

TROPICULTURA

1986 Vol. 4 N. 3

Driemaandelijks (maart - juni - september - december)

EDITORIAL / EDITORIAAL / EDITORIAL

La Belgique et le développement agro-industriel dans le Tiers-Monde.

M. Servotte

81

ARTICLES ORIGINAUX / OORSPRONKELIJKE ARTIKELS / ARTICULOS ORIGINALES

Entretien des pistes en Afrique, élément essentiel pour le développement rural.

R.R. Appart

83

Influence de la cueillette des boutons floraux sur la production de tubercules chez le haricot ailé ou pois carré (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) D.C.).**L. Lukoki, M. Walangululu et M. M'vita**

93

Prevention of Newcastle disease through vaccination - an assesment

J. Joos and F. Demey

97

PROJETS / PROJEKTEN / PROYECTOS

Etude des stations naturelles et des conditions de culture de *Rauwolfia vomitoria* Atz. au Burkina Faso en relation avec les teneurs en alcaloïdes.**P. Duez, Sylvie Chamart, J. Lejoly, M. Hanocq, B. Zeba, M. Sawadogo, P. Guissou et L. Molle**

100

COMPTES RENDUS / VERSLAGEN / RELACIONES

Coup d'œil sur le Paraguay

G. Berlage

109

Quelques aspects économiques en rapport avec la parasitologie vétérinaire

J. Mortelmans

112

NOUVELLES / NIEUWS / NOVEDADES

117

COURRIER / LEZERSBRIEVEN / CORREO

118

REUNIONS / VERGADERINGEN / REUNIONES

118

BIBLIOGRAPHIE / BOEKBESPREKING / BIBLIOGRAFIA

119

English contents on back cover

Verantwoordelijke uitgever
J. HARDOUIN
Instituut voor Tropische Geneeskunde
Nationalestraat 155
2000 ANTWERPEN



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

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

Editeur responsable :

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

Association créée à l'initiative des Professeurs Mortelmans et Hardouin et du Dr. Kageruka dans le but d'établir des relations professionnelles ou d'intérêts communs entre tous ceux qui œuvrent pour le développement rural outre-mer

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

Comité scientifique

Un représentant de chacune des institutions belges suivantes le compose

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

Secrétariat — Rédaction

Agri-Overseas
avenue Louise, 183
1050 Bruxelles
Belgique

Abonnements

Quatre numéros par an

Ordinaire	1 200 FB
Volontaires dans les PVD Nationaux des PVD	800 FB
Etudiants	500 FB
Par avion	+ 250 FB

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

En F respectivement 200 133 84 42 F
In U.S. \$ respectively 30, 20, 12 5, 6 U.S. \$

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

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

Verantwoordelijke uitgever :

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

Deze vereniging werd door de Professoren Mortelmans en Hardouin en Dr. Kageruka gesticht, met het doel gemeenschappelijke relaties te ontdekken onder al diegenen die overzee voor de landbouwontwikkeling werken.

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

Wetenschappelijke raad

Samengesteld met een vertegenwoordiger van de volgende Belgische instellingen

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

Sekretariaat — Redaktie

Agri-Overseas
Louizalaan, 183
1050 Brussel
België

Abonnementen

Vier nummers per jaar

Gewone	1.200 FB
Vrijwilligers in O.W.L. Inlanders van O.W.L.	800 FB
Studenten	500 FB
Luchtpost	+ 250 FB

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

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

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

Responsible Editor :

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

This association was founded by the Professors Mortelmans and Hardouin and Doctor Kageruka with a view to establishing professional links and fostering common concerns amongst those working overseas towards rural development.

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

Scientific committee

It comprises a representative from each of the following Belgian Institutions

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

Secretariat — Editorial Staff

Agri-Overseas
avenue Louise, 183
1050 Brussels
Belgium

Subscriptions

Four issues a year

Individuals	1.200 FB
Volunteers in D.C. Natives of D.C.	800 FB
Students	500 FB
Air mail	+ 250 FB

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

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

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

Editor responsable :

AGRI-OVERSEAS
avenue Louise, 183
1050 Bruxelles — Belgique

Asociación creada por iniciativa de los profesores Mortelmans y Hardouin y del Dr. Kageruka con el fin de establecer relaciones profesionales o intereses comunes entre todos que laboran por el desarrollo rural en ultra-mar

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

Comisión científica

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

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

Secretaria — Redacción

Agri-Overseas
avenue Louise, 183
1050 Bruxelles
Belgica

Suscripción

Cuatro ediciones por año

Ordinario	1.200 FB
Volontarios en los PVD Indigenos de los PVD	800 FB
Estudiantes	500 FB
Por avion	+ 250 FB

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

Banque Générale du Luxembourg, à
Luxembourg. Grand-Duché de Luxembourg

EDITORIAL

La Belgique et le développement agro-industriel dans le Tiers-Monde

M. Servotte

De plus en plus, on s'accorde à reconnaître qu'une croissance harmonieuse et durable des pays du Tiers-Monde passe par celle de leur agriculture et de leur agro-industrie. L'expérience de la Thaïlande est exemplaire à cet égard.

Si cette croissance agro-industrielle peut et doit, dans une certaine mesure, se réaliser au départ de facteurs locaux, elle implique néanmoins, dans de nombreux domaines, une collaboration poursuivie avec les pays industrialisés.

Cette collaboration peut avoir lieu soit par le biais d'une aide bilatérale, soit dans le cadre d'une assistance multilatérale, soit sur une base commerciale ou encore — c'est ce qui se fait en Belgique — par une combinaison de ces trois formules.

En réalité, la Belgique dispose de pas mal d'atouts pour apporter sa collaboration et pour participer au transfert de connaissances et d'équipements adaptés dans les domaines agricole et agro-industriel.

En effet, notre pays possède une importante tradition agricole, son agriculture est des plus productives dans le monde, la structure agricole est organisée autour de quelques grandes coopératives solidement structurées, nous pouvons offrir une grande expérience en matière d'agriculture tropicale et, enfin, la formation et la recherche peuvent s'appuyer sur des facultés universitaires dont plusieurs ont acquis une renommée mondiale au plan de l'agronomie et de la bio-technologie.

En outre, il convient de souligner l'existence en Belgique d'un grand nombre de petites et moyennes entreprises tant agricoles que productrices de matériel agricole qui, au fil des années, se sont développées en spécialistes et de par leur taille peuvent particulièrement bien convenir pour des opérations de collaboration technique avec des moyennes entreprises dans le Tiers-Monde.

Certaines de ces entreprises se sont d'ailleurs acquises une réputation internationale grâce à une spécialisation poussée notamment en matière de construction d'abattoirs, de sucreries, d'huileries, de brasseries et, bien sûr, de moissonneuses-batteuses.

En d'autres termes, le secteur de l'agriculture et de l'agro-industrie est sans doute l'un de ceux où la Belgique est la mieux placée pour développer non seulement ses échanges, mais encore sa collaboration industrielle et technique avec des entreprises étrangères.

C'est dans ces perspectives que l'Office Belge du Commerce Extérieur consacre une attention particulière à toute action qui peut contribuer à valoriser davantage ce potentiel.

C'est ainsi qu'en Belgique, l'O.B.C.E. diffuse régulièrement les adjudications internationales ainsi que les avis relatifs aux projets agricoles et agro-industriels, en particulier ceux financés par la Banque Mondiale et d'autres organismes financiers internationaux.

En outre, l'O.B.C.E. invite régulièrement en Belgique des responsables du développement agricole et agro-industriel de pays du Tiers-Monde afin de les familiariser avec la technologie et les réalisations belges dans ce domaine et ce, notamment à l'occasion du Salon International de l'Agriculture qui se tient chaque année à Bruxelles.

Parallèlement, l'O.B.C.E. développe une série d'actions à l'étranger pour mieux faire connaître le potentiel exportateur belge dans le secteur concerné :

- participation à des Salons spécialisés tels que "Agrotech" à Bangkok;
- organisation de missions thématiques comme celles qui se sont rendues récemment en Algérie et en Malaisie;
- diffusion de brochures en plusieurs langues concernant les entreprises belges productrices d'équipements et de techniques destinés à l'agro-industrie.

Enfin, il convient de souligner qu'outre ces actions collectives de promotion, l'O.B.C.E. se tient, bien entendu, également à la disposition des entreprises belges qui, sur une base individuelle, souhaitent prospector des marchés étrangers ou y participer à des manifestations commerciales, techniques ou scientifiques en vue d'appuyer leurs efforts de prospection.

Ce faisant, l'O.B.C.E. poursuit un triple objectif :

- diversifier nos échanges commerciaux;
- détecter de nouveaux marchés
- consolider l'image de marque de la Belgique, pays de grande tradition agricole et industrielle, désireux de collaborer au maximum avec tous les pays du monde et de les faire bénéficier de son savoir-faire et de sa technologie avancée.

Marc Servotte,
Directeur Général a.i. de
l'Office Belge du Commerce Extérieur
World Trade Center - Tour 1 - Bte 36
Boulevard Emie Jacqmain, 162
1000 Bruxelles (Belgique)

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Entretien des pistes en Afrique élément vital pour le développement rural

R.R. Appart*

Résumé

L'auteur, après avoir rappelé quelques considérations générales sur les pistes ou routes rurales, met l'accent sur l'importance économique de leur entretien.

Il examine les raisons et les types de détériorations, développe les techniques et les moyens pour y porter remède, et dégage les conséquences d'un manque d'entretien. Il donne une estimation du coût des travaux d'entretien lequel est faible comparé à celui de la remise en état ou à la valeur de l'investissement.

Certains facteurs susceptibles d'influencer la politique et la stratégie à appliquer en matière de l'entretien des pistes sont envisagés, tels que les dispositions institutionnelles, l'aide extérieure financière et technique, les problèmes de financement et la diffusion de l'information technologique.

Plusieurs conclusions sont enfin émises.

Summary

After drawing attention to some considerations concerning feeder roads, the author, stresses on the economic importance of their maintenance in developing countries.

He examines the reasons for and types of deterioration encountered, discusses techniques and means used to maintain them, and examines the repercussion of a lack of maintenance.

He gives an estimated cost for maintenance which is low compared with rehabilitation or investment values.

Some factors which may influence policy and implement strategy are considered, such as institutional arrangements, technical and financial assistance, finance problems, and access to technological information.

Finally, several recommendations are suggested.

Avant-propos

Il n'est pas contesté que le développement rural, considéré comme une priorité pour cette fin de siècle dans les pays en développement, permettra de réduire la dépendance alimentaire, première cause d'endettement des Etats d'Afrique.

Le développement rural repose sur :

- a) la motivation des producteurs (existence d'un marché suffisamment rémunérateur)
- b) la technologie adaptée (aménagement, mise en valeur, protection des sols, intrants, protection des récoltes ou des cheptels, mécanisation etc...)
- c) le réseau des échanges.

La motivation économique dépend de la politique intérieure des Etats (voir recommandations du Fonds Monétaire International sur l'encadrement); la technologie adaptée est constamment perfection-

née par les Universités ou par l'assistance technique (voir not. le Training and Visit System); par contre, le réseau des échanges est trop souvent pris en compte de façon pratiquement marginale.

Partie intégrante du réseau des échanges, le rôle des pistes rurales et leur entretien suffisant nous paraissent être un facteur déterminant du développement.

1. Définition

La piste est une route en terre créée sans modification importante du terrain naturel autre que le défoestage, le dessouchage et le débroussaillage. Elle peut être définie comme une route destinée à supporter un faible trafic dans des régions où l'agriculture est prédominante. Une des caractéristiques de la piste est de ne pas pouvoir assurer le trafic

* Avenue Lambermont, 32 — B-1342 Limelette.

en toute circonstance. La circulation est fréquemment interrompue pendant la saison des pluies. La piste pourra faire l'objet d'améliorations telles que couche de roulement en matériaux sélectionnés (latérite, graveleux), profils, tracé, digues, radiers. Elle sera dans ce cas classée, suivant l'appellation en pays francophones "route en terre" par opposition aux routes revêtues et pistes. On considère généralement qu'il y a lieu à amélioration dès que le trafic dépasse 10 véhicules/jour environ.

A l'inverse des routes importantes : internationales, nationales, provinciales ou départementales, les pistes ne sont pas classifiées. Au lieu du terme "piste", il est parfois utilisé les vocables : route rurale, route sommaire, piste de collecte (feeder roads, en anglais).

2. Objectifs d'un réseau de pistes

L'objectif fondamental de la prise en compte d'un réseau de pistes vise avant tout le développement rural d'une région, d'un pays et en particulier son développement agricole et sa sécurité alimentaire (objectifs prioritaires de la Convention Lomé III).

Un réseau de pistes doit permettre :

- le transport des "intrants" nécessaires à l'agriculture et la distribution des fournitures essentielles aux dispensaires et écoles
- la commercialisation des produits agricoles
- l'approvisionnement des services de l'agriculture, vétérinaire, et médical
- en général, l'augmentation du niveau de l'activité économique et de l'amélioration des conditions de vie de la population rurale.

3. Caractéristiques des pistes

Il n'existe pas de normes strictes pour les pistes. La largeur de l'emprise peut varier de 7 à 10 mètres et celle de la plate-forme (chaussée et accotements) de 4 à 5 mètres ou plus, avec des pentes transversales de l'ordre de 3 à 4 %.

L'évacuation des eaux superficielles se réalise par des fossés ou drains dont la section sera suffisante pour assurer la collecte des eaux des plate-forme et surface des talus. Les ouvrages d'art, de franchissement et d'assainissement sont de conception très modeste afin d'en réduire le coût et de pouvoir les construire aisément.

L'utilisation de tablier de pont en bois et grumes traités, de buses en béton ou de préférence métalliques (du type ARMCO), des gabions, de pierres sèches est fréquent. Le dimensionnement de ces ouvrages est fonction des débits maxima à évacuer.

Ces débits peuvent se calculer soit à l'aide de formules empiriques du type de celle dans laquelle interviennent le coefficient de ruissellement (C), la superficie du bassin versant (S), l'intensité de l'averse (I) choisie pour un temps de concentration (tc) et une probabilité de retour (P)

$$Q = \frac{CXSXI(tc)(P)}{360} \text{ m}^3/\text{sec}$$

soit à partir du débit spécifique de crue connu pour d'autres bassins versants de mêmes caractéristiques, soit à partir de jaugeages.

On évitera de dépasser 5 à 6% de pente pour limiter les phénomènes d'érosion. Cependant dans les pays à relief difficile, une déclivité maximale de 10% est autorisée.

La question des "standards" de construction des pistes est importante, car ils devraient répondre aux exigences inhérentes aux faibles volumes de trafic. Cependant si cette observation est évidente, il apparaît que certaines pistes ont été et continuent à être construites suivant des "standards" non appropriés et dès lors à des coûts excessifs.

4. Nécessité, objectifs et intérêt de l'entretien des pistes

Dans les pays en développement, il ne fait plus de doute qu'un réseau de pistes est indispensable si l'on veut assurer le développement économique ou social ou la prospérité d'une région.

