vaccin contre la maladie de Newcastle	10 F CFA
Vaccin contre le choléra aviaire	5 F CFA
Vaccin contre la variole aviaire	5 F CFA
Divers	5 F CFA
Total	45 F CFA

Dans le tableau 4 sont indiqués les coûts de quelques espèces avicoles de race locale. Les coûts sont instables, dans les marchés régionaux, ils sont meilleurs pendant l'année scolaire et chutent en hiver. Le prix moyen de l'œuf de pintade s'élève à 15 F CFA et celui de la poule de race locale à 40 F CFA.

**TABLEAU 4**

Prix moyen de quelques espèces avicoles de race locale en F CFA

Milieu	Espèces			
	Poulet	Pintade	Pigeon	Canard
Rural	300-450 (1)	600	150-200 (la paire)	2000-2500 (la paire)
Urbain	750	850-900	300 (la paire)	4000 (la paire)

(1) Le prix du poulet métis s'élève à 650 F CFA.

#### 4. Les perspectives d'amélioration-recommandations.

Pour favoriser le développement de l'aviculture villageoise il convient en premier lieu de diffuser aussi largement que possible un certain nombre de thèmes à savoir :

La possibilité d'augmenter et de diversifier les revenus des agro-éleveurs, l'amélioration du niveau nutritionnel des populations rurales, et la nécessité de créer de nouveaux marchés (3,9).

L'encadrement et le suivi des élevages villageois peuvent être examinés à plusieurs niveaux, services techniques, coopératives de producteurs, Associations Avicoles Villageoises. De nos jours, la pratique montre que l'urgence d'une intervention zoosanitaire chez les volailles se fait de plus en plus sentir. Les agro-aviculteurs sont unanimes à ce sujet et semblent être prêts à en supporter l'incidence financière. Malgré les présomptions très sérieuses de certaines maladies aviaires une telle intervention devrait être d'abord précédée par des sondages \* \* Séro-Epidémiologiques sûrs (1,6) dans les Coopératives Avicoles ou les Associations Avicoles Villageoises etc.... compte tenu du caractère saisonnier des maladies aviaires. Ces études permettront de déterminer avec plus de précision les périodes de ravages des maladies aviaires, afin de les identifier et prendre toutes les dispositions pour l'instauration des méthodes de prophylaxie élargies et efficaces (1,10).

Pour une refonte des politiques, nous suggérons de prendre en compte diverses priorités :

- La participation de la population au développement de l'aviculture villageoise.
- Encourager le développement des groupements d'élevages de poules, de pintades de races locales.
- L'amélioration des conditions de production : sensibilisation des agro-aviculteurs, mise en œuvre de certaines interventions de masse (campagne de vaccination et de déparasitage), fourniture du matériel animal de production amélioré de conception et de fabrication locale.
- La mise en œuvre à partir d'une action spécifique de vulgarisation, de quelques règles de base (hygiène, habitat) pour déboucher, à partir de la situation de départ, sur des gains relativement considérables.
- Introduction de station d'incubation artificielle des œufs en milieu rural, péri-urbain.
- Création de coopératives avicoles de service qui viendraient en aide aux petits et moyens aviculteurs.
- L'amélioration des conditions de commercialisation, création d'infrastructures d'accueil bien équipées de volailles sur les marchés tant ruraux qu'urbains, développement des moyens de transport adaptés, contrôle des prix.

\* \* Les sondages séro-épidémiologiques des volailles en milieu Rural, Péri-Urbain et Urbain ont été initiés pour la première fois au Mali par le Dr. Abdallah Ould Saïck Kounta en 1988.

## Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce à un appui financier du Projet Sectoriel de l'Elevage au Mali (E.S.D.G. 688-0218 U.S.A.I.D. à Bamako), que je remercie vivement. Ma gratitude s'adres-

se au Professeur Docteur Ir.J. Hardouin, à Monsieur G. Chauvaux Ir., Mme A. Roubinkoua', aux Docteurs Boubacar Seck, Boubacar Diallo, Moussa Coulibaly, Abdoul Bah qui ne m'ont jamais ménagé leurs encouragements.

## Références Bibliographiques

1. Bessarabov B.F. & Tritakov N.P., 1987. Techniques modernes de diagnostic et de prophylaxie en pathologie aviaire, chaire d'épidémiologie et de production avicole M.V.A. Moscou p. 104-106.
2. Derbal, 1959. Précis d'Aviculture Tropicale. Editions Vigot et Frères Paris p.200.
3. I.E.M.V.T., 1976. Situation actuelle et possibilité de développement de l'élevage avicole dans quatre pays d'Afrique tropicale francophone. Paris-France 125 p.
4. Kounta A.O.S., 1984. L'Aviculture Villageoise au Mali : analyse de ses contraintes D.N.E. Bamako-Mali.
5. Kounta A.O.S. & Bessarabov B.F., 1983. Identification des contraintes au développement de l'Aviculture au Mali et la recherche des solutions. Extrait des Conférences Internationales des Etudiants de l'Académie Vétérinaire de M.V.A. Moscou T.III p.600-604.
6. Kounta A.O.S., 1988. Introduction des tests de Sondages Séro-épidémiologiques des volailles en milieu Rural, Péri-urbain et Urbain au Mali D.N.E. Bamako-Mali p. 3-10.
7. Mondot J.B. et Labonne-M, 1982. Satisfaction des besoins alimentaires : le cas du Mali en l'an 2.000 O.C.D.E. Paris p. 212-215.
8. Pagot J., 1983. Précis du petit élevage Paris-France 180 p.
9. Salichon Y., 1983. En 10 ans l'Aviculture africaine a connu une évolution rapide mais aurait pu mieux faire. Afrique Agriculture N°98 p. 35-37.
10. Verger, 1985. La prophylaxie de la maladie de Newcastle dans les élevages villageois en Afrique 2ème SIMAVIP-Paris-France p. 3-6.

A.O.S. Kounta : Malien, Docteur Zootechnicien spécialiste en Epidémiologie et Production Avicole-Coordonateur des Activités de Vulgarisation des Technologies et de Production des Volailles D.N.E. BP. 265 Bamako-Mali

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

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

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

Merci.

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

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

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

Dank U.

# Le gant magique pour lutter contre les mauvaises herbes difficiles.

A. Daelemans\*

Keywords: Less expensive — Adapted technique — Tropics — Small holder — Weeds — Chemical treatment — Herbicide

## Résumé

*Une technique simple de lutte contre les mauvaises herbes difficiles à éliminer et à la portée du petit paysan a été mise au point. Le système du gant magique consiste en un gant en plastique sur lequel est collé un morceau de mousse, continuellement mouillé par un herbicide total. Il suffit de toucher avec le gant les mauvaises herbes pour les tuer. Le système est facile à construire avec du matériel (un perfuseur) déjà utilisé, donc sans valeur, mais présent en abondance dans les hôpitaux. La méthode de traitement est facile, rapide, peu fatigante; elle utilise moins de produit et est moins chère qu'un traitement normal avec des atomiseurs ou des pulvérisateurs à dos.*

## Summary

*A simple technique, adapted to the level of the small holder in the tropics, was tried out, to fight against weeds. The magic glove consists of a plastic glove, on which a piece of foam, as used for mattresses was stuck. This foam is continuously wetten with a total herbicide, which flows through a drip. The drip was used before in an hospital and is normally thrown away. It is sufficient to touch the weeds with the glove to make them die. The system is simple to make and uses waste material (glove, drip, small piece of foam). The treatment is simple, selective, utilises less chemicals and is less expensive than a normal treatment by an atomiser or a knap sack sprayer.*

## Introduction

Un jour, une paysanne sollicita notre aide pour lutter contre les fougères, qui envahissaient son champ de caféiers, situé dans une vallée où le micro-climat à forte humidité relative était très favorable à la croissance des fougères qui poussaient jusqu'à dépasser les caféiers à certains endroits. Son seul moyen de lutte était d'arracher les pieds de fougères. C'était un travail difficile, lent, fatigant et décourageant parce qu'elle était obligée de travailler longtemps sur son champ pour éliminer les mauvaises herbes qui repoussaient en grande quantité et tellement vite qu'il était impossible de les maîtriser. Travail décourageant en un temps de baisse des prix du café.

Certes, il existe sur le marché mondial de très bons herbicides pour lutter contre les fougères, entre autres, l'asulame, l'amtrol, etc..., mais ces produits ne sont pas sélectifs et ne sont pas en vente sur place dans les petits villages. Ils ne sont donc pas accessibles aux petits paysans.

Après quelques essais, nous avons mis sur pied une méthode, facile, beaucoup moins laborieuse, moins chère, qui emploie du matériel déjà utilisé, simple, facile à réparer et donc à la portée du petit paysan. C'est le gant magique!

## Description du gant magique et de son fonctionnement

Le gant magique consiste en un gant plastique sur lequel est collé un morceau de mousse (photo 1). La mousse se vend en grandes plaques pour la fabrication des coussins, fauteuils, etc.

La mousse collée sur le gant est mouillée par un herbicide

total dissous dans l'eau, qui coule par le petit tuyau en plastique d'un perfuseur. En effet, un perfuseur en plastique qui a déjà servi à l'hôpital pour sauver des vies, a encore une grande valeur comme composant du gant magique. Après avoir enlevé la partie, contenant l'aiguille, on remplit le petit récipient qui contenait par exemple le sucrose, avec un mélange d'eau et d'un herbicide total. Le récipient est porté par une corde autour du coude (photo 2). L'herbicide, qui coule par gravité dans le petit tuyau conducteur, arrive au milieu du morceau de mousse, collé sur le gant magique et mouille donc la mousse. Le débit est réglable par le système de réglage du perfuseur. Il suffit maintenant de toucher les mauvaises herbes avec le gant mouillé et les plantes vont mourir.

## Quelques conseils pratiques

Le mélange, volume à volume, herbicide total/eau, garantit un bon effet sur la plupart des mauvaises herbes. Le mélange herbicide total/eau 1/4 peut aussi suffire pour lutter contre des plantes herbacées sans système racinaire bien développé comme rhizomes, bulbes, bulbilles, etc. pourvu qu'on les mouille bien. D'ailleurs le mélange avec un mouillant ou du savon dissous garantit des meilleurs résultats encore.