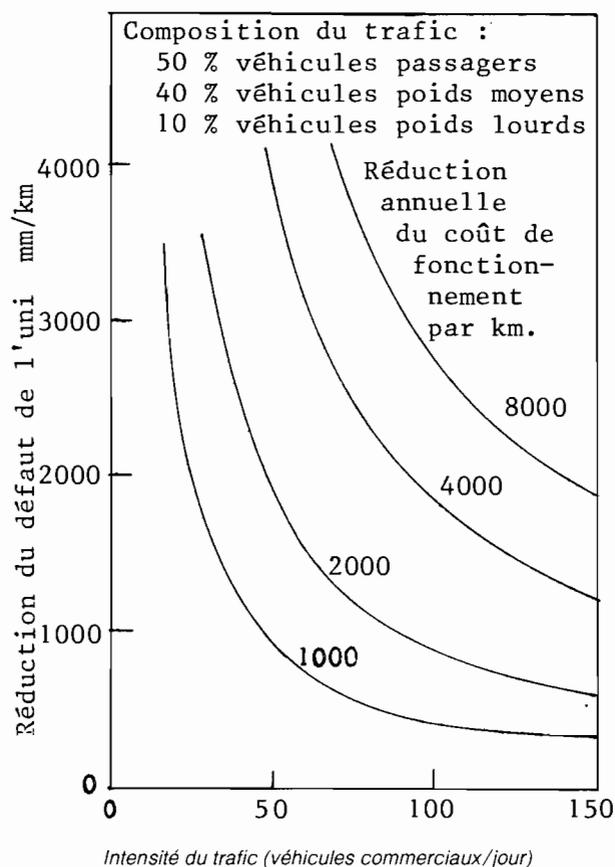
Les responsables de certains pays africains, prennent de plus en plus conscience que la crise dans le domaine agricole est due aux carences du système de transport, à l'absence des routes et pistes.

L'entretien des pistes ou routes vise trois objectifs principaux (1) :

- prolonger leur durée de vie et différer l'échéance à laquelle il faudra les renouveler (ce qui intéresse les autorités en charge des pistes ou routes)
- contribuer à maintenir les pistes ou routes ouvertes plus régulièrement et à assurer aux services de transport routier une régularité, une ponctualité et une sécurité accrues (ce qui intéresse les habitants de la région)
- réduire le coût de fonctionnement des véhicules (15%) et par conséquent celui des transports (ce qui intéresse les usagers des pistes ou routes). Dans ce domaine, un programme de recherche a été réalisé par le Building and Road Research Institute (BRRI) du Ghana, en coopération avec le UK Transport and Road Research Lab (TRRL) sous la direction de M. PWDH Roberts, afin de savoir quel serait la réduction du coût de fonctionnement au km/an des usagers roulant sur des routes non revêtues améliorées.

Les données sur les coûts ont amené à la conclusion que si, par exemple, le défaut de l'uni d'une route supportant 50 véhicules commerciaux par jour était réduit d'environ 1.000 mm/Km*, la diminution de coût de fonctionnement des véhicules serait de l'ordre de US \$ 1.000/Km/an (2).

Le graphique ci-dessous permet d'estimer la réduction de coût de fonctionnement de véhicules par Km et par an en fonction de l'intensité du trafic et de la réduction du défaut de l'uni exprimé en mm/Km.



Puisqu'un réseau de pistes représente un capital non négligeable, il y a tout intérêt à l'entretenir et cette tâche semble aujourd'hui avoir une importance accrue. Avec le temps, la Banque mondiale (3) a constaté que la rentabilité économique des projets d'entretien routier est très élevée et bien supérieure à celle des projets de construction, ce qui donne à penser toutefois que de nombreux pays auraient intérêt à affecter des ressources supplémentaires à l'entretien.

Malheureusement, faute de ressources financières, de suite aux carences techniques, au marasme économique et au fonctionnement chaotique, l'entretien des pistes dans nombreux de ces pays est soit abandonné depuis des années, soit laissé à

désirer. Dès lors, leur état est abominable ne permettant qu'occasionnellement un trafic très limité (85% des pistes du Kivu au Zaïre sont abandonnées)** et nécessiterait dans le cadre d'un projet de développement une réhabilitation, opération qui est bien plus onéreuse qu'un entretien régulier.

Le maintien en bon état des réseaux de pistes existants mérite donc, avant même leur extension, de prendre rang parmi les préoccupations majeures des responsables africains.

5. Paramètres influençant la tenue des pistes et les causes générales de leur détérioration.

5.1. Certains paramètres ont une grande influence sur la tenue des pistes. Ils varient suivant les régions et les pays. Notons ici :

- le climat : eau, vent
- la végétation : chute d'arbres, croissance rapide de la végétation
- le sol : soit le sol naturel sur lequel repose la piste, soit la qualité de la terre d'apport ou terre d'emprunt. La teneur en eau du sol joue aussi un rôle important
- le trafic : cause principale de dégradation, est l'élément par excellence qui définit les besoins en entretien (4). Pour les pistes, le trafic se mesure habituellement en véhicules/jour, alors que pour les routes, les quantités de trafic peuvent être estimées :
 - soit en tonnes kilométriques,
 - soit en "équivalents" véhicules légers (e.v.l.) /an/jour/heure, et ce pour matérialiser la différence de nature et d'agressivité entre les véhicules lourds et légers. Le mode le plus utilisé est de rapporter l'ensemble du trafic à un trafic "équivalent" de véhicules légers en affectant de coefficients les autres types. C'est ainsi qu'un camion porteur sera compté pour 3 e.v.l., par exemple.

5.2. Quant aux causes générales de détériorations, elles sont nombreuses, mais beaucoup sont communes à plusieurs pays (5)

- ressources budgétaires limitées
- normes de construction peu élevées
- matériaux, dans la plupart des cas, inadéquats pour construire des routes ou pistes de bonne qualité
- manque d'équipement (notamment de pièces de rechange)
- absence de données sur le trafic, nécessaires à la programmation
- charges par essieu trop élevées (particulièrement des surcharges)
- non-respect des barrières de pluies
- absence d'une gestion ferme de l'entretien
- manque de formation du personnel d'entretien

* Mesuré par la méthode du "Bump integrator"

** Journal "Le Soir" du 28.06.85. Faute de routes, les paysans du Kivu sont pratiquement abandonnés à eux-mêmes.

6. Tâches pour l'entretien des pistes

Il faut entendre par entretien, le maintien dans de bonnes conditions des pistes récemment aménagées ou réhabilitées. Les opérations d'entretien comprennent : pour l'entretien **courant**, c'est-à-dire des travaux qui se répètent une ou plusieurs fois par an, le cantonnage et le reprofilage, et pour l'entretien **périodique**, le rechargement. A ces deux opérations, il y a lieu d'en ajouter une troisième qui consiste dans l'entretien du **matériel** et des **installations d'entretien**.

6.1. L'entretien courant

Le **cantonnage** consiste à :

- veiller au bon drainage de la route, en débouchant les fossés et les ouvrages d'art obstrués par la végétation ou par les débris de matériaux divers charriés par les crues.
- réparer les dégradations ponctuelles à la piste en intervenant le plus tôt possible ("point à temps"). Cette opération consiste principalement à réparer les "nids de poules" en formation avant qu'ils deviennent gênant pour la circulation ou altèrent l'assainissement de la fondation.

Le **reprofilage** et mise au gabarit correct de la plateforme a pour but de parer aux déformations de la surface de roulement provoquées par l'action cumulée de la circulation (trafic) et de l'érosion ainsi que d'effacer la tôle ondulée et l'extension des "nids de poules".

Préférentiellement, l'opération de reprofilage s'effectue par passes de niveleuse sans ou avec arrosage et compactage suivant qu'il s'agit de routes à faible ou important trafic. Dans le cas des pistes où la fréquence des passages est de 10 véhicules/jour environ, il n'est pas prévu habituellement d'arrosage et compactage. L'opération qui se réalise de préférence en fin de saison des pluies, lorsque la teneur en eau du sol est optimale, permet encore le recomptage par le trafic et prévient la perte des matériaux les plus fins.

Le reprofilage peut, le cas échéant, être effectué manuellement si l'on dispose d'une main-d'oeuvre surabondante. Cette méthode a d'étroites limites : elle est lente, coûteuse et techniquement insuffisante.

6.2. L'entretien périodique

Le **rechargement** a pour objet de reconstituer périodiquement la couche d'amélioration ou de roulement usée par la circulation, les intempéries et les reprofilages répétés.

Les pertes en matériaux sont dus principalement au trafic, mais aussi à ce qui peut provoquer des phénomènes d'érosion : précipitations intenses, pentes fortes, nature des matériaux. L'observation attentive du comportement d'une piste renseigne le mieux sur l'époque où son rechargement est indispensable.

A défaut de cette observation, il est habituellement tenu compte, pour déterminer la périodicité du rechargement, des pertes en matériaux dues au trafic. Dans ce domaine encore le champ d'expérimentation est très vaste et peu exploré.

Plusieurs méthodes d'estimation de l'usure annuelle des routes en terre existent, aucune mesure systématique n'ayant, à notre connaissance, jamais été entreprise pour l'évaluer exactement (6).

- estimation du C.E.B.T.P.* portant sur l'observation de routes d'Afrique tropicale (7)

Trafic (véhicule/jour)	Usure annuelle
10 — 30	1 cm
30 — 100	2 cm
100 — 300	3 cm

- étude de la commission économique des Nations Unies pour l'Afrique (8) qui donne un ordre de grandeur des pertes annuelles de matériaux calculées par la formule

$$GLA = f \left(\frac{TA^2}{TA^2 + 50} \right) (4.2 + 0.092TA + 3.50 RI + 1.88 Vc)$$

GLA = perte annuelle moyenne de graviers en mm

f = 0.94 pour gravier latéritique (A)

= 1,1 pour gravier quartzique (B)

= 0,7 pour gravier volcanique (C)

= 1.5 pour gravier corallien (D)

TA = trafic annuel dans les deux directions en milliers de véhicules

RI = pluviométrie annuelle en mètre

Vc = pente (m par Km)

L'application de cette formule donne les estimations suivantes (en mm) :

Trafic (véhicule/jour)	Climat pluvieux zone montagneuse		Climat sec	
	Gravier latéritique	Gravier quartzique	Gravier latéritique	Gravier quartzique
25	16	18	4.5	7
150	28	33	—	—
400	37	42	19	30

* Centre Expérimental de Recherches et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics (France)

Au Niger, les résultats de mesures réalisées en 1964 sur des couches de roulement en latérite ont donné une perte annuelle de matériaux de 2 à 3 cm sous des trafics de 30 à 50 véhicules/jour (9).

Au Tchad, avec des circulations faibles, on l'estime à 1,5 cm/an (6).

E. Fenzi (10) donne, pour le Cameroun, des chiffres variant entre 1 cm/an et 2.5 cm/an pour des trafics allant de 10 à 80 véhicules/jour. Ces chiffres doivent être doublés pour une couche de roulement en matériaux sableux, lorsque la saison sèche est assez longue.

L'échelle que l'on peut admettre en moyenne est la suivante (6)

Circulation	Usure moyenne
< 10 v/j	indéterminée
10 v/j	1 cm/an
20 v/j	1.5 cm/an
50 v/j	2 cm/an

Nous avons estimé au cours de missions réalisées dans la région du nord du Rwanda (1980), du sud du Burundi (1984), du sud-ouest du Cameroun (1984), dans les zones de collines du sud-ouest de l'Uganda (1985), que le rechargement devait être effectué avec une périodicité soit de 4 ans pour le Burundi et le Rwanda soit de 8 ans pour le Cameroun et l'Uganda, (différence due principalement au climat, au relief et aux matériaux) et que le reprofilage s'imposerait au moins une fois par an sauf l'année où est prévu le rechargement.

6.3. L'entretien du matériel et des installations d'entretien.

Cette opération est une fonction connexe essentielle qui fait normalement partie intégrante de l'organisation routière.

7. Les méthodes d'entretien des pistes

7.1. Le choix des méthodes

Cinq paramètres principaux déterminent le choix de la méthode d'entretien à mettre en oeuvre :

- le trafic a pour effet l'usure de la couche de roulement, la formation de "nids de poules" et de tôle ondulée, et la déformation de la piste
- le climat : en zones tropicales (pluviométrie 800 à 1500 mm) et équatoriale (pluviométrie sup. à 1500 mm). L'humidité permanente favorise la conservation des pistes, cependant qu'une pluie intense est un élément destructeur (dans ce cas leur comportement dépend des caractéristiques géotechniques du sol). En zones désertique et sahélienne, l'action de la sécheresse et du vent favorisera la dégradation des pistes

- l'environnement : forêt, savane, points d'eau, matériaux, zone où se pratique l'entretien
- la population : faible ou forte densité
- les moyens financiers influent sur les possibilités en équipements ou en hommes ou les deux conjointement.

7.2. Classification des méthodes

On distingue 3 méthodes :

- **méthode manuelle** : exécution des travaux par cantonnement, c'est-à-dire à l'aide de la main-d'oeuvre pas ou peu qualifiée recrutée à 5 km environ de part et d'autre de la piste, et formée sur le tas. Cette méthode n'est évidemment applicable que dans des régions où la densité de la population l'autorise, et où le régime des pluies permet que les travaux routiers puissent être exécutés pendant quasi toute l'année.

Les normes pour l'entretien manuel varient de 1 homme/an/km à 1 homme/an/5 km suivant les paramètres dont question au paragraphe 7.1.

- Le cantonnement s'effectue par des équipes de cantonniers comportant 5 à 10 hommes, encadrés par des surveillants, (1 par équipe) et des chefs cantonniers, (1 pour 5 à 10 équipes). L'outillage manuel nécessaire aux cantonniers se limite à des brouettes, pelles, pics, machettes, houes, barres à mine, masses, petit matériel pour maçons. Suivant les pays, le coût de l'outillage manuel est estimé de 20 % à 50 % de celui de la main-d'oeuvre. Habituellement il est prévu des bicyclettes et motos pour le personnel d'encadrement.

- **méthode mécanique** : par l'intervention d'ouvriers en majorité qualifiés et d'engins lourds. L'exécution des travaux, de reprofilage et de rechargement, s'effectue habituellement en régie par des brigades mécanisées composées de niveleuses, compacteurs, bulldozers, chargeurs, camions bennes, citernes, motopompes, remorques à carburants, camions ateliers, groupes mobiles de graissage, matériel de campement, matériel de transmission et véhicules de liaison.

Le rendement moyen d'une brigade de reprofilage, à raison de 2 à 3 passes rapides par an, est de 25 /km/jour de travail effectif et de 3 à 4 km/jour de travail effectif dans l'hypothèse d'un reprofilage-compactage (terres argileuses uniquement) à raison d'un passage tous les deux ans et dans le cas d'un trafic de +/- 10 véhicules par jour (6). Celui d'une brigade de rechargement de 120 à 150 km/an, soit 400 à 500 m/jour de travail effectif (6).

Notons que l'entretien mécanique ne peut être pratiqué par tous les temps et qu'il est tributaire des régions où il est réalisé (voir paragraphe 7.1.)

Cependant la plus grande erreur de certains pays en voie de développement est peut-être de croire que l'entretien des pistes ou routes à grand renfort de matériel solutionnera leurs problèmes. "Non seulement l'achat d'équipement requière-t-il des sommes importantes de monnaie étrangère, généralement difficile à obtenir, et une aide technique substantielle de l'étranger mais de plus l'importation de combustibles et de pièces de rechange est souvent bloquée, ainsi que l'on risque toujours d'avoir un matériel coûteux inactif pendant de longues périodes" (11).

— **méthode mixte**: entretien manuel par cantonnement des pistes et des ouvrages d'art, complété par un entretien mécanique par reprofilage et rechargement. C'est la méthode que nous recommandons, dans les régions où la main-d'oeuvre est disponible et suffisante, parce qu'elle permet un bon entretien, l'usage intensif de main-d'oeuvre fréquemment sous employée dans les pays en développement, et parce que son coût est inférieur à celui de la méthode mécanique. Il y a lieu cependant de prendre soin de l'efficacité de l'organisation et de l'administration, de l'emploi des outils appropriés et du bon état de santé et de nutrition de la main-d'oeuvre.