Si on emploie un herbicide systémique, le transport du produit à l'intérieur de la plante augmentera la concentration au niveau des racines, rhizomes, bulbes etc. Ceci peut tuer la plante complètement ainsi que les bourgeons dormants. Cependant la systémique du produit ne garantit pas toujours la mort de toutes les parties de la plante sous les conditions tropicales. La partie aérienne de la plante meurt facilement, mais les parties souterraines émettent en réaction plusieurs

\* Centre Universitaire de Dschang, Département de Protection des Végétaux, B.P. 110 Dschang, Cameroun  
Reçu le 07.01.92 et accepté pour publication le 30.01.92.



tiges. Ceci est souvent le cas après un traitement en saison de pluie en pleine croissance de la plante chez des mauvaises herbes à rhizomes. La concentration du produit au niveau des bourgeons dormants n'était pas assez forte du fait de la mort trop brusque de la tige, ne permettant plus le transport (translocation) de l'herbicide. Le traitement juste avant la saison sèche est donc à conseiller.

Pour lutter contre les mauvaises herbes avec parties souterraines bien développées comme rhizomes, bulbes, bulbilles, etc..., nous conseillons un traitement juste avant la saison sèche avec un mélange volume à volume d'herbicide systémique total et d'eau savonnée ou à laquelle on a ajouté un mouillant dans le rapport 1/10. Comme herbicides totaux à actions systémiques, peuvent par exemple être utilisés des produits avec matière active telle que : le glyphosate (Roundup), le glyphosinate (Basta), l'aminotriazole (Ustilan, Topazol, Vorox, Weedazol, Radoxone, Amitril, Herbirail, Cairsol, Nu-sol).

Exemples de mauvaises herbes susceptibles d'être tuées complètement par un seul traitement juste avant la saison sèche : *Panicum maximum*, *Pennisetum purpureum*, *Cyperus* sp., *Imperata* sp., *Cynodon dactylon*, *Paspalum* sp., etc.

Ce sont des mauvaises herbes extrêmement difficiles à éliminer sous conditions tropicales. Pour lutter contre des mauvaises herbes sans parties souterraines bien développées, sans rhizomes, bulbes, bulbilles, etc., l'emploi d'un mélange d'herbicide peu systémique suffira. On peut citer ici l'emploi par exemple des produits avec matière active :

- a) le paraquat (Gramoxone, Granuron, Paracol, Terraklène)
- b) asulame (Asulox, Candex) surtout contre fougères

c) diquat.

Exemples de mauvaises herbes tuées par ce mélange (volume/volume) : les fougères (*Pteridium aquilinum*), les fleurs de jalousie (*Tithonia diversifolia*); *Ageratum* sp.; *Bidens* sp.; etc.

### Avantages du gant magique

- Le gant magique est facile à construire et utilise du matériel déjà utilisé à une autre fin. Ce matériel est présent en abondance dans les hôpitaux. Seuls la colle, le gant en plastique et l'herbicide doivent être achetés.
- Le traitement n'utilise qu'une fraction du produit, comparé avec une pulvérisation normale. Il n'y a pas de gaspillage du produit et le traitement peut être bien dirigé vers les plantes à éliminer.
- Puisqu'on peut diriger son action vers les plantes à tuer, l'emploi d'un herbicide total, souvent moins cher qu'un herbicide sélectif, est possible. L'action sélective provient de l'utilisateur du gant magique.
- Dépendant du mode principal de reproduction des mauvaises herbes, on peut employer dans certain cas des herbicides de contact, moins chers que les systémiques. Un herbicide total peut être remplacé par un autre, pourvu qu'on tienne compte de son mode d'action. La dépendance aux produits sur le marché local est donc moins grande.
- Le travail de traitement est facile, le poids du récipient ne dépasse pas un kilogramme et il suffit simplement de toucher les plantes pour les faire mourir. Vraiment une action magique, mais ici bien comprise!!

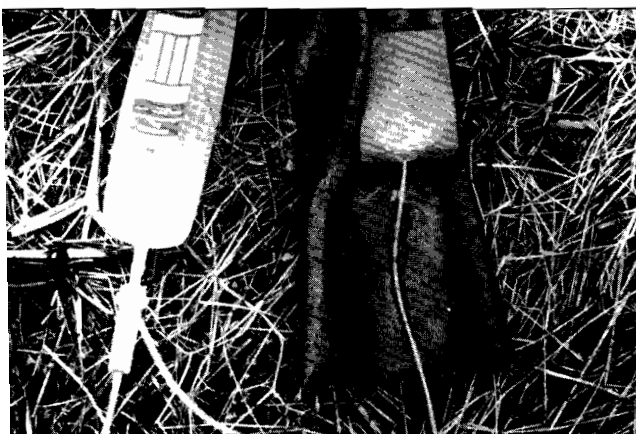


Photo 1 : Description du gant magique.



Photo 2 : Fonctionnement du gant magique.

# Observations préliminaires sur les fluctuations saisonnières des populations d'insectes ravageurs du mil stocké en grenier traditionnel au Sénégal.

D. Seck\*

Keywords: *Pennisetum typhoides* L. — Seasonal fluctuations — Insects — Storage — Senegal.

## Résumé

Les populations volantes d'insectes ravageurs du mil stocké en grenier traditionnel ont été suivies pendant 15 mois par des pièges englués.

L'analyse de la répartition des espèces capturées, montre que *Sitotroga cerealella* Oliv. (52% du nombre total d'insectes piégés) a été l'espèce la plus abondante. Viennent ensuite *Ephestia cautella* WLK. (17,6%), *Tribolium castaneum* Herbst. (17,4%), *Cryptolestes* sp. (10,1%) et *Rhizopertha dominica* F. (9,9%).

L'infestation a été discutée en fonction du mode de stockage et pour *S. cerealella*, une relation très nette entre les fluctuations saisonnières des populations et certains facteurs abiotiques du milieu environnant a été mise en évidence.

## Summary

Insect flight populations infesting traditional millet storage have been followed by sticky trap during fifteen months in Senegal.

Distribution analysis of species show that *Sitotroga cerealella* Oliv. (52% of insect total number) is most abundant, following by *Ephestia cautella* WLK. (17,6%), *Tribolium castaneum* Herbst. (17,4%), *Cryptolestes* sp. (10,1%) and *Rhizopertha dominica* F. (9,9%).

Infestation has been discussed in relation between storage methodology. Relation between seasonal fluctuation of *S. cerealella* and several abiotic factors of ecosystem has been found.

## 1. Introduction

Le mil (*Pennisetum typhoides* L.) Leake est la principale culture vivrière du Sénégal. La surface moyenne emblavée dépasse un million d'ha par an, pour une production nationale d'environ 530.000 t.

Après la récolte, la production est parfois battue et conservée en sacs, mais le plus souvent elle est stockée sous forme d'épis entiers ou tronçonnés, dans des greniers traditionnels en «N'Guer» tissé.

Le N'Guer (*Guiera senegalensis* J.F. Gmel.), est une *Combretaceae* vivace très commune des jachères et des terres incultes.

Contrairement à l'entomofaune nuisible du mil au champ qui compte plus de 30 espèces au Sénégal (5), celle des stocks est moins diversifiée et ne compte que 7 principales espèces dommageables. Le but de ce travail est de suivre la dynamique des populations du mil stocké en grenier, base de la mise au point de toute méthode de lutte rationnelle contre ces prédateurs.

## 2. Matériel et méthode

L'étude a été menée en station au cours de deux années successives (1986, 1987) sur un grenier traditionnel expérimental cylindrique ayant un diamètre de 180 cm et une hauteur de 130 cm, posé sur une plateforme en bois à 50 cm du sol et rempli d'épis de mil (variété souna-3) récoltés au mois d'octobre 1985.

De la récolte au stockage (janvier 1986), les épis étaient séchés au soleil, tel que pratiqué par les paysans.

Aucun prélèvement d'épi n'a été effectué pendant toute la

durée du piégeage.

Les pièges utilisés sont en papier chromo-attractif jaune, rectangulaire de 40 cm<sup>2</sup> (8 cm x 5) et sont enduits sur leurs deux faces d'une glu de type «Tanglefoot» (Polybutène 97% + Huile de ricin hydrogénée 3%). Le piège est fixé sur un bâton de 15 cm de long, légèrement enfoncé dans la paroi extérieure du grenier, à 150 cm du sol et 30 cm du bord supérieur du grenier.

Au moment de la collecte qui a lieu chaque semaine, les pièges sont remplacés et les insectes capturés triés par espèce, indépendamment du sexe.

A partir d'un poste météorologique situé à 800 m du grenier la température et l'humidité relative moyennes hebdomadaires sont relevées pendant toute la durée de l'expérience.

## 3. Résultats et discussion

Trois espèces de Coléoptères (*Rhizopertha dominica* F., *Cryptolestes* sp.; *Tribolium castaneum* Herbst) et deux espèces de Lépidoptères (*Ephestia cautella* Wlk.; *Sitotroga cerealella* Oliv.) ont été capturées (Tableau 1).

*S. cerealella* a été l'espèce la plus abondante, représentant à elle seule 52% de la population totale piégée. Viennent ensuite dans l'ordre décroissant *E. cautella* (18%), *T. castaneum* (10,4%), *Cryptolestes* sp. (10,1%) et *R. dominica* (9,9%). L'analyse de l'évolution des captures mensuelles montre qu'au cours des deux années d'étude, le nombre d'insectes piégés est relativement plus important de juillet à septembre.

\* Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Laboratoire d'entomologie, BP 17, Niomo Du Rip, Sénégal.

Reçu le 10 06.91 et accepté pour publication le 30.12.91

TABLEAU 1

## Principaux insectes ravageurs du mil stocké au Sénégal (Seck, 1983)

Ordre	Espèce	Famille
Lepidoptera	<i>Corcyra cephalonica</i> Stnt.	Galleridae
	<i>Ephestia cautella</i> WLK.	Phycitidae
	<i>Sitotroga cerealella</i> Oliv.	Gelechiidae
Coleoptera	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> L.	Silvanidae
	<i>Oryzaephilus mercator</i> Faus.	Silvanidae
	<i>Rhyzopertha dominica</i> F.	Bostrychidae
	<i>Tribolium castaneum</i> Herbst	Tenebrionidae
	<i>Cryptolestes</i> sp.	Cucujidae

Ces résultats montrent que la technique utilisée est efficace, puisqu'elle a permis, comme par la méthode de prélèvement et d'analyse d'échantillons, de retrouver la plupart des ravageurs de mil stocké connus au Sénégal (Tableau 1).