Nous recommandons en outre l'utilisation de machines et équipements légers parce que leur investissement en capital et coût de fonctionnement sont moins importants, parce qu'ils sont polyvalents, et parfois, dans le cas des pistes de collines, plus fonctionnels. Ces machines et équipements légers sont: tracteurs agricoles, lames niveleuses, compacteurs tractés, tracteurs du type industriel équipés d'un chargeur et d'une pelle, citernes et remorques diverses tractées, matériel de campement et de transmission, véhicules de liaison, motopompes.

8. Estimation des coûts

Lorsque les travaux sont raisonnablement efficaces, l'entretien d'un réseau de routes en gravier n'exige pas de dépenses très élevées. Quelques 2 %, ou un peu moins, de la valeur de l'infrastructure routière (valeur de remplacement ou valeur initiale de l'investissement actualisée) suffisent en général à financer les opérations d'entretien courant et périodique annuelles nécessaires ainsi que l'entretien et le renouvellement du matériel utilisé (3)

D'une piste à l'autre, d'un pays à l'autre, ces coûts fluctuent largement et dépendent de nombreuses variables :

- niveau de l'entretien
- méthode de l'entretien
- caractéristiques géométriques et géotechniques
- environnement, climat
- importance du trafic

— économique : frais de transport, éloignement des ports d'importation, enclavement du pays, coût du personnel, du carburant...

— méthode de prévision ou d'estimation des coûts : analyse des dépenses, analyse des rendements des équipes en fonction des conditions et moyens d'exécution des travaux, exploitation de la comptabilité analytique.

En conséquence, les coûts estimatifs, ci-après exprimés en monnaie nationale, sont donnés sous toute réserve, et compte tenu des variables précitées, ne peuvent être extrapolés ou comparés entre eux en les convertissant, au cours du change, en une monnaie de référence, le US \$ par exemple. Ils nécessitent par ailleurs et pour la plupart d'être actualisés.

Pays	Année	Monnaie	Coût/km/an	Méthode d'entretien
Gabon (9)	1965	C.F.A.	75 à 100.000	inconnue
Mauritanie (9)	1966	U.M.	80.000	inconnue
Mali (9)	1971	F.M.	30 à 50.000	inconnue
Rwanda (Nord)	1981	FRW	80.000	Mixte (engins légers)
Burundi (S.E.)	1984	FBU	82.000	Mixte (engins légers)
Cameroun (S.O.)	1984	CFA	370.000	Mécanique (engins lourds)
Uganda (S.O.)	1985	US\$	165.000	Mixte (engins légers)
Côte d'Ivoire (région forestière de l'ouest)	1985	CFA	570.000	Mécanique (engins lourds)

Selon la Banque mondiale, pour les pistes en terre, les dépenses annuelles souhaitables sont comprises entre 100 et 1.000 US \$ le km. Les marges sont très larges parce que les dépenses dépendent beaucoup de la rigueur du climat, de l'ancienneté des chaussées et de la densité de la circulation (3).

9. Incidence sur le réseau de pistes existant et sur le processus de développement d'une région provoqué par un manque d'entretien.

L'abandon de l'entretien des pistes signifie une paralysie progressive de la région desservie par celles-ci, les objectifs développés au paragraphe 2 ne pouvant être atteints. La végétation envahira progressivement les pistes, les ouvrages d'art seront soit effondrés, soit colmatés, le drainage n'étant plus assuré provoquera des phénomènes d'érosion. De plus, s'il était envisagé, dans le cadre d'un projet de développement agricole ou intégré, la réhabilitation du réseau des pistes abandonné depuis une ou plusieurs années, cette opération reviendrait beaucoup plus cher, au moins 10 à 15 fois, qu'un entretien régulier. En d'autres termes, le coût au Km pour la réhabilitation d'une piste serait semblable à celui de l'entretien correct de ce km pendant 10 à 15 ans (variable suivant les pays, climats et méthodes).

10. Les institutions en charge des infrastructures routières

Les dispositions institutionnelles prises pour l'entretien des pistes varient d'un pays à l'autre : elles peuvent aller de l'intégration complète du réseau national placé sous la responsabilité d'une direction centrale (Ministère des Travaux Publics ou de l'Équipement) et dont l'entretien est supporté par le budget de l'État, à la décentralisation totale des opérations à charge des autorités régionales ou locales (communes, districts, préfectures...), ce qui est le cas le plus fréquent. Mais quelles que soient les dispositions prises, elles sont loin d'être efficaces.

Pour les services centraux, l'entretien des pistes est considéré soit comme un problème marginal, puisqu'ils ne sont pas à même de résoudre celui de l'entretien des routes, soit comme une entrave à l'exécution de leurs propres travaux d'entretien routiers. Pour les autorités locales, les pistes qui représentent un intérêt vital, ne peuvent être valablement entretenues faute de ressources et du manque d'organisation.

Comment dès lors résoudre ce problème ?

Plusieurs solutions peuvent être envisagées :

a) assistance par des institutions ou organismes financiers

b) assistance par des organisations non gouvernementales (ONG) telles que US AID (1), CARE (1), SATA (2), DAVIDA (3), FINNIDA (4), KFW (5), etc...

c) coopération bilatérale

d) certaines organisations internationales : PNUD (6), FAO (7), FIDA (8), FED (9), OCDE (10), etc...

e) mise en application de moyens originaux pour réduire le coût de l'entretien.

Nous développerons ci-après les points a) et e).

11. Les projets d'entretien des pistes et les institutions ou organismes financiers.

Comme les pays en développement prennent de plus en plus conscience de l'intérêt que représente l'entretien routier, qu'il s'agisse de routes importantes ou de pistes, et compte tenu de l'insuffisance de ressources financières et de personnel qualifié, beaucoup se tournent vers des banques régionales et la Banque mondiale pour leur demander assistance. En général, celle-ci consiste à octroyer des prêts pour :

- a) l'achat d'équipement et matériel routier, de véhicules, d'un stock initial de pièces de rechange, la construction d'ateliers et de hangars,
- b) la remise en état d'un matériel existant mais inopérant faute de pièces de rechange,
- c) couvrir le coût de fonctionnement des engins et véhicules,
- d) assurer l'assistance technique et la formation.

Il est rare que ces organismes participent au financement des coûts (salaires et indemnités) du personnel local.

Certaines banques accordent parfois des prêts destinés à financer certaines composantes des programmes nationaux ou régionaux d'entretien des pistes telles que l'entretien courant, ou l'entretien périodique, ou celui du matériel. Dans certains pays, la Banque mondiale a fourni une assistance technique et financière à des programmes pilotes conçus pour l'entretien et l'amélioration des routes rurales et destinés à être répétés sur une échelle nationale. Comme le souligne cette Banque, "il faut veiller à ce que la possibilité d'obtenir un financement extérieur, qui de toutes façons ne peut couvrir qu'une petite fraction de la charge financière totale, ne crée pas de préjugé en faveur des techniques importées à fort coefficient de matériel" (3).

12. Moyens pour réduire le coût de l'entretien des pistes

12.1. Donner davantage de responsabilités en matière d'entretien des pistes à ceux qui en bénéficient (3).

Les exploitations agricoles, les coopératives agricoles pourraient prendre à leur charge cette opération, surtout dans les régions aptes aux cultures de rente : café, cacao, palmier à huile, thé, coton, hévéa...

En variante, il serait envisageable d'affecter à l'entretien des pistes, une fraction significative des bénéfices réalisés sur la collecte et l'exportation de ces produits agricoles de rente (cash crops).

Dans un même ordre d'idée, les petits exploitants agricoles pourraient contribuer largement à l'entretien des pistes, par des travaux à forte intensité de main-d'œuvre, éventuellement avec l'aide financière et technique de l'État, comme cela se pratique au Kenya et au Mexique. Dans de nombreuses régions de ce dernier pays, des accords sont

(1) Organisations américaines pour le développement international

(2) Swiss Assistance for Technical Assistance

(3) Organisation danoise pour le développement international

(4) Organisation finlandaise pour le développement international

(5) Kreditanstalt für Wiederaufbau de l'Allemagne fédérale

(6) Programme des Nations Unies pour le Développement

(7) Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

(8) Fonds International de Développement Agricole

(9) Fonds Européen de Développement

(10) Organisation de Coopération et de Développement Economiques

conclus entre les associations locales formées pour l'entretien routier et la Direction Centrale des Routes, aux termes desquels ces associations acceptent de fournir chaque année une certaine quantité de main-d'oeuvre rémunérée au-dessous du salaire minimum normal, pour maintenir les routes de la région en bon état (3).

Au Rwanda et au Burundi, la population rurale est soumise à certains travaux communautaires parmi lesquels l'entretien des pistes. Les résultats ne sont pas toujours satisfaisants. Les paysans utilisent en général leurs instruments agricoles fautes, pour les instances locales, de leur procurer de l'outillage proprement routier. En outre, ils estiment que le bénéfice de l'usage de la route va aux transporteurs et saisissent mal à leur niveau, que moins bonne est la piste, plus cher ils devront payer le transport de leurs personnes, de leurs biens et de leurs récoltes. Nous avons constaté une situation semblable en Uganda et au Cameroun.

En conséquence, si la mobilisation des ressources locales en main-d'oeuvre constitue un moyen pour réduire le coût de l'entretien des pistes, elle doit nécessairement et préalablement être associée à une sensibilisation de la population qui doit prendre conscience de l'intérêt que constitue pour elle un réseau de pistes bien entretenu et à peu de frais.

12.2. Fournir aux collectivités locales ou aux instances chargées de l'entretien des pistes des ressources financières renouvelables leur permettant d'affecter à ces travaux du personnel permanent qualifié et semi-qualifié, l'outillage et les matériaux nécessaires.

Une ressource renouvelable à créer serait par exemple la plantation le long des pistes de rangées d'arbres à croissance rapide et à génération naturelle qui, outre le capital, procurerait des avantages appréciables en matière de lutte anti-érosive dans les pays ou régions à relief difficile. Une étude, non publiée, a été réalisée au Burundi en 1983-1984 : l'essence retenue étant l'accacia mairnsii (black wattle) dont la valeur comme bois de chauffe et charbon de bois ainsi que la richesse en tanin sont très appréciées. Selon cette étude, les recettes d'exploitation d'une plantation de trois rangées d'arbres de chaque côté de l'emprise, à l'écartement de 0.5 m dans chaque rangée, soit un capital de 12.000 arbres par km de piste, couvriraient les coûts d'entretien en laissant même un solde destiné à alimenter un fonds d'investissement routier.

Cette formule qui pourrait, avec éventuellement d'autres essences, être appliquée à d'autres climats ou altitudes mais qui n'a pas encore, selon nous, été expérimentée, mérite d'être retenue. Signalons toutefois, qu'elle doit poser pour son exécution et la protection des jeunes plantes contre les dépradations, bien des problèmes, et qu'elle peut, en outre, être à l'origine d'accidents graves.

12.3. Créer un Fonds Routier (9) qui serait alimenté par :

- soit des taxes spécifiques sur les véhicules : droit à l'importation des véhicules neufs, des pièces détachées et des pneumatiques, droits sur les carburants et lubrifiants, les permis de conduire, taxes de circulation, etc...
- soit des taxes sur les importations ou sur certaines exportations dont le développement est tributaire, en partie, de l'état des routes et pistes.

Il semble toutefois qu'il faille plutôt retenir les taxes spécifiques sur les carburants dont la consommation est fonction du niveau de la circulation.

12.4. Recourir plus largement au secteur privé

Le reprofilage et le rechargement des pistes, travaux d'envergure réduite, sont susceptibles d'intéresser des petites entreprises locales de travaux publics. Le coût de ces travaux peut être réduit grâce aux pressions de la concurrence, pressions difficiles à créer dans le cadre de la fonction publique.

Le choix entre la mise en adjudication, en régie ou une combinaison de ces deux possibilités, pour l'exécution des travaux d'entretien, se fait de manière variable (4). La moitié des pays utilisent principalement la régie, 15% principalement les adjudications, le restant une combinaison des deux. Une méthode de partage entre adjudication et régie, que l'on retrouve dans environ 20% des cas, consiste à effectuer l'entretien de routine en régie et l'entretien périodique en adjudication.

A notre avis, trop peu de pays appliquent cette méthode. Compte tenu des rendements faibles, des coûts élevés et de la qualité parfois médiocre de certains travaux réalisés en régie (nivellement, reprofilage, rechargement), ils auraient tout intérêt à les confier au secteur privé.

12.5 Appliquer des méthodes de gestion adéquates. Dans la plupart des pays en développement, il est certainement possible d'améliorer l'utilisation des crédits budgétaires alloués à l'entretien des routes. Ceux-ci seraient probablement suffisants s'ils étaient judicieusement dépensés par l'application de méthodes de gestion adéquates (3).

Les problèmes sont en général un personnel pléthorique insuffisamment formé, supervisé et payé, un taux faible de disponibilité et d'utilisation du matériel, un manque trop fréquent en pièces de rechange, l'affectation d'engins et de personnel à des travaux autres que l'entretien. La majorité de ces problèmes sont essentiellement structurels et ne peuvent être résolus qu'avec le temps.

13. Diffusion de l'information technologique

Les techniques d'entretien routier évoluent et il est important que les progrès soient connus, assimilés et appliqués correctement (4).

13.1. L'entretien des chaussées particulièrement celles non revêtues, et parmi celles-ci les pistes, exige plus que jamais l'apport de la recherche, étant donné notamment son impact économique. Il importe donc que cet apport soit mis en application, le plus rapidement possible, sous forme de projets expérimentaux ou de réalisations pilotes. Dans certains pays, la Banque Mondiale a fourni une assistance technique et financière à des programmes pilotes conçus pour l'entretien et l'amélioration des routes rurales (en terre) et destinés à être répétés sur une échelle nationale (3).

Au Zaïre, l'Office des Routes a depuis plusieurs années mis sur pied et suivi des équipes d'entretien des routes en terre dans les régions de l'équateur et du bas Zaïre.

Parmi les recherches effectuées à ce propos, il apparaît que si la plupart de celles réalisées dernièrement concernent des problèmes d'organisation, un intérêt plus marqué se manifeste actuellement pour des problèmes techniques, de même que pour la diffusion des résultats acquis (4).

Les progrès techniques risquent cependant d'avoir peu d'effets si l'on n'améliore pas parallèlement la gestion, notamment l'analyse des dépenses, si les demandes de fonds ne sont pas introduites sur base des dossiers solides et si la qualification du personnel n'est pas poussée à tous les niveaux (7).

13.2. Il ne suffit pas d'avoir des moyens financiers et humains suffisants pour solutionner le problème de l'entretien des pistes, car contrairement à une opinion malheureusement largement répandue, cette tâche est un art difficile. Elle nécessite, outre des connaissances techniques étendues, une solide expérience, qualité qui font souvent défaut chez les responsables en charge des routes et pistes dans les pays d'outre-mer. Ces pays souffrent en effet d'une carence à tous les niveaux: cadres supérieurs et moyens, personnel de maîtrise, spécialistes: mécaniciens, électriciens, conducteurs d'engins, topographes etc. Leur recrutement et particulièrement

leur formation doivent être un souci majeur, trop souvent ignoré, des dirigeants. Des salaires, fussent-ils attractifs, ne suffisent pas et rien de valable ne peut être entrepris dans ce domaine sans un système cohérent de formation professionnelle tant dans les branches techniques qu'administratives. Il faut cependant prendre garde à ce que celle-ci ne soit froidement calquée sur celle pratiquée dans les pays industrialisés.

14 Conclusions

14.1. La piste doit être considérée dans les pays africains comme un outil de travail indispensable si l'on veut assurer leur développement rural.

14.2. Comme dans ces pays, les ressources en capital sont faibles et à partager entre de nombreux besoins, l'entretien du capital existant ou de l'investissement que représente un réseau de pistes ou routes rurales, est par conséquent plus fondamental et plus bénéfique que dans les pays industrialisés d'autant qu'un entretien régulier et bien exécuté d'un réseau de pistes coûte beaucoup moins cher (10 à 15 fois) qu'une remise en état ou une réhabilitation après plusieurs années d'abandon, et ne représente qu'un faible pourcentage (2%) de la valeur de son remplacement.

14.3. Conscient de l'intérêt que représentent les pistes, les pays du tiers monde accordent de plus en plus une attention sérieuse à leur entretien, mais faute de moyens techniques et financiers suffisants, ils doivent demander une aide extérieure.

14.4. Il existe des solutions permettant de réduire le coût de l'entretien des pistes.

14.5. Il convient d'accorder plus d'importance aux programmes de formation professionnelle.

14.6. Par ailleurs, l'entretien des pistes ne peut se concevoir que si, à son tour, celui des routes importantes est réalisé. Dans le cas contraire, le problème du transport sur les pistes ne serait pas totalement solutionné. En outre, un réseau de routes en mauvais état aurait pour effet d'attirer le transit des véhicules et ainsi d'augmenter le trafic sur les pistes, avec, comme conséquence, une augmentation du coût de leur entretien.

Références bibliographiques

1. Transport and Road Research Laboratory, Overseas Unit Maintenance Management for District Engineers, Overseas Development Administration, Crowthorne, 1981, cité par référence bibliographique 4.
2. Roberts P.W.D.H. 1983. Performance of unsealed roads in Ghana. Transport and Road Research Laboratory. TRRL Laboratory Report 1093. Chapitre 4, pp. 13-14.
3. Banque mondiale — Décembre 1981. Département des transports, de l'eau et des télécommunications. Le problème de l'entretien routier et l'assistance internationale. Chapitre 1, pp. 17 à 26; Chapitre 9, pp. 67-68.
4. Reichert J. — Février 1983. Où en est-on en entretien des routes non revêtues dans les pays en voie de développement? Communication de la Vème Conférence routière afri-

- caine de la Fédération routière internationale, Libreville, 6-11 février 1983, pp. 185-195. Centre de Recherches Routières — Bruxelles.
5. Association internationale permanente des Congrès de la Route "Rapport général — Question V : Routes économiques à faible circulation et rapport du Comité technique des routes économiques". XVIème Congrès Mondial de la Route, Vienne 1979, cité par référence bibliographique 4.
 6. Secrétariat des Missions d'Urbanisme et d'Habitat (S.M.U.H.) et du Bureau Central d'Etudes pour les Equipements d'Outre-Mer (B.C.E.O.M.) 1977. Les métiers de l'entretien routier dans les pays africains. République Française — Ministère de la Coopération, Chapitre 2, pp. 17 à 28; Chapitre 5, pp. 53 à 56.
 7. Centre Expérimental de Recherches et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics (C.E.B.T.P.) 1980. Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux. République Française, Ministère de la Coopération, Annexe, p. 126.
 8. Harral C.G. — Fossberg P.E. — Département des Transports de la Banque Mondiale, novembre 1977. Evaluation de la priorité économique de l'entretien des routes. Conférence Ghana, cité par référence bibliographique 7.
 9. Bureau Central pour les Equipements d'Outre-Mer (B.C.E.O.M.) Centre Expérimental de Recherches et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics (C.E.B.T.P.) 1972. Manuel sur les routes dans les zones tropicales et désertiques. Tome 3 — Entretien et exploitation de la route. République française — Ministère de la Coopération — Chapitre 8, p. 200; Chapitre 10 pp. 281-300.
 10. Fenzi E. — Entretien des routes en terre en pays tropical et équatorial. Secrétariat d'Etat aux Travaux Publics du Cameroun Oriental, cité par référence bibliographique 9.
 11. Harral C.G. — Fossberg P.E. — Département des Transports de la Banque Mondiale. Conférence Ghana 1977 — Texte extrait de l'ouvrage: Technologie des Transports à l'usage des pays en voie de développement, 1979. Chapitre V, p. 26. Transportation Research Board.

R.R. Appart; beige, Ingénieur du Génie Rural AIALV, consultant F.A.O., Banque mondiale, Banque Africaine de Développement, Fonds International de Développement Agricole.

ERRATA

Dans Eyckmans L., Dasnoy J. et Taelman H., 1986, Directives en relation avec la vaccination et la prévention de la malaria. *Tropicultura* 4, (2), 73-76

p 74.

ajouter au paragraphe "Typhoïde - Paratyphoïde".

Il existe depuis peu un vaccin oral (VIVOTIF®) efficace, administré à raison de 1 gellule tous les 2 jours, 3 fois.

p 76.

au paragraphe "Camoquine", lire

Camoquine: est chimiquement apparenté à la nivaquine. Comprimé de 200 mg. — Dose d'usage: 2 à 3 comprimés par semaine. Une prise à long terme peut provoquer une coloration ardoisée des extrémités et du palais. Récemment, des cas de leucopénie (diminution du nombre des globules blancs du sang) associée à la prise de camoquine ont été rapportés.

au paragraphe "Maloprim", ajouter

Rarement des cas de leucopénie ont été décrits.

En bas de page; depuis la rédaction originale de la note, le Docteur H. Taelman est devenu chef de la clinique Léopold II, de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers.

Influence de la cueillette des boutons floraux sur la production de tubercules chez le haricot ailé ou pois carré (*Psophocarpus tetragonolobus* [L.] DC)

L.Lukoki, M. Walangululu et M. M'vita (*)

Résumé

L'impact de la cueillette des boutons floraux et des gousses immatures a été étudié sur 3 cultivars (Chimbu, WB 15 - 12 et ISDR/ Bukavu), du haricot ailé ou pois carré (Psophocarpus tetragonolobus (L.) DC). Il ressort de cette étude que le pincement hebdomadaire des boutons floraux et des jeunes gousses influence favorablement la production de tubercules. En effet, nous avons enregistré un accroissement moyen du rendement en tubercules de 49%. Parmi les cultivars testés, nous avons observé une meilleure réponse au traitement d'ISDR/Bukavu avec un taux d'accroissement de 94%.

Summary

The effects were studied of periodical pruning of flowers buds and young pods on the yield of tubers in three cultivars (Chimbu, WB 15-12 and ISDR/Bukavu) of the winged bean (Psophocarpus tetragonolobus (L.) DC). Weakly removal of the flowers, buds and immature pods increased significantly the tuber yield of 49%. We observed a best response to the treatment with ISDR/Bukavu with 94% yield increase, but has the lowest yield without pruning.

Introduction

Le haricot ailé ou pois carré (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC) est une légumineuse qui possède un haut potentiel de production. Cette espèce présente la particularité intéressante d'avoir presque toutes les parties de la plante comestibles (feuilles, fleurs, jeunes gousses, graines et racines) (1, 5, 7, 8.). Celles-ci ont, en outre, l'avantage d'avoir une haute valeur nutritive dû à une teneur élevée en protéines (3). Les graines mûres sont également riches en protéines (30 à 39%) et en huile (15 à 20%) (2,7).

Les tubercules, avec des teneurs en protéines de 10 à 20%, sont 5 à 8 fois plus riches, à cet égard, que tous les autres tubercules cultivés dans les tropiques (9,11). De plus, la proportion des différents acides aminés essentiels est mieux équilibrée au point de vue de la nutrition humaine. Ces racines pourraient donc constituer un excellent aliment pour les enfants en sevrage et pour les nourrissons. En effet, dans les régions où ces enfants sont nourris avec des bouillies à base de manioc, d'igname, de patates douces, etc..., la substitution de ces racines par celles du haricot ailé pourrait contribuer à réduire le taux de kwashiorkor.

Dans les régions où les protéines d'origine animale sont rares, il conviendrait d'introduire des légumineuses riches en matières azotées qui, tout en améliorant la valeur nutritive de la diète journalière, apporteraient aussi une diversité dans le régime alimentaire. Le haricot ailé, le soja, l'arachide et le niébé méritent une attention particulière à cet égard.

Bien que répandue depuis longtemps dans le sud-est asiatique, la culture du pois carré est d'introduction assez récente en Afrique (10). Il reste encore peu connu dans les régions des forêts équatoriales et tropicales humides de la cuvette zaïroise.

Dans le cadre d'essais d'adaptation de cette espèce dans ces régions, il a paru intéressant de connaître l'effet de la cueillette de boutons floraux et de jeunes gousses sur la production de tubercules. En effet, pendant toute la période de croissance, cette plante sera considérée comme une plante potagère et des prélèvements seront toujours pratiqués. L'influence de ceux-ci est étudiée chez 3 cultivars dans un essai réalisé à Yangambi au Zaïre.

(*) : Département de Phytotechnie, B.P. 28 IFA/Yangambi (Zaïre)

Adresse de correspondance : Dr IS Lukoki Luyeye (Professeur) B.P. 15013 Kinshasa (Zaïre)

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel

Le matériel végétal se compose de 3 cultivars de haricot ailé: Chimbu, ISDR/Bukavu et WB 15-12. Le tableau 1 donne diverses caractéristiques dont la provenance et la coloration des graines.

TABLEAU 1

Diverses caractéristiques des graines des cultivars testés.

Désignation des cultivars	Coloration des graines	Provenance	Lieu de multiplication
ISDR/Bukavu	mélangée: noir et brun-clair	Bukavu	Bukavu
Chimbu	mélangée: noir, brun et mauve	Kinshasa/USAID	Kinshasa/Nsele
WB 15 - 12	mélangée: brun et mauve	Costa-Rica	Yangambi/IFA

2.2. Méthode

Les cultivars ont été semés en mars 1983 selon la méthode du semis direct avec une graine par poquet et un écartement entre plants de un mètre en tout sens. Nous avons effectué un regarnissage des plants non germés après 2 semaines. Les plants ont également été soutenus à l'aide de tuteurs en bois d'au moins deux mètres de haut.

Le dispositif expérimental utilisé est celui des parcelles divisées organisées en blocs aléatoires complets ou "split-plot". Une parcelle comporte 64 plants d'un cultivar testé et se divise en deux sous-parcelles représentant chacune un traitement. Chaque cultivar est répété quatre fois. Pour un cultivar donné, 32 plants subissent, chaque semaine, une cueillette de tout les boutons floraux et jeunes gousses et les 32 autres plantes servent de témoin.

Les témoins sont récoltés au fur et à mesure de leur maturité pour une estimation de la production en graines. Pour les plants traités, la récolte de tubercules a été réalisée en une seule fois, 30 semaines après le semis. Les résultats fournis se rapportent aux 12 plantes centrales de chaque sous-parcelle, excluant les plantes de bordure.

3. Résultats et discussions

3.1. Observations morphologiques

Les observations ont porté sur diverses caractéristiques de la levée, de la fructification et des gousses. Le tableau 2 reprend les résultats obtenus lors de la mesure du taux de levée des plantes.

TABLEAU 2

Taux de levée des 3 cultivars testés.

Cultivars	Nombre de plants levés par blocs				Total des plants levés sur 256	Taux de levée (%)
	I	II	III	IV		
ISDR/Bukavu	63	55	54	61	233	91,1
Chimbu	54	48	58	44	204	79,7
WB 15 - 12	56	61	56	55	228	89,1

Nous remarquons qu'après une semaine le taux de levée paraît très satisfaisant (80 à 90%). Lors du regarnissage des plants non germés nous avons protégé le semis des fortes chaleurs par un paillis. Cette protection a donné les taux de levée suivant: 93% pour ISDR/Bukavu, 94% pour WB 15 - 12 et 93% pour chimbu. Il est à noter que cette pratique a augmenté d'au moins 10% le taux de levée du cultivar "Chimbu".

Dans le tableau 3 nous avons repris les diverses caractéristiques florales et de fructification.

TABLEAU 3

Observations sur la floraison et la fructification.

Caractéristiques	ISDR/Bukavu	Chimbu	WB 15 - 12
1. Floraison			
Initiation florale (Nbre jours)	50	25	41
Boutons par inflorescence	4 - 16	2 - 6	2 - 6
Anthèse (Nbre jours)	70	44	52
50% floraison (Nbre jours)	105	65	80
<i>Coloration des fleurs:</i>			
— Calice	vert	vert, frangé de pourpre	pourpre
— Corolle	bleu	mélange: bleu ciel et pourpre	mélange: blanc à pourpre
2. Fructification:			
Apparition des premières gousses (Nbre jours)	90	52	60
Récolte des premières gousses (Nbre jours)	142	90	105
95% de récolte	222	137	151
Coloration gousses	vert	mélange: violet vert avec ailes pourpres, vert tacheté de pourpre	mélange: violet foncé, vert, violet avec des bords verts
Longueur gousses (cm)	26 (20 - 35)	27 (14 - 35)	26 (18 - 35)
Nombre graines/gousse	15 (12 - 20)	16 (8 - 20)	14 (8 - 22)
Poids moyen de 100 graines (g)	48	30	28

Parmi les caractères permettant une distinction entre les 3 cultivars se trouve la précocité. En effet le cultivar "Chimbu" se montre le plus hâtif alors que l'ISDR/Bukavu est le plus tardif. Ce dernier présente également un potentiel de floraison supérieur aux deux autres variétés vu son nombre de fleurs par inflorescence plus élevé. Un autre caractère distinctif est la coloration des fleurs et des gousses qui constitue un marqueur génétique. L'ISDR/Bukavu possède aussi un haut potentiel de production en graines représenté par son poids moyen de 100 graines supérieur aux deux autres cultivars.

Il est à remarquer que nous avons observé un décalage important entre l'anthèse et l'apparition des premières gousses. Celui-ci pourrait s'expliquer par les chutes importantes des fleurs suite aux fortes chaleurs enregistrées durant la période d'essai.

3.2. Rendement

Le traitement des résultats sur le rendement ne considère que trois blocs sur quatre suite à une détérioration par des animaux des plantes d'un des blocs.

Le tableau 4, reprenant les résultats sur le rendement en graines (kg/ha) des plants témoins, montre que le cultivar ISDR/Bukavu est un bon producteur par rapport aux cultivars Chimbu et WB 15-12. Ces données confirment le haut potentiel de production en graines de l'ISDR/Bukavu.

TABLEAU 4
Production en graines (kg/ha) des plants témoins (To).

Cultivars	Productions moyennes	CV (en %)
ISDR/Bukavu	864	52,2
Chimbu	225	63,4
WB 15 - 12	220	45,9

Les rendements en tubercules des plants témoins et des plants pincés figurent au tableau 5 ainsi que dans le diagramme 2.

TABLEAU 5
Production en tubercules (kg/ha) des plants témoins (To) et des plants pincés (T1) pour les trois cultivars testés.