L'examen des données permet de noter une représentation relativement faible des ravageurs «secondaire» comme *T. castaneum* et *Cryptolestes* sp., (fig. 1B), par rapport au ravageur «primaire» *S. cerealella* par exemple (fig. 1A). Cette répartition est en accord avec les données disponibles sur l'éthologie de ces insectes (2,6). Rappelons qu'un ravageur

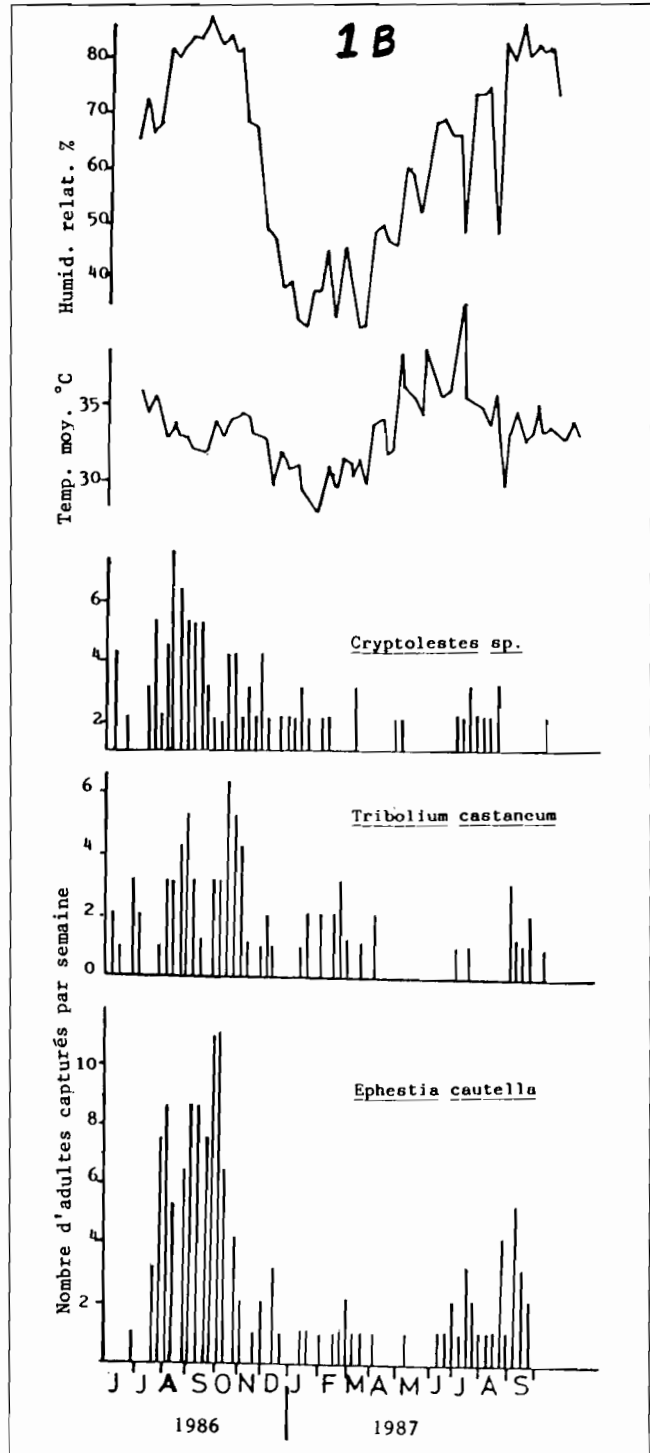
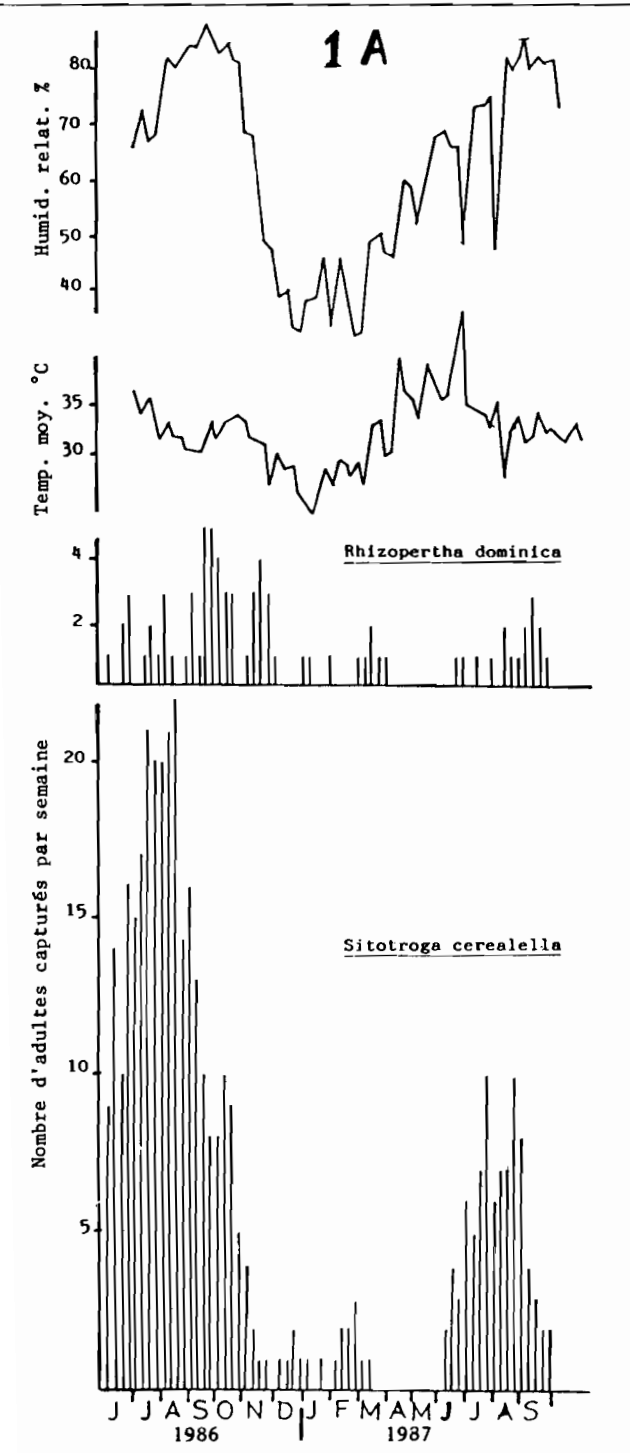


Figure 1. Evolution des populations d'insectes ravageurs des stocks de mil (*Pennisetum typhoides*) dans les greniers traditionnels au Sénégal.

est classé de type primaire lorsqu'il est surtout noté sur des grains entiers et de type secondaire lorsqu'il se développe préférentiellement sur des denrées manufacturées ou sur des grains ayant déjà subi l'attaque de ravageurs primaires. En effet dans les conditions de stockage en grenier, le grain encore fixé sur l'épi est très peu endommagé.

Ceci le rend moins favorable au développement des ravageurs secondaires que le mil battu, qui peut parfois présenter un taux de brisure de l'ordre 10% (4). A l'inverse, on peut expliquer par ces mêmes données la forte pullulation de *S. cerealella* sur les épis, tout en confirmant le statut de ce gelechiide comme principal ravageur du mil stocké en grenier traditionnel au Sénégal (7).

L'analyse du graphe de capture de *S. cerealella* sur deux années (fig. 1A), montre une évolution des populations à deux périodes d'activité maximale, dont l'une (1986) est deux fois plus importante que l'autre (1987).

La position de ces deux pics de capture s'explique sans nul doute par la localisation de la saison pluvieuse entre juillet et septembre, période pendant laquelle l'humidité relative élevée de l'air augmente la teneur en eau de la denrée selon le principe d'équilibre air/grain (3).

A partir du mois d'octobre 1986, on note une réduction progressive des captures qui restent faibles jusqu'à la première semaine d'avril 1987. Les populations disparaissent ensuite complètement de la deuxième semaine d'avril à la fin du mois de juin 1987. Elles ne réapparaîtront qu'à partir du mois suivant, avec pour le trimestre juillet-août-septembre, un profil de capture tout à fait comparable à celui du même trimestre de l'année 1986.

En ce qui concerne les faibles captures notées du mois de décembre 1986 au mois d'avril 1987, elles peuvent être expliquées aussi bien par les basses températures (1) que par la faible humidité relative de l'air qui ont régné durant cette période.

#### 4. Conclusions

L'étude a permis de mettre au point une méthodologie de surveillance des insectes du mil stocké en grenier et de confirmer des travaux antérieurs selon lesquels, *S. cerealella* est le principal ravageur des épis de cette céréale en milieu paysan sénégalais (7).

Il est cependant important de remarquer que si dans notre étude le grenier est resté non perturbé pendant plusieurs mois (ce qui est le cas chez un producteur disposant de deux ou trois greniers), dans le cas du petit paysan disposant d'un seul grenier, des épis sont prélevés chaque jour pour assurer la ration, ce qui rompt partiellement l'infestation en cours (7). Il serait donc intéressant de reprendre l'étude dans ces dernières conditions, afin d'y examiner l'évolution des populations de l'insecte.

#### Remerciements

J'adresse mes remerciements à Messieurs B. Sidibé et A. Fall pour l'entretien des pièges et le triage des captures. Enfin à Messieurs M. N'Doye, ISRA CDH de Cambérène; Y.M'Bodj, ISRA CRA de Djibélor; A. Rouzière, ISRA Kaolack; Mme A. Guèye, Université de Dakar; L. Cissé ISRA/DRPV et Ch. Verstraeten FSAGx pour la lecture et la critique du manuscrit.

### Références Bibliographiques

1. Candardel H. & Stockel J., 1972. Recherches par élevage en insectarium et par piégeage sexuel, sur le cycle annuel de l'alcute des céréales *Sitotroga cerealella* Oliv. Lep. Gelechiide et sur le rôle des cultures de blé et de maïs dans le maintien de l'espèce en Aquitaine. Ann. Zool. Anim., 4(3) 311-328.
2. Gahukar R.T., 1976. Incidence économique des principaux insectes ravageurs des denrées stockées en Inde. INRA. B.T.I., (36), 35-39.
3. Gough M.C. & King P.E., 1980. Moisture content/Relative humidity equilibria of some Tropical cereal grain. Tropical stored product information (39): 13-17
4. M'Bengue H.M., 1986. Les équipements et matériels de traitement post-récolte des céréales au Sénégal. (Résultats d'enquêtes dans les régions de Diourbel et de Thiès). Doc. de travail 86 (5); ISRA Département Systèmes, 39 p.
5. N'Doye M. & Gahukar R.T., 1987. Les insectes ravageurs du mil en Afrique de l'Ouest et les moyens de lutte. Proceedings International Pea Millet Workshop. 7-11 April 1986. ICRISAT Center, INDIA. 183-194.
6. Pruthi HS & Singh M., 1950. Pest of stored grain and their control. Indian J. Agri. Sci. Special issue.
7. Seck D., 1983. Etude d'un ravageur des céréales. *Sitotroga cerealella* Oliv. Lep. Gelechiidae; en milieu paysan au Sénégal. Mémoire de fin d'études. Fac. des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique) 123 p.
8. Seck D., 1987. Rapport d'activité du programme stockage ISRA SCS/NIORO. 30 p.