Cultivars	Traitements	Productions moyenne	CV (%)
ISDR/Bukavu	T ₀	558	29,7
	T ₁	1082	35,2
Chimbu	T ₀	952	38,6
	T ₁	1266	10,8
WB 15 - 12	T ₀	859	43,5
	T ₁	1024	30,3

Pour les plants témoins, nous constatons que la production en tubercules du cultivar ISDR/Bukavu est la plus faible alors qu'il est un bon producteur

en graines. Les deux autres cultivars ont un comportement inverse comme l'illustre la figure 1.

De ces observations se dégage une relation inverse entre le potentiel productif en graines et celui en tubercules chez ces trois variétés de haricot ailé.

Au niveau de l'influence du pincement des plants, l'analyse de la variance, figurant au tableau 6, démontre l'existence d'une différence significative entre les traitements.

TABLEAU 6
Analyse de la variance.

Sources de variation	D.L.	Fobs.
Variétés (V)	2	0,64
Traitements (T)	1	6,74*
Blocs	2	1,16
Interaction V x T	2	0,65
Erreur a	4	
Erreur b	6	

Dans le tableau 5, nous constatons un accroissement moyen de 49 % de la production en tubercules des plants pincés par rapport aux plants témoins. Le cultivar ISDR/Bukavu a montré une meilleure réponse au traitement avec 94 % d'augmentation de la production.

4. Conclusions

Cette étude a révélé que les cultivars Chimbu et WB 15-12 sont de bons producteurs de tubercules et faibles producteurs de graines, alors que l'ISDR/Bukavu présente le phénomène inverse.

Il convient de souligner que la cueillette des boutons floraux et des jeunes gousses a favorablement influencé la production de tubercules chez les trois cultivars, avec un accroissement moyen de 49 %. Ces résultats sont conformes à ceux signalés dans la littérature (1,4,6,11).

Les rendements en tubercules obtenus après pincement des boutons floraux et des jeunes gousses ne sont pas négligeables pour ces régions puisqu'ils varient de 1024 à 1266 kg/ha.

De plus compte tenu de leurs valeurs nutritives (richesse en vitamines, minéraux, protéines), la cueillette et la consommation des gousses immatures sont fort recommandées pour améliorer le régime alimentaire. Dans une culture destinée à la production de tubercules, cette pratique est fortement conseillée car non seulement elle n'affecte pas la tubérisation mais au contraire, contribue à l'augmentation du rendement.

Cependant d'autres études sont encore nécessaires afin d'exploiter davantage les potentialités nutritionnelles qu'offrent cette plante dans la région de la cuvette zairoise.

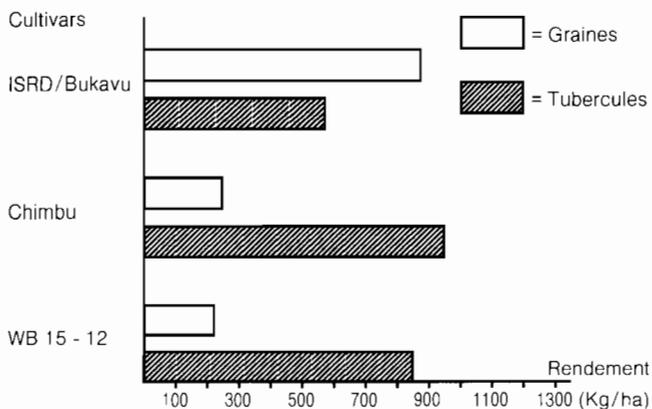


Figure 1 : Production de graines et de tubercules des plants témoins (To).

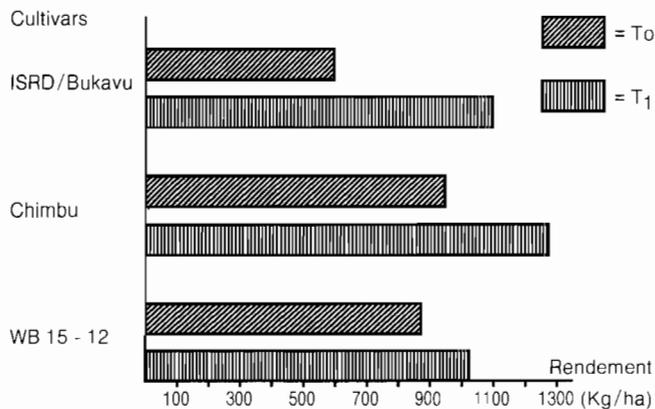


Figure 2 : Production de tubercules des plants témoins (To) et des plants pincés (T1).

Références bibliographiques

- Bala A.A. and Stephenson R.A. - 1980 : The genetic and physiology of tuber production in winged bean. in "The winged bean - Proc. first Intern. Symp. on develop. the potentials of the winged bean - Los Bânos/Philippines" pp. 63-70
- Claydon A. - 1980 The role of the winged bean in human nutrition. In "The winged bean" op. Cit. pp. 263-280.
- Claydon A. - 1981 Winged bean, the vegetable food. 2nd Intern. Symp. on winged bean - Colombo/Sri-Lanka, 9 pp.
- Erath. H.M.W. and Fernandez G.C.J - 1980 Effect of cultural practices on the yield of seeds and tubers in winged bean. In "The winged bean" op. cit. pp. 161-169.
- Khan T.N. - 1976 Papua New Guinea - A centre of genetic diversity in winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC). Euphytica. **25**, PP.693-706.
- Khan T.N. - 1980 : Variation, ecology and cultural practices of the winged bean. In "The winged bean" op.cit. pp. 3-11
- Nas - 1981. The winged bean - A high protein crop for the Tropics. Washington, D.C. - National Academy of Sciences - 2nd Ed., 46 pp.
- N'zi G., Sylla B.S. et Ravelli G.P. - 1980 Introduction du haricot ailé ou pois carré (*Psophocarpus tetragonolobus*) dans la cuisine traditionnelle d'une population rurale de Côte d'Ivoire (Afrique Occidentale). Cah. Nutr. et diét., Vol. XV, n°3, pp 191-199.
- Pospisil F., Hlava B. and Buresova M. - 1980 - The winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) in the "Winged bean" op. cit. pp. 124-128.
- Ravelli G.P - 1978 *Psophocarpus tetragonolobus* ou pois carré, une nouvelle source de protéines pour les populations rurales de la Côte d'Ivoire (Afrique Occidentale). Papier présenté au Séminaire International sur le *Psophocarpus* - Los Bânos/Philippines. 23 pp.
- Stephenson R.A., Kasavan V., Claydon A., Bala A.A. and Kaiulo J.V. - 1981 Preliminary studies on tuber production in winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC). 2nd Intern. Symp. on the winged bean. Colomo/Sri-Lanka, 16 pp.

Lukoki Luyeye - Docteur en Sciences Agronomiques, Gembloux - 1980 Professeur associé IFA/Yangambi, 1980 Professeur IFA/yangambi 1984

Walangululu Massamba Ingénieur agronome - Option. Phytotechnie - IFA/Yangambi 1977 - Assistant à l'IFA/Yangambi, 1977 - Chef de Travaux IFA/Yangambi 1983

M'vita Mbambi - Gradué en Sciences Agronomiques IFA/Yangambi 1982. Etudiant finaliste Ingénieur agronome IFA/Yangambi, 1985

Prevention of Newcastle disease through vaccination : an assessment.

J. Joos*, F. Demey*

Summary

The properties of inactivated, live attenuated and combined vaccines against Newcastle disease are discussed. Their conservation and way of administration are given.

A vaccination scheme is suggested for parents, layers and broilers.

A survey of the most important reasons for failure of the vaccination is given.

Résumé

Les qualités des vaccins inactivés, atténués et combinés contre la Maladie de Newcastle sont discutées, ainsi que leur conservation et administration.

On donne un schéma de vaccination pour les parents, les pondeuses et les lourdes.

Une revue des causes de l'échec de la vaccination est donnée.

Introduction

Newcastle disease in poultry has always been a worldwide problem. That is why several investigations have been done to see how the disease outbreaks can be eliminated. These experiments have led to improved vaccines.

The purpose of this article is to inform the field staff in developing countries on the use and possibilities of the present vaccines.

The vaccines

The poultry farmers rely more and more upon vaccines, at least if they are available. Nowadays one can normally find monovalent and multivalent, inactivated and live vaccines against Newcastle disease on the market.

a) monovalent vaccines

— inactivated vaccines

These vaccines always have to be injected. They hardly ever cause an inflammatory reaction. Besides that, there is no spreading of the virus. A sufficient immunity is obtained after 5-10 days and it lasts about 5 months. However, if the adjuvant incorporated in the commercial vaccine is based on aluminiumhydroxid, a second vaccination has to be done after 2 weeks (10).

Inactivated vaccines should always be kept in a refrigerator (2-6°) and never be put in a freezer, because they lose their activity there. (7, 8, 9, 11, 12).

— live vaccines

Live vaccines can be distinguished by their pathogenic properties: the lentogenic strains have hardly any pathogenicity, e.g. the Hitchner B₁ and the La Sota strains, but the mesogenic strains have more pathogenic properties, e.g. Beaudette, Komarov, Mukteswar, Haifa...

In contrast to the inactivated vaccines, the live vaccines do cause an excretion and spreading of the vaccine virus.

The live vaccines are usually lyophilised.

After a first immunisation with a lentogenic strain, the attained immunity lasts up to 3 months with the Hitchner strain, and 6 months with the La Sota strain.

Mesogenic vaccines may only be used after a prior vaccination with a less pathogenic live or killed vaccine.

The duration of the obtained immunity depends upon the way of vaccination: intranasal it lasts up to 6 months, injected it is sufficient for more than 1 year.

These live vaccines are best given before the laying period, because they reduce the egg production. They can be injected, put in the drinking water, sprayed and dropped into the eye and nose. Some of the live vaccines are very susceptible to deterioration by sunlight and disinfectants.

Lyophilised vaccines must be preserved in the freezer or in the refrigerator. (1, 2, 3, 4, 5).

*Department of animal production, Institute of Tropical Medicine, Nationalestraat 155, B-2000 Antwerpen

b) Multivalent vaccines

Multivalent vaccines are also available. They give protection against two or more diseases : Newcastle disease and infectious bronchitis, Newcastle disease + infectious bursitis and infectious bronchitis, Newcastle disease +Salmonellosis and Pox, Newcastle disease +infectious bursitis and infectious tendovaginitis. Only the last vaccine gives a poor immunological response versus Newcastle disease. All the others give sufficient protection against Newcastle disease but the attained immunity against the other diseases might be inferior than that obtained by a monovalent vaccine, e.g. the multivalent vaccine against infectious bronchitis. (13, 16).

The administration of the vaccines

a) General precautions.

No matter if a mono- or multivalent vaccine is used, some points must always be born in mind to obtain a good immunological response.

Only good vaccines should be adopted, which means well stored and transported. Lyophilisated vaccines may be kept at 4° or in a deep freezer for 2 years. An oil emulsion vaccine must never be put in a freezer but in a refrigerator, where they keep their activity about 1 year. The identification number of the vaccine and the date of the vaccination should always be noted in a logbook.

b) Drinking water

If the vaccination is done through the drinking water, the troughs should be cleaned and rinsed carefully, so that there remain no detergents. The water is cut off about 2-3 hours before the vaccine is put into the water. Better not wait any longer, because the thirsting will reduce the effect of the vaccination.

Before mixing the vaccine into the water, add 250 g of milk or 25 g of milkpowder per 10 liters of water : the milk will inactivate all disinfectants still present. It also acts as a buffer. The amount of water to be given is calculated by the following formula :

$$\frac{\text{number of chickens} \times \text{age expressed indays}}{1.000}$$

with a maximum of 40 liters of water per 1.000 chickens.

c) spray vaccination

A spray vaccination is done with distilled or spring water. Normally one uses 300 ml of water for 1,000 vaccine doses.

The ventilation must be stopped during the spraying, till 15 minutes after the vaccination ?

A spray vaccination is easy to do, as it requires no handling of the animals, but, if the spraying is not done correctly, e.g. if each animal does not receive a sufficient dose, the obtained immunity cannot be predicted. It is better then, to adopt another mode of vaccination. (6, 14, 15).

d) drops

If the vaccination is done through eye drops, distilled water should be mixed with milk or milkpowder. Then 1,000 vaccine doses should be added to 5 ml of water ;

The vaccine solution used for nose drop vaccination has to be prepared in the same way. There is a need to check the cleanness of the nostrils : often they are covered with dust, so that the vaccine does not enter the nasal cavity.

The beak and one nostril should be closed, so that the fowl is forced to inhale the drop through the other nostril.

e) injection

The vaccine can be injected into the pectoral muscles, or subcutaneously in the neck fold.

In case of inflammatory reactions following these injections the ambient temperature must be raised by 2° C if possible, and food supplemented with vitamins and minerals should be given.

f) vaccination scheme

A possible vaccination scheme against Newcastle disease is the following :

parents and layers :

2 weeks : killed or Hitchner vaccine

8 weeks : Hitchner or La Sota vaccine, if the infection pressure is normal and if no severe Newcastle disease outbreaks are nearby.

17 weeks : same as at 8 weeks

broilers :

1 day : Hitchner

or 4-5 days : Hitchner

or 12-16 days : La Sota

broilers should get at least half of the dose given to parents and layers.

In areas where there is a high virulent Newcastle disease virus strain, it is advisable to vaccinate the chickens weekly or biweekly, till they are 2 months old.

The mesogenic strains should only be used when really indicated. This means that if a Hitchner or a La Sota vaccine gives sufficient immunity, there is no need to use a more virulent virus strain, because it might cause an outbreak of Newcastle disease.

If a mesogenic strain has to be used the Mukteswar strain is advised in Asia, while in Africa and in the Middle East, the Haifa or Komarov vaccine is recommended, because they have less residual virulence (2, 3, 5).

Note: Methods and doses described above are those usually accepted. However, the instructions of use provided by the vaccines suppliers should always be strictly followed.

Failure of vaccination

Unfortunately, a vaccination is not always 100% protective against the disease. Vaccination breakdowns might still occur, due to several factors: the vaccine, the diluent, the animal, the user, the virus strain, the hygiene,...

The used vaccine can become inactive because of inadequate storage or transport. It might be given in the wrong way, or even in insufficient doses, with no result at all. At the time of the vaccination, the animal may still have maternal antibodies (till 28 days after hatching). An immunodepressive disease (infectious bursitis, Marek's disease, ...), even without showing clinical symptoms may also mean that the vaccination will not succeed. The same will happen

if the animal is receiving the vaccine together with immunosuppressors, e.g. antibiotics, corticosteroids,...

The surroundings are also important. If animals of different ages are kept in the same place, the risks of vaccination breakdowns are increased: it is possible to vaccinate the elder chicken with a vaccine strain that still has enough residual virulence to infect the younger chicken.

Importation of chickens without putting them into quarantine also contains some risks: a new virus strain might be imported together with the fowl.

The poor hygienic status of tropical nurseries is a non negligible factor: not only does it increase the infection pressure of Newcastle disease, it also augments the number of other infections, which reduce the food intake and consequently facilitate a vaccination breakdown and a disease outbreak. And last but not least, there is often no legal regulation for poultry disease prevention in tropical areas. Even if there is one, there is hardly any control of its application. This can explain why Newcastle disease outbreaks are so frequent in tropical developing countries.

Improvement of poultry keeping is difficult to envisage without effective vaccination campaigns.