## Ecole Supérieure de Droit à l'Université de Ouagadougou (Burkina Faso)

P. Meyer

La Coopération Technique Universitaire Belge ne se limite évidemment pas au secteur du développement rural. Il a paru utile d'esquisser ici les grandes lignes du projet «Ecole Supérieure de Droit E.S.D.» organisée en collaboration avec le Gouvernement du Burkina Faso. La synthèse qui suit a été réalisée sur la base d'un document plus complet rédigé par le Chef du projet P. Meyer ; cette note peut être obtenue sur simple demande au Secrétariat d'Agri-Overseas.



Le projet Ecole Supérieure de Droit se réalise au sein de l'Université de Ouagadougou et a, en conséquence, comme partenaire national le Ministère de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique.

Le projet E.S.D. est d'abord un projet d'appui à la formation juridique dispensée au sein de l'Université de Ouagadougou. Cet objectif implique une contribution à la formation universitaire dans le domaine du droit. On poursuit, en outre, un objectif plus vaste de diffusion du droit national. En effet, la méconnaissance et l'ineffectivité du droit constituent au Burkina — et dans nombre de pays africains — un problème majeur.

Le projet assure enfin, à la demande des autorités publiques nationales, un service de consultation juridique.



Le projet a débuté en 1983 et a fourni du personnel spécialisé, passé progressivement de 6 unités à 4 en 1986 et à 2 depuis 1990 ; trois missions brèves d'enseignement sont prévues par an actuellement.

vues par an actuellement.

Le projet a fourni à l'E.S.D. des moyens matériels consistant en :

- un fond documentaire (2800 ouvrages et 44 collections)
- des équipements informatiques et des appareils de reproduction par micro-fiches.
- du matériel divers de bureau, et plusieurs tables, chaises, photocopieuses, machines à stencils à encre et électroniques.
- des bourses de stage destinées à la formation complémentaire d'homologues en Belgique et de certains étudiants sortis de l'E.S.D.

Les activités de recherche ont consisté essentiellement en un travail de recherche documentaire, en publications, et dans l'organisation et la participation à des séminaires.

Le projet et l'E.S.D. publient ensemble la Revue Burkinabé de Droit (18 numéros semestriels parus). Les enseignants eux-mêmes collaborent à diverses publications en plus des manuels de droit mis à la disposition des étudiants et du public.

Deux enseignants chercheurs belges ont, dans le cadre d'une sous-commission technique spécialisée de 3 personnes, élaboré la version définitive du nouveau Code des Personnes et de la Famille. Un enseignant a collaboré à une étude commandée par le Programme des Nations-Unies pour le Développement sur les collectivités publiques décentralisées.

Adresse :

Projet Ecole Supérieure de Droit  
03 - B.P. 7021 Ouagadougou 03. Burkina Faso.

reçu le 25.04.91 et accepté pour publication le 25.04.91

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

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

## **Caractéristiques et fonctionnement d'un écosystème agro-piscicole aménagé dans les marais du Tabasco (Mexique).**

Halen H., Rosado Couoh J-L., Micha J-C. et Meyer J.

Presses Universit. Namur, Rempart de la Vierge 8; B-5000 Namur, Belgique.

42 pages DIN A4, 23 figures, 5 tableaux, 2 photos couleurs; 1991.

300 BEF à Banque 250-008698-59 ou CCP 000-0993605-34; Telex 59222 facnam.

Le document sorti récemment de presse est le 4<sup>e</sup> de la série «Eco-technologie des eaux continentales ETEC» en provenance des Presses de Namur. Celui-ci est le résultat d'une collaboration entre les Facultés Universitaires N.-D. de la Paix de Namur, l'Université Catholique de Louvain, et l'Institut National de Recherche pour les Ressources Biotiques du Mexique. L'étude a été réalisée avec l'aide de l'ONG Association pour le Développement, la Recherche et le Développement Intégré et grâce à un financement complémentaire de la Commission des Communautés Européennes.

Le principe utilisé pour tirer parti du haut potentiel productif naturel des zones marécageuses tropicales est de creuser des canaux assez larges pour la pisciculture et de surélever les terres à côté des canaux pour y cultiver sur billons. Il devient alors possible d'obtenir une complémentarité des deux spéculations, surtout si on y introduit d'autres facteurs de productions: Azolla, déchets ménagers ou agricoles, voire engrais. Le système est décrit en détail; il est situé au Sud-Est du Mexique en bordure du golfe du Mexique.

Les auteurs font la synthèse des nombreuses données accumulées, sans excès d'optimisme et en attirant l'attention sur les principaux risques et erreurs possibles. Ils concluent à l'intérêt de ce type d'aménagement de zones marécageuses, à la place des classiques drainages, cultures de saison sèche, riziculture, voire abandon.