Literature

1. Ali B., 1975, Response of chickens to vaccination with K strain of ND under field conditions. *Indian Veterinary Journal*, **508**.
2. Allan W., 1971, The problem of Newcastle disease *Nature* **234**, 129.
3. Allan W., Borland L., 1980, A comparison of the immune response and respiratory effect of 3 clone sizes of virus and 3 ranges of aerosol particle sizes using the lentogenic ND vaccine strain AG 682. *Avian Pathology*, **9**, 153.
4. Borland L., Allan W., 1980, Laboratory tests for comparing live lentogenic ND vaccines. *Avian Pathology*, **9**, 45.
5. Devos A., 1976, *Microbiologie 1, II and III*. Ed. E. Story-Scientia, Gent.
6. Devos A., 1983, *Pluimveeziekten* ed. E. Story-Scientia, Gent
7. Eidson C., Villegas P., Kleven S., 1980, Field trials with an oil emulsion ND vaccine in broiler breed. *Poultry Science* **59**, 702.
8. Eidson C., Thayer S., Villegas P., Kleven S., 1982, Multivalent inactivated oil emulsion vaccines in broiler breeders. *Poultry Science*, **62**, 1978.
9. Jaffery M.S., 1981, Newcastle disease and failure of immunoprophylaxis. International symposium on the immunization of adult birds with inactivated oil adjuvant vaccines, Lyon, France.
10. Kölbl S., 1981, Efficacy of killed vaccines against ND: AI OH vaccine. *Wiener Tierärztliche Monatschrift* **68**, 149.
11. Partadiredja M., Eidson C., Kleven S., 1979, A comparison of immunological responses of broiler chicken to different methods of vaccination against ND. *Avian Diseases*, **23**, 622.
12. Stone, Brugh M., Erickson C., Beard C., 1980, Evaluation of inactivated ND oil emulsion vaccines. *Avian Diseases* **24**, 89.
13. Thayer S., Eidson C., Kleven S., 1983, Multivalent inactivated oil emulsion vaccines in broilers. *Poultry Science*, **62**, 1978.
14. Viaene H., Spanoghe L., Devos A., Sierens G., Bijnens B., 1979, ND field vaccination and immunity in laying hens. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, **48**, 307.
15. Wijfels R., Achourak A., Devos A., Spanoghe L., 1983, ND in Marokko: beschrijving na vaccinatie met Hitchner en La Sota in praktijkomstandigheden. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, **52**, 543.
16. Wyeth P., Gough R., Cullen G., 1981, Immune response of breeding chickens to trivalent oil emulsion vaccines. *Veterinary record*, **108**, 72

PROJETS

PROJEKTEN

PROJECTS

PROYECTOS

Etude des stations naturelles et des conditions de culture de *Rauwolfia Vomitoria* Afz. au Burkina Faso en relation avec les teneurs en alcaloïdes.

Duez P.*, Chamart Sylvie*, Lejoly J.***, Hanocq M.*, Zeba B.***, Sawadogo M.***, Guissou P.***, Molle L.*

Résumé

Cet article présente une étude chimique quantitative du *Rauwolfia vomitoria* Afz. récolté dans divers sites naturels du Burkina Faso (Afrique); il conclut à une large variabilité entre les teneurs en alcaloïdes des écorces de racines par rapport à différents paramètres (diamètre des racines, individus, sites naturels).

Un essai de culture réalisé dans trois stations est présenté et une méthodologie de récolte est proposée. Les teneurs en alcaloïdes des plants mis en culture présentent les mêmes caractéristiques que celles des plants naturels. Les résultats sont évalués en fonction de la production des racines d'écorces et de leur teneur alcaloïdique (résérpine, rescinnamine et ajmaline).

La possibilité d'existence de chémotypes est évoquée.

Summary

This paper presents a quantitative chemical study of *Rauwolfia vomitoria* Afz. in Burkina Faso (Africa) natural sites which demonstrates a large variability of the root bark alkaloid content in relation with different parameters (organ diameter, individual and site).

A cultivation attempt and harvesting methodology are described. The alkaloid content of cultivated plants present characteristics similar to those of naturally occurring plants. This culture was evaluated for root bark (reserpine, rescinnamine and ajmaline) production.

Chemotypes are likely to exist.

1. Introduction.

Bon nombre d'alcaloïdes ont été extraits des écorces de racines de *Rauwolfia* parmi lesquels la résérpine et la rescinnamine, alcaloïdes esters qui justifient l'utilisation majeure de cette plante en thérapeutique, à savoir le traitement de l'hypertension et des désordres mentaux, ainsi que l'ajmaline, à propriétés anti-arythmiques, largement utilisée soit comme telle, soit en tant que précurseur de composés semi-synthétiques. Les pharmacopées ne reconnaissent que l'espèce indienne, *R. serpentina*, alors que la principale source industrielle d'alcaloïdes reste le *R. vomitoria*, une espèce africaine.

Le *Rauwolfia vomitoria* se présente sous l'aspect d'un arbre ou arbuste pouvant atteindre une dizaine de mètres, à rameaux criblés de lenticelles blanches, à feuilles verticillées par 4, glabres, elliptiques-oblongues, acuminées, atteignant 18 cm de long et 8 cm de large. Les fleurs, de petite taille, blanches, odorantes, sont groupées en cymes denses. Les fruits sont de petites drupes subglobuleuses, solitaires ou accouplées, renfermant chacune une graine (25). Sa distribution géographique est guinéo-congolaise. Cette plante est utilisée couramment par les traditionnels africains pour soigner des affections diverses (tableau 1); dans l'ensemble, les préparations à base de *Rauwolfia vomitoria* sont réputées très toxiques et leur administration est suivie de près par les guérisseurs.

* Laboratoire de Chimie Analytique Chimie Pharmaceutique Inorganique Toxicologie et de Chimie Physique Appliquée, Université libre de Bruxelles, CP 205/a, boulevard du Triomphe 1050 Bruxelles

** Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie Université Libre de Bruxelles, CP 169 Avenue Paul Héger 28 1050 Bruxelles

*** Institut de Recherche sur les Substances Naturelles Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, BP 7047 Ouagadougou Burkina Faso

Travail subsidié par l'Administration générale de la Coopération au Développement (AGCD) Place du Champ de Mars 5, Bte 57 B 1050 Bruxelles, Belgique et par l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) P.O. Box 300 A Vienne, Autriche

TABLEAU 1

Usage des racines de *Rauwolfia vomitoria* chez les tradi-praticiens d'Afrique tropicale.

Propriétés	Pays ou région	Références
Eméto-purgatives et diurétiques	Burkina Faso	18
	Côte d'Ivoire	8
	Gabon	27
	Ghana	20
	Zaire (Kasai occid.) Afrique de l'Ouest	22 10
Antiblennorragiques	Congo	7
	Burkina Faso	18
	Côte d'Ivoire	1,8
	Nigéria	29
Sédatives et neuro-sédatives	Burkina Faso	18
	Côte d'Ivoire et Mali	2
	Nigéria	10
	Afrique Tropicale	30
Fébrifuge	Gabon	27
	Afrique Tropicale	30,25
Antiasthénique, aphrodisiaque	Côte d'Ivoire	8
	Afrique de l'Ouest	10
Vermifuges, parasitocides et insecticides	Côte d'Ivoire	8,18
	Gabon	27
	Sénégal	17
	Zaire	29
	Zaire (Kasai occid.) Afrique de l'Ouest	22 29
Propriétés diverses en usage externe	Congo	7
	Côte d'Ivoire	1
	Zaire (Kasai occid.)	22

Dans les pays développés, l'usage des préparations à base de *Rauwolfia* et l'utilisation de la réserpine pour le traitement de l'hypertension ont considérablement diminué, en raison à la fois du risque d'effets secondaires non négligeables mais surtout de la mise à disposition des médecins d'autres molécules, souvent synthétiques, tels que β -bloquants, diurétiques et vasodilatateurs.

Par contre, dans les pays en voie de développement, la comparaison entre le coût important de ces médicaments importés et la disponibilité du *Rauwolfia* plaide largement en faveur de ce dernier et d'un transfert de technologie, qui permettrait de produire à moindres frais et dans des conditions de sécurité, ces médicaments essentiels. C'est ainsi que des pays comme l'Inde ont déjà développé une telle technologie (15).

Au Burkina Faso, les stations naturelles de *R. vomitoria* sont peu nombreuses; il est donc exclu de prévoir des récoltes importantes au niveau des galeries forestières dans lesquelles cette espèce apparaît de manière sporadique. Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet de coopération entre l'Administration Générale de la Coopération au Développement (A.G.C.D.), l'Organisation des

Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), l'Université libre de Bruxelles (U.L.B.) et l'Institut de Recherche sur les substances naturelles (IRSN) d'Ouagadougou, organisme dépendant du Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST) du Burkina Faso; il a précisément pour but de tenter de déterminer les conditions optimales qui permettront d'alimenter, par des cultures locales, une unité pilote d'extraction acutellement en service. Dans ce but, divers peuplements naturels ont été étudiés et des essais de culture ont été menés dans 3 stations de manière à préciser les conditions favorables à une récolte abondante de matériel qui soit riche en alcaloïdes.

2. Matériel et méthode

1. Les stations naturelles

Au Burkina Faso, le *Rauwolfia vomitoria* se rencontre dans les galeries forestières bordant les cours d'eau permanents de l'ouest du pays; les sols correspondants sont hydromorphes et de texture sablo-limoneuse à limono-argileuse. Quatre sites naturels ont été prospectés:

- Dindéresso (15 km au nord de Bobo-Dioulasso),
- Kua (8 km à l'est de Bobo-Dioulasso),
- Orodara (73 km à l'ouest de Bobo-Dioulasso),
- Sindou (136 km au sud-ouest de Bobo-Dioulasso).

Ces quatre sites appartiennent au district Ouest-Volta Noire du domaine phytogéographique soudanien (14); les précipitations annuelles moyennes y sont comprises entre 1100 et 1200 mm.

La durée de la saison sèche est de 7 à 8 mois. Les galeries forestières à *Rauwolfia vomitoria* sont des forêts sempervirentes, hygrophiles, de 8 à 25 m de haut selon les stations, riches en lianes et dépourvues de tapis graminéen; elles constituent un cordon plus ou moins large en bordure des rivières dans les zones inondables au moment des crues de la saison pluvieuse. Ce type forestier est décrit sous l'appellation "forêt à *Berlinia grandiflora*" (6). Un certain nombre d'espèces à distribution guinéenne (*Rauwolfia vomitoria*, *Voacanga africana*), généralement localisées dans la zone équatoriale perhumide atteignent à ce niveau leur aire septentrionale maximale. Parmi les quatre stations prospectées, la galerie forestière la mieux développée est celle de Dindéresso; elle s'étend sur une largeur de 10 à 20 m sur les deux rives de la rivière Kou et atteint une hauteur de 25 m. Dans les autres stations, la galerie forestière est beaucoup plus étroite et forme un cordon de 2 à 3 m seulement sur chaque rive. La strate arborescente, continue au départ, y est localement dégradée suite à des coupes de bois récentes et devient ainsi de plus en plus discontinue et peu propice au maintien du *Rauwolfia*.

2. Les stations de culture

Trois stations ont été retenues pour les essais de culture. La première est située dans le parc du C.N.R.S.T. à **Ouagadougou**, sur sol ferrugineux oligotrophe à texture limono-sableuse. La deuxième station est implantée à **Gampela**, village situé à quelques kilomètres de Ouagadougou; son sol est ferrugineux, saturé en Ca et Mg, à texture limono-sableuse. La troisième station, **Farako-Bâ**, est située à l'ouest du pays, à quelques kilomètres de Bobo-Dioulasso et présente le même type de sol que la station de Ouagadougou. Pour les deux premières stations, les précipitations annuelles sont de l'ordre de 700-800 mm alors que pour la troisième station, elles atteignent 1200 mm.

3. Mise en culture

Des plantules de *Rauwolfia vomitoria*, ayant de 50 cm à 1,50 m de hauteur, ont été prélevées en juin 1983, dans la galerie forestière de Dindéresso. Ces plantules ont été immédiatement mises en place dans les parcelles expérimentales à un écartement de 3 x 3 m. Leur reprise a été favorisée par la saison des pluies de juillet à septembre 1983. Durant la saison sèche, un arrosage régulier a été effectué. De plus, à Farako-Bâ, les jeunes plants ont été protégés de l'ensoleillement intense durant leur première saison sèche en culture (1983-1984) par de petits abris individuels constitués d'une natte disposée sur quatre pieux au-dessus de chaque plant.

La multiplication par bouturage est également possible (11): elle sera d'ailleurs utilisée ultérieurement pour la diffusion de clones à haut rendement.

4. Méthodes de récoltes

L'enracinement de *Rauwolfia* comprend une racine principale pivotante et de 5 à 10 racines latérales traçantes et assez superficielles. La méthode de récolte utilisée est non destructive et prévoit, au maximum une fois par an, la coupe des racines latérales à 10 cm du pivot sur la moitié de l'aire d'enracinement. Après récolte et lavage, les racines sont classées soit en diamètres précis, soit en classes de diamètres. Les échantillons sont constitués soit par le produit de récolte d'un seul arbre, soit par le mélange du produit de récolte de plusieurs plants pour former alors ce que nous appellerons par la suite un "arbre moyen". Toutes les racines fraîches de diamètre supérieur à 0,5 cm ont été écorcées en enlevant toute la couche extérieure au bois (xylème secondaire). L'écorce est donc constituée du périderme (suber, phellogène et phelloderme), du phloème secondaire (liber) et du cambium. Le matériel a ensuite été séché à l'air, à température ambiante, c'est-à-dire entre 20° et 40°C à l'abri du soleil. Les calculs de production de

biomasse ont été effectués sur les poids secs, mesurés après dessiccation dans une étuve ventilée portée à 40° C. En ce qui concerne les dosages de principes actifs, les résultats ont été ramenés au poids de matière sèche déterminé par mesure de la perte à la dessiccation, dans une étuve ventilée, portée à 105°C.

Les poudres de matériel végétal ont été obtenues par une suite de moutures et de tamisages successifs jusqu'à passage de la totalité des particules à travers un tamis de 315 μ m.

5. Analyses des principes actifs.

Le dosage de la réserpine, de la rescinnamine et de l'ajmaline, a été effectué en faisant appel à deux procédés originaux utilisant la fluodensitométrie sur couche mince et la chromatographie liquide haute performance rendant possible la détermination quantitative et spécifique de ces alcaloïdes. (12).

Des dosages d'alcaloïdes totaux par la méthode de la Pharmacopée Française ont également été réalisés sur quelques échantillons.