Un document intéressant en résumé, facile à lire et très bien illustré. Mais un format désagréable, hélas.

---

## **Libérer la parole paysanne au Sahel.**

Françoise Havelange

Editions L'Harmattan, Paris et IRED; 1991, 126 pages.

Paradoxalement à l'époque où les pays en développement ont un besoin urgent d'avoir accès librement aux médias, ce livre n'évoque pas dans son titre ce dont il va parler.

Et pourtant il s'agit bien de l'usage des médias (presse, radio, télévision) dans certains pays du Sahel: Mali, Niger, Burkina Faso, Sénégal, Togo.

Il est toujours difficile de rendre compte du contenu d'un séminaire. C'est le cas de celui-ci qui a eu lieu en juin 1990 et qui regroupait une cinquantaine d'O.N.G. ayant toutes pour finalité l'usage des instruments des médias. Au travers de la description et de l'énumération des commissions du colloque et des O.N.G. participantes, le lecteur peut trouver de quoi satisfaire son désir de documentation dans ce domaine bien précis.



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

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

**Rédaction:** AGRI-OVERSEAS a.s.b.l., association créée dans le but d'établir des relations professionnelles d'intérêts communs entre tous ceux qui œuvrent pour le développement rural outre-mer.

**Coordonnateur scientifique:** Professeur Dr. Ir. J. Hardouin.

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

**Secrétariat - Rédaction:** Agri-Overseas/Tropicultura, c/o A.G.C.D. Bur. 509, place du Champ de Mars 5, Bte 57, B-1050 Bruxelles; Belgique. Tél.: 02/519 03 77.

**Distribution:** gratuite sur demande écrite.

---

### Instructions aux auteurs

#### Conditions générales:

le manuscrit et deux copies sont à envoyer à Agri-Overseas à l'adresse ci-dessus. Indiquer clairement l'adresse de l'auteur. Fournir la traduction anglaise du titre. Le Comité de rédaction soumettra le texte à deux lecteurs, spécialistes du sujet traité. Il sera éventuellement retourné à l'auteur pour être corrigé ou adapté. Un exemplaire restera dans les archives d'Agri-Overseas. L'auteur principal recevra 20 tirés-à-part de l'article.

#### Instructions pratiques:

Le manuscrit comprendra au maximum 10 pages dactylographiées en double interligne et avec une marge à gauche de 5 cm sur papier blanc de format DIN A4 (21 x 29,7 cm).

#### Disposition:

Titre. court en caractères minuscules.

Keywords. maximum 7 mots-clés en anglais.

Résumé: dans la langue de l'article et en anglais avec un maximum de 200 mots.

Introduction

Matériel et méthodes ou observations

Résultats

Discussion

Conclusions

Remerciements: s'il y a lieu

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

Les références comprendront:

- pour les revues: les noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'article dans la langue d'origine, le nom de la revue, le numéro du volume souligné, la première et la dernière page. Exemple: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion. *Int. Rev. Cytol.* 33, 157-222.

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

Exemple: Korbach M.M. & Ziger R.S., 1972, Heterozygotes detection in Tay-Sachs disease. A prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders. pp. 613-632 in: B.W. Volks and S.M. Aronson (Editors). *Sphingolipids, sphingolipidoses and allied disorders* Plenum, New-York.

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

#### Remarques:

- Eviter les notes en bas de pages.

- Eviter l'emploi des tirets.

- Eviter l'emploi de majuscules inutiles.

- Fournir la nationalité, le diplôme et la fonction actuelle de chaque auteur

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

# TROPICULTURA

1991 Vol. 9 N.2

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

## CONTENTS

### EDITORIAL

Bringing man back in(to) agronomic and animal science research (*in English*).

**A. Nji** ..... 49

### ORIGINAL ARTICLES

The most important fungal diseases of pulses in Kef area (Tunisia) (*in French*).

**B. Nasraoui** ..... 51

Consequence of negative effects of weeds on winter wheat crop in Tunisia: economic thresholds and weed control rentability (*in French*).

**C. Carême & T. Sghaier** ..... 53

Performance of broilers fed with snail (*Pomacea caniculata*) meal as substitute the fish meal or meat and bone meal (*in English*).

**Letty June L. Ulep & Myrna M. Buenafe** ..... 58

Survey on solar drying of safou pulp. Preliminary results (*in French*).

**T. Silou, J. Goma Maniongui, B. Boungou & J.M. Ouamba** ..... 61

Lake Ihema fishery (Rwanda). Commercial production and socio-economical profitability (1981-1987) (*in French*).

**M. Mughanda, J-C. Micha, J. Degand & V. Frank** ..... 69

Positive effect of phosphate fertilization on component's yield of cowpea in Tunisia (*in French*).

**M. Ben Naceur** ..... 77

### TECHNICAL NOTES

Organic matter management in the Tropical soils (*in French*).

**J. Wouters** ..... 81

Village poultry production reality in Mali (*in French*).

**A.O.S. Kounta** ..... 86

The magic glove to fight against difficult weeds (*in French*).

**A. Daelemans** ..... 90

Preliminary notes about seasonal fluctuations of destructive insects of stored mil in traditional storehouses in Senegal (*in French*).

**D. Seck** ..... 92

Higher school of law at the University of Ouagadougou (Burkina Faso) (*in French*).

**P. Meyer** ..... 95

BIBLIOGRAPHY ..... 96



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