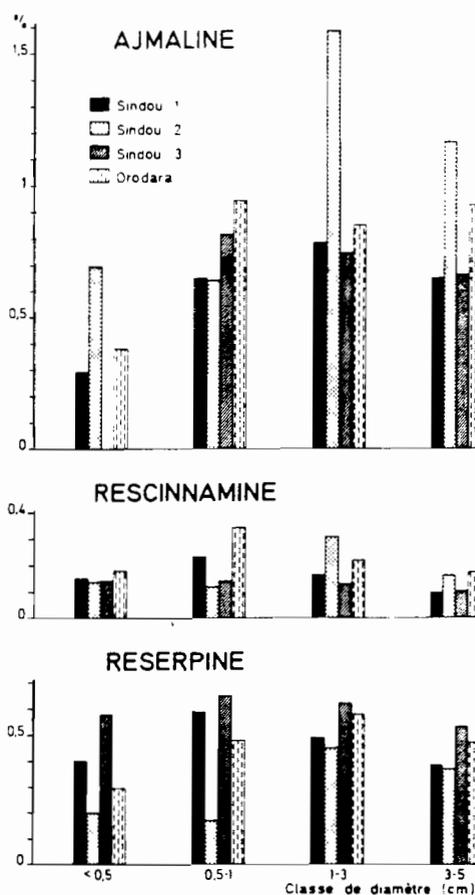


Figure 1: Teneurs en réserpine, rescinnamine et ajmaline de la racine (diamètres <0,5 cm) ou de l'écorce de racines (diamètres \geq 0,5 cm) en fonction des classes de diamètres pour quatre plants de *Rauwolfia vomitoria* récoltés en octobre 1983 dans deux sites naturels (Sindou et Orodara) au Burkina Faso

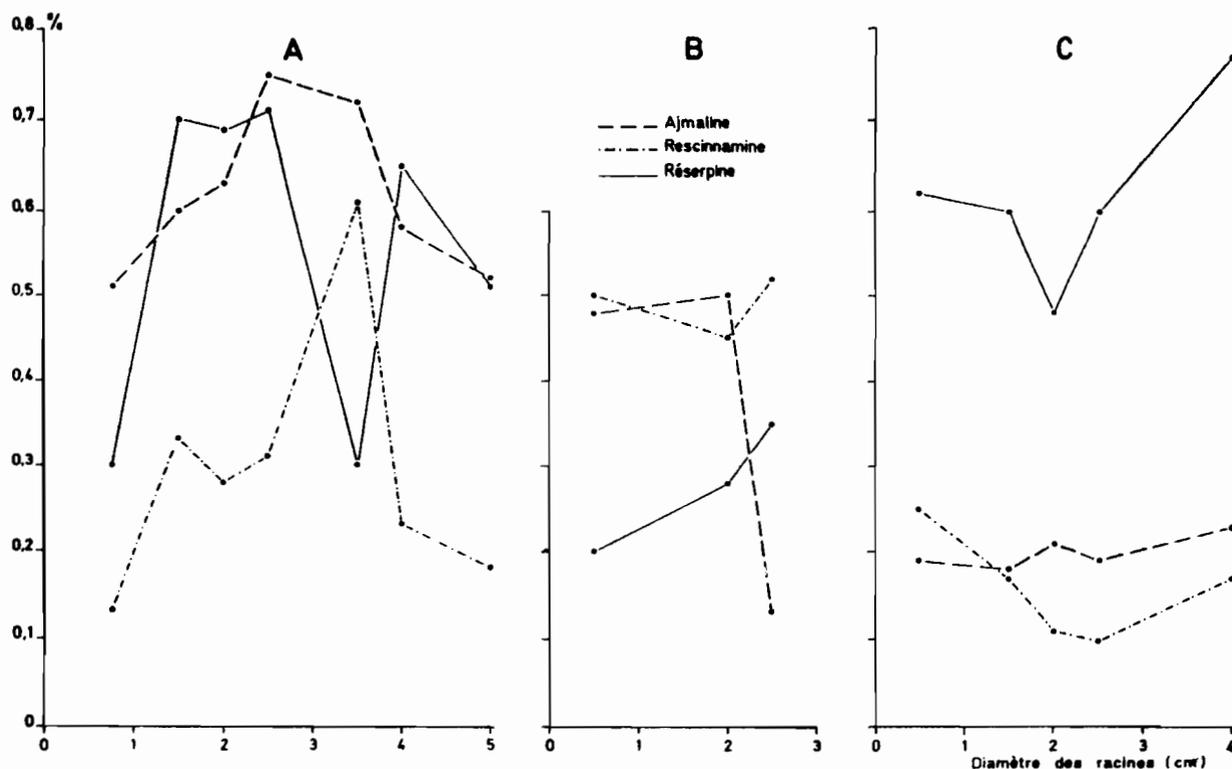


Figure 2: Evolution en fonction du diamètre de la racine des teneurs moyennes en réserpine, rescinnamine et ajmaline dans les écorces de racines de *Rauwolfia vomitoria*, récoltées en mai 1984, à Sindou (A), Kua (B) et à Dinderesso (C)

3. Résultats.

1. Etude des teneurs en alcaloïdes dans quatre stations naturelles.

Deux types d'études ont été entreprises. La première porte sur des échantillons prélevés chaque fois sur un seul arbre, les racines étant classées en catégories de diamètres. Ces échantillons ont été prélevés sur trois arbres de Sindou et un arbre de Orodara en octobre 1983. Les résultats sont rassemblés à la figure 1. La deuxième étude porte sur des échantillons d'"arbres moyens", prélevés sur plusieurs arbres d'une même station, à savoir Sindou, Dinderesso et Kua. Les échantillons ont été prélevés en mai 1984. Ces résultats sont consignés dans la figure 2.

2. Etude de la production d'une culture.

Les teneurs en alcaloïdes de quelques plants des stations de Ouagadougou et Gampela sont reprises au tableau 2. En raison du faible développement des plants dans ces deux aires, l'analyse d'autres paramètres n'y a pas été envisagée.

Dans la station de Farako-Bâ, les 56 *Rauwolfia* implantés se sont bien développés; il a été possible d'envisager en 1985 une première récolte. Les teneurs en alcaloïdes ont été déterminées sur 8 échantillons, toujours en classant les racines par catégories de diamètres (figure 3).

TABLEAU 2
Teneurs en alcaloïdes de racines des plantes mises en culture à Ouagadougou (échantillons récoltés sur 3 plants, A, B, C) et à Gampela (échantillons récoltés sur 2 plants, A, B).

Station de culture	Numéro de plante	Organe	Ø de la racine (cm)	Réserpine %	Rescinnamine %	Ajmaline %
Ouagadougou (1984)	A	racines	<0,5	0,53	0,16	0,37
Ouagadougou	B	racines	<0,5	0,16	0,04	0,13
		écorces de racines	0,5 - 1	0,14	0,04	0,14
	C	racines	<0,5	0,45	0,12	0,41
		écorces de racines	0,5 - 1	0,51	0,12	0,28
Gampela (1985)	A	racines	<0,5	0,12	0,05	0,26
		écorces de racines	0,5 - 1	0,51	0,20	0,41
	B	racines	<0,5	0,10	0,03	0,22
		écorces de racines	0,5 - 1	0,65	0,17	Non dosé

Les mensurations de ces plants, les biomasses récoltées, les teneurs en alcaloïdes et les productions en alcaloïdes ont été mesurées et sont consultables chez les auteurs.

A partir de ces données, les tentatives de corrélations entre les mensurations des arbres et les productions de racines, de réserpine, de rescinnamine et d'ajmaline ont été envisagées. La régression

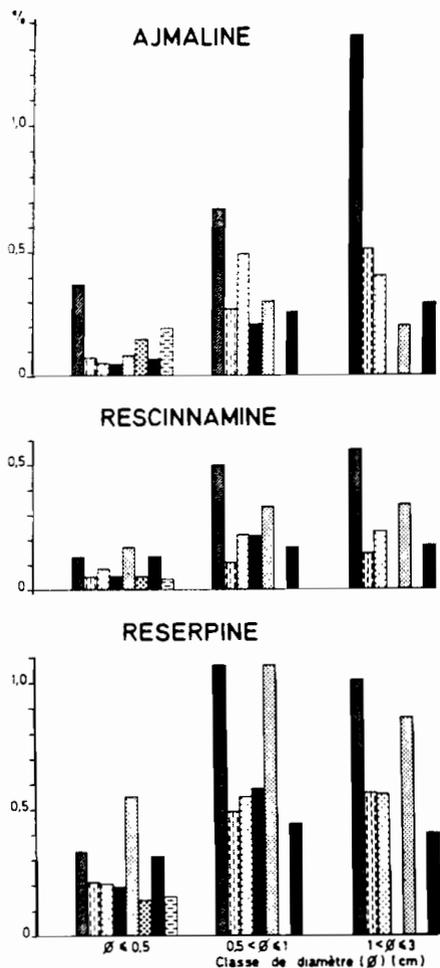


Figure 3: Teneurs en réserpine, rescinnamine et ajmaline de la racine (diamètres < 0,5 cm) ou de l'écorce de racines (diamètres \geq 0,5 cm) en fonction des classes de diamètres pour 8 plants de *Rauwolfia vomitoria* récoltés en juin 1985 dans la station expérimentale de Farako-Bâ. Pour certains plants, les racines n'atteignent pas les classes de plus grands diamètres.

linéaire classique log (biomasse racinaire) en fonction de log (hauteur plant x circonférence à la base x diamètre du houppier) présente un coefficient de corrélation $r = 0,954$. La régression linéaire log (biomasse racinaire) en fonction de $1/$ (hauteur plant x circonférence à la base x diamètre du houppier) conduit, quant à elle, à une meilleure corrélation $r = 0,985$. Des régressions semblables à cette dernière ont été établies pour les trois alcaloïdes (tableau 3) ; il importe de noter que, dans ces cas, le facteur influençant le plus la production en alcaloïdes est constitué par la biomasse des racines de diamètres inférieurs à 0,5 cm, c'est-à-dire des organes les moins concentrés, les écorces de plus grosses racines n'intervenant que très peu. Le tableau 4 reprend les mensurations moyennes de 56 plants mis en culture à Farako-Bâ.

TABLEAU 3

Paramètres des régressions linéaires établies à partir des résultats obtenus sur 6 plants de *Rauwolfia vomitoria* dans la station de Farako-Bâ (matériel végétal récolté en juin 1985).

Régression	Equation	r	r ²
I	$Y = -305.999,7 X + 2,1$	-0,985	0,97
II	$Y = -396.403,7 X + 2,8$	-0,992	0,98
III	$Y = -413.395,7 X + 2,4$	-0,979	0,96
IV	$Y = -373.502,1 X + 2,5$	-0,962	0,92

X = $1/\text{diamètre houppier} \times \text{circonférence du tronc à sa base} \times \text{hauteur totale}$

I Y = log (biomasse racinaire)

II Y = log (production réserpine par plant : mg)

III Y = log (production rescinnanine par plant : mg)

IV Y = log (production ajmaline par plant : mg)

nb: toutes les mesures de longueur sont exprimées en cm.

TABLEAU 4

Mensurations moyennes des plants de *Rauwolfia vomitoria* mis en culture à Farako-Bâ. (n = 56)

	Moyenne	Déviaton standard absolue	Déviaton standard relative
Hauteur (cm)	142	30	22 %
Diamètre du houppier (cm)	180	48	27 %
Circonférence à la base (cm)	22	6	27 %

Discussion

1. Choix du matériel à récolter.

Toutes les données de la littérature (11, 21, 23, 24, 25, 28, 30) insistent sur la richesse en alcaloïdes de l'écorce par rapport au cylindre central de la racine (entre 10 et 20 fois plus, selon les auteurs) ; nos essais ayant montré que le rapport pondéral de l'écorce du bois varie de 10 à 25 % suivant les diamètres de racines, nous avons donc décidé de ne nous intéresser qu'à cette partie de la plante. présence du bois dans l'échantillon entraînerait en effet une dilution qui augmenterait par la suite les coûts d'extraction du matériel végétal. Cependant, comme les quantités d'écorces récoltables par plant sont relativement réduites, nous avons été contraints d'incorporer à notre matériel les radicales complètes (écorce et bois) de diamètre inférieur à 0,5 cm. La teneur en alcaloïdes y est globalement plus élevée en raison du pourcentage nettement plus faible en bois (3,23).

2. Etude des teneurs en alcaloïdes dans quatre sites naturels.

Quatre galeries forestières à *Rauwolfia vomitoria* ont été examinées afin de déterminer la variabilité des teneurs en alcaloïdes.

Les renseignements fournis par la littérature en ce domaine sont assez vagues : les différents auteurs ont en effet traité des matériels très différents, de provenances entièrement variées, le plus souvent non mentionnées, et ont fait usage de méthodes de dosages peu comparables (Tableau 5). Dans l'ensemble, et en tenant compte des remarques précédentes, de larges différences apparaissent. Les populations naturelles de *Rauwolfia* susceptibles d'être mises en culture méritent donc d'être étudiées. A cette fin, deux types d'échantillons ont été considérés : d'une part des échantillons prélevés sur un même arbre ont permis d'estimer la variabilité en fonction des diamètres de racine chez un même individu et entre plusieurs individus ; d'autre part, des échantillons qui représentent des "arbres moyens" ont été comparés pour étudier la variabilité entre stations, en tenant compte des diamètres des racines.

TABLEAU 5

Comparaison des données de la littérature quant aux teneurs en alcaloïdes dans les racines et écorces de racines de *Rauwolfia vomitoria*.

Produits dosés	Organes étudiés	Teneurs (%)	Références
Alcaloïdes totaux	racines	0,2 - 2,1	11, 15, 23, 25, 30
Alcaloïdes totaux	écorces de rac.	1,1 - 9,7	15, 16, 24, 25, 30
Résérpine	racines	0,005 - 0,45	4, 9, 11, 20, 21, 23, 25, 26, 28, 30
Résérpine	écorces de rac.	0,6 - 1,7	15, 17
Rescinnamine	racines	0,015 - 0,079	4, 9, 19, 28
Ajmaline	racines	0,16	26
Ajmaline	écorces de rac.	0,037 - 3,04	13, 15, 30

a) *Comparaison des échantillons prélevés sur un même individu*
(sites de Sindou et Orodara).

La figure 1 illustre tout d'abord la variation des teneurs des écorces en fonction des catégories des diamètres auxquelles elles appartiennent; l'écorce de racines des classes de diamètre 0,5-1 et 1-3 cm s'avère plus riche en chacun des alcaloïdes. Les racines entières de faible diamètre présentent dans l'ensemble des teneurs plus faibles que les écorces, ce qui s'explique par un phénomène de "dilution" entraîné par la présence de bois.

Dans les autres classes de diamètre, les teneurs des écorces provenant de la même racine mais prélevées à des endroits de diamètres différents ne paraissent pas homogènes, ceci provient vraisemblablement d'une modification du rapport pondéral entre les différents tissus de l'écorce en fonction de la croissance de la racine, donc en fonction du diamètre.

Il est peu probable que des phénomènes de différence d'écorçage entraînent de telles variations, les récolteurs ayant travaillé de façon reproductible; les seuls échantillons pour lesquels les résultats pourraient être influencés par ce paramètre sont constitués par les radicules de diamètre inférieur à 0,5 cm, certains récolteurs poussant la conscience jusqu'à écorcer "les plus grosses" d'entre elles. Ce phénomène est très certainement négligeable.

En outre, une grande variabilité entre les individus a été mise en évidence; elle est supérieure à la variabilité entre les deux stations étudiées (Sindou et Orodara). Il s'agit chaque fois d'arbres de tailles et de circonférences comparables, étudiés en même temps et ayant fait l'objet de récoltes simultanées.

De plus, dans la station de Sindou, les trois arbres, voisins, ont poussé dans des conditions édaphiques et climatiques parfaitement identiques. Il est impossible, à partir de données aussi peu nombreuses, de conclure à la présence de chémotypes différents; c'est cependant une éventualité à ne pas écarter. Nous nous bornerons ici à signaler le phénomène, la vérification de l'existence d'une race chimique nécessitant une expérimentation beaucoup plus poussée et extrêmement longue en raison du temps de développement nécessaire à chaque génération.

b) *Comparaison des échantillons "d'arbres moyens"*
(sites de Sindou, Kua et Dindéresso)

La constitution d'un arbre moyen a été laissée à l'initiative des récolteurs et nous ne disposons pas de données sur la façon dont l'échantillon a été réalisé. Aussi, l'examen des résultats doit-il être abordé avec prudence.

C'est ainsi que l'étude des variations des teneurs des écorces en fonction des diamètres des racines est probablement faussée par un mélange non constant des échantillons prélevés; les conclusions sur cette variation, tirées au paragraphe précédent, ne peuvent donc être confirmées.

Il faut cependant noter l'inversion entre les teneurs en résérpine et rescinnamine. Si cette inversion est constante à Kua, elle ne se marque que pour un seul des diamètres étudiés à Sindou. Les conditions édaphiques de la station de Kua, qui a été dévastée par le feu il y a quelques années, assurent un ensoleillement meilleur des plants; des conditions de croissance différentes pourraient peut-être expliquer de telles variations... Aucune explication ne peut être avancée en ce qui concerne Sindou.

La conclusion principale que l'on puisse tirer de cette expérience concerne la comparaison qualitative entre les trois stations : celle-ci montre des différences appréciables au point de vue composition en principes actifs.

Les pourcentages moyens observés pour chacun des alcaloïdes dans les trois stations sont rapportés dans le tableau 6 qui mentionne également les teneurs de l'échantillon originaire d'Orodara.

TABLEAU 6

Teneurs en alcaloïde (exprimées en % de la M.S.) d'échantillons originaires du Burkina Faso (B.F.) ou du Zaïre (Z.).

Station	Résérpine	~ Rescinnamine	Ajmaline
Dindéresso (B.F.)	0,5 - 0,8	0,1 - 0,3	0,2
Kua (B.F.)	0,2 - 0,4	0,5	0,1 - 0,5
Sindou (B.F.)	0,3 - 0,7	0,1 - 0,6	0,5 - 1,5
Orodara (B.F.)	0,3 - 0,5	0,1 - 0,4	0,3 - 1
Ile Kongolo (Z.)	0,6 - 0,8	0,15 - 0,3	Non dosé
Kisangani (Z.)	0,7 - 0,9	0,15 - 0,2	Non dosé

Ils sont comparés à titre informatif, aux teneurs d'échantillons provenant de deux stations du Zaïre, récoltés et analysés dans les mêmes conditions que ceux du Burkina Faso (Station du Jardin Botanique de la Faculté des Sciences de Kisangani et station de l'île Kongolo, située à 15 km à l'ouest de Kisangani). Les variations inter stations sont de l'ordre de grandeur des variations inter-individuelles décrites plus haut; dans ce cas, il s'agit d'"échantillons moyens", sensés représenter le site dont ils sont issus. Les résultats obtenus permettraient théoriquement de choisir la station la plus productive en un alcaloïde donné.

3. Etude des cultures.

a) Stations de Ouagadougou et de Gampela.

Ces deux stations situées au centre du pays, sont géographiquement et climatiquement assez éloignées (plus de 300 km) des régions de peuplement naturel de *Rauwolfia vomitoria* cantonnées au sud-ouest du pays; en effet, cette plante sempervirente nécessite tout au long de l'année un contact permanent avec la nappe phréatique (et donc un apport constant en eau) et un micro-climat où l'humidité relative de l'air reste élevée, ce qui est loin d'être le cas dans ces stations.

De plus, à Ouagadougou, les cultures sont arrosées durant la saison sèche avec de l'eau de ville qui contient des quantités appréciables de chlore; un effet toxique de cet élément a donc pu être ressenti par les plants étudiés.

Par ailleurs, à Gampela, la station de culture est exposée au vent en saison sèche, ce qui accentue l'évapotranspiration et contribue à réduire la croissance des plants.

Ces facteurs ont amené un développement plus lent des cultures dans les deux stations; cependant, des racines de diamètre inférieur à 0,5 cm (en 1984) et de diamètre atteignant 1 cm (en 1985) ont pu être récoltées. Les teneurs mesurées confirment les variabilités observées sur les plants issus des sites naturels, que ce soit en fonction du diamètre de la racine, de l'individu envisagé ou de la station.

b) Station de Farako-Bâ.

Dans cette station, proche des zones de peuplement naturel au point de vue géographique et climatique, les *Rauwolfia* mis en culture se sont très bien développés, sans problèmes particuliers.

Les plants à repiquer ayant été choisis au hasard et plantés sur un sol apparemment homogène et pratiquement comparable à celui des stations naturelles, l'hypothèse d'existence de chémotypes se trouverait confirmée par les variations de teneurs en alcaloïdes observées suivant les individus. Cette fois encore, le phénomène de "dilution" entraîné par la présence de bois dans les racines de diamètres inférieurs à 0,5 cm est observé. Les teneurs en alcaloïdes (0,1 à 1,1 % pour la résérpine, 0,1 à 0,5% pour la rescinnamine et 0,1 à 1,4 % pour l'ajmaline) s'avèrent légèrement plus élevées que celles retrouvées dans les stations naturelles; ceci est probablement dû à la jeunesse des plants et aux conditions de culture favorables rencontrées (ensoleillement important et irrigation constante).

Il est possible d'estimer de manière approximative, la production actuelle à partir des données dont on dispose: mensurations moyennes des plants mis en culture, surface occupée par les 56 *Rauwolfia* et paramètres des régressions établies. En considérant que la moitié des racines d'un même plant est récoltable chaque année, la production actuelle est estimée à environ 46 kg de matériel végétal (racelles plus écorces de grosses racines) soit 140 g de résérpine, 50 g de rescinnamine et 80 g d'ajmaline par hectare de culture et par an. A partir du diamètre moyen du houppier, on peut estimer que le recouvrement moyen du sol par le feuillage, s'élève en juin 1985 à 2,54 m², soit, pour les 56 plants, 142 m² sur les 504 m² disponibles ($\pm 28\%$).

Le développement des racines étant plus ou moins proportionnel au développement du houppier, le rendement actuel ne représente ainsi qu'environ 28% du rendement potentiel que l'on obtiendra lorsque les plants couvriront chacun leurs 9 m² disponibles avec des feuillages jointifs. Cela correspond à 165 kg de matériel végétal soit, 500 g de résérpine, 170 g de rescinnamine et 290 g d'ajmaline par hectare et par an.

Conclusions

Les études sur les stations naturelles ont montré de très larges variations dans les teneurs en alcaloïdes des écorces de racines de *Rauwolfia*, organes couramment utilisés par les guérisseurs et d'un intérêt médical certain. Une telle variabilité, qu'elle soit fonction du diamètre de la racine, de l'individu récolté ou de la station choisie, s'avère un réel danger pour l'utilisation médicale de cette plante dont les principes actifs présentent un index thérapeutique très étroit. Afin que les tradi-praticiens puissent travailler dans des conditions fiables et sans risques pour leurs patients, il apparaît indispensable de standardiser le matériel employé, que ce soit une poudre d'écorce ou un extrait purifié. Pour ce faire, la méthode densitométrique utilisée pour effectuer les dosages dont les résultats sont mentionnés dans ce travail, est simple, très rapide, et nécessite un appareillage peu coûteux: elle apparaît comme une technique de choix.

L'existence de chémotypes qui permettrait d'expliquer les variations inter-individuelles observées, reste à démontrer. La culture du *Rauwolfia vomitoria* au Burkina Faso est possible; les teneurs en alcaloïdes des plantes cultivées présentent les mêmes caractéristiques que celles des plantes naturelles, à savoir une gamme de concentrations comparables et une large variabilité. Une telle cul-

ture devrait permettre une fois étendue, la production soit d'écorces ou d'extraits bruts standardisés, soit d'alcaloïdes purs qui pourront dans l'avenir être utilisés à la fois par les tradi-praticiens et les médecins.

L'amélioration de la culture pourrait, dans l'hypothèse d'existence de chémotypes, passer par la sélection judicieuse des individus riches en l'alcaloïde recherché; c'est dans cette voie que nos recherches vont à présent s'orienter.

Remerciements

Nous remercions Monsieur le Professeur Van Haelen pour ses conseils et son aide ainsi que pour le prêt de son matériel de photodensitométrie.

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet intitulé: "Contribution à une adaptation rationnelle de techniques scientifiques modernes à une prévention et à une thérapeutique en Afrique noire (Haute-Volta)" subsidiée par l'Administration Générale de la Coopération au Développement (AGCD) et du projet US/UPV/81/057 intitulé: "Assistance (Pilot Plant) for the Production of Pharmaceuticals from Medicinal Plants" subsidié par l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI). Nous exprimons notre reconnaissance à ces deux organismes pour leur confiance et leur soutien financier.

Références bibliographiques

1. Adjanohoun E.G. et Aké Assi L., 1979. Contribution au recensement des plantes médicinales de Côte d'Ivoire. Centre National de Floristique. Université d'Abidjan, 358p.
2. Adjanohoun E.G., Aké Assi L., Floret G.G., Guinko S., Koumare M., Akyi Amr et Raynal G., 1980. Médecine traditionnelle et pharmacopée. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques au Mali. Acct, Paris, 291 p.
3. Atal C.K. et Kapur B.M., (1982). Cultivation and utilization of medicinal plants. Regional Research Labor Jammu-Tawi, Inde, 877 p.
4. Banes D., Albert E.H. Houk et Jacob Wolff, 1958. The Reserpine, Rescinnamine and Deserpine Content of *Rauwolfia* Roots. J. Amer Pharm. Assoc. Scient. Ed., **47** (9) : 625-627.
5. Berhaut J., 1971. Flore illustrée du Sénégal. Tome I. Ed. Maisson Neuve, Dakar, 626 p.
6. Bonkougou E.G., 1984. Inventaire et analyse biogéographique de la flore des forêts galeries de la Volta noire en Haute-Volta. Notes et Doc. voltaïques, **15** (1-2) : 64-83.
7. Bouquet A., 1969. Féticheurs de médecine traditionnelle du Congo (Brazzaville). Mém. Orstom, **36** : 1-282.
8. Bouquet A. et Debray M., 1974. Plantes médicinales de la Côte d'Ivoire. Travaux et documents de l'Orstom, **32** : 1-232.
9. Court W.E., 1961. *Rauwolfia*. Ancient Drug, Modern Tranquilliser. Manufacturing Chemist 358-362.
10. Dalziel J.M., 1937. The useful Plants of West Tropical Africa. The White piars Press. London, 621 p.
11. Dubois L., 1955. *Rauwolfia vomitoria* Atzel.. Bull. Agric. du Congo Belge, **46** (3) : 567-595.
12. Duez P., Chamart S., Vanhaelen M., Vanhaelen-Fastré R., Hanocq M., Molle L. Comparison between HPTLC-densitometry and HPLC for the determination of ajmaline reserpine and rescinnamine in *Rauwolfia vomitoria* root bark. J. Chromatogr., sous presse.
13. Forni G.P., 1979. Gaschromatographie détermination of ajmaline in the bark of the root of *Rauwolfia vomitoria*. J. Chromatogr., 176. 129-133.
14. Guinko S., 1984. Végétation de la Haute-volta. Thèse Univers. de Bordeaux III, 394 p.
15. International Trade Center, 1982. Markets for selected medicinal plants and their derivatives. UNCTAD-GATT Geneva, 206 p.
16. Iwu M.M. and Court W.E., 1982. Stem Bark alkaloids of *Rauwolfia vomitoria*. Planta Medica, **45** : 105-111
17. Kerharo J. et Adam J.G., 1974. La pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plantes médicinales et toxiques. Vigot Frères, Paris, 1011 p.

18. Kerharo J. et Bouquet A., 1950. Plantes médicinales et toxiques de la Côte d'Ivoire et Haute-Volta. Ed. Vigot Frères, Paris, 144 p.
19. Kidd D.A.A., 1955. Alkaloids of *Rauwolfia* species: the Isolation of Rescinnamine from *Rauwolfia Vomitoria* Afz.. Chemistry and Industry November, **12**: 1481.
20. Korzun B.P., André A.F.St et Uishafer P.R., 1957. Paper chromatography Evaluation of *Rauwolfia* Species. J. Am. Pharm. Assoc. Scient. Ed., **46** (12): 720-723.
21. Lemli J.A.J.M., 1955. *Rauwolfia vomitoria*. Pharmaceutisch weekblad, **23**: 773-776.
22. Mabika K., 1983. Plantes médicinales et médecine traditionnelle au Kasai occidental. Thèse, Université de Kisangani. Fac. Sciences 510 p.
23. Monsieur X., 1957. Recherche et dosage de réserpine dans les *Rauwolfia* du Congo belge. J. Pharm. belg., **12**: 39-43.
24. Paris R., 1943. Sur une Apocynacée africaine: le *Rauwolfia vomitoria* Afz.. Ann. pharm. fr., **1**: 138-141.
25. Paris R.R. et Moyses H., 1971. Précis de Matière médicale, vol. 3, Masson, Paris, 509 p.
26. Poisson G., 1959. Recherches sur les alcaloïdes des racines du *Rauwolfia vomitoria* Afz. (Apocynacées). Trav. Lab. Paris 44, 118 p.
27. Raponda-Walker A. et Sillans R., 1961. Les plantes utiles du Gabon. Lechevalier, Paris, 613 p.
28. Robinson J.W., 1977. Edro Sarap. Res. Techn. Rep. 2. 1035.
29. Staner P. et Boutique R., 1937. Matériaux pour l'étude des plantes médicinales indigènes du Congo belge. Mém. Inst. Colonial Belge. **5**(6): 1-228.
30. Watt J.M. et Breyer-Brandwijk M.G., 1962. Medicinal and poisonous plants of southern and eastern Africa, Ed. 2. E. and S. Livingstone LTD, Edinburgh et Londres, 1457 p.

P. Duez, belge, pharmacien à l'Université Libre de Bruxelles ULB

S. Chamart, belge, pharmacien à l'ULB

J. Lejoly, belge, ingénieur agronome (Gembloux), maître de conférence à l'ULB

M. Hanocq, belge, professeur associé, ULB

B. Zeba, Burkina-Bé, biochimiste, directeur de l'Institut de Recherches sur les Substances Naturelles (I.R.S.N.), Ouagadougou, Burkina Faso.

M. Sawadogo, Burkina-Bé, pharmacien à l'I.R.S.N., Ouagadougou, Burkina Faso

P. Guissou, Burkina-Bé, pharmacien à l'I.R.S.N., Ouagadougou, Burkina Faso.

L. Molle, belge, professeur ordinaire à l'ULB, promoteur du projet A.G.C.D.

COMPTES RENDUS

STATEMENTS

ZENDINGSVERSLAGEN

RELACIONES DE MISSIONES

Coup d'oeil sur le Paraguay.

G. Berlage

Résumé

Le Paraguay est situé en Amérique du Sud, d'une superficie de 406.500 km², et sa population est d'environ 3.500.000 habitants.

Le fleuve Paraguay divise le pays en deux régions distinctes le Paraguay oriental au climat tropical plutôt humide et le Paraguay occidental (Chaco) semi-aride.

Le secteur économique le plus important est l'agriculture, tout spécialement l'élevage extensif et la culture du coton.

Les ressources agricoles sont cependant encore sous-exploitées et la connaissance de l'environnement doit être approfondie.

Summary

Paraguay is situated in South America, covers 406.500 km² and has a population of 3.500.000 inhabitants.

The river Paraguay divides the land in two different areas: Eastern Paraguay with sub-tropical and rather humid climate and Western Paraguay (Chaco), a semi-arid expanse.

The most important economic sector is farming, especially ranching and cotton cultivation.

Yet, the agricultural resources are still under-exploited and the knowledge of the environment should be deepened.

Introduction**Géographie du Paraguay**

Le Paraguay, "jardin de l'Amérique du Sud", d'une étendue de 406.752 km², possède environ 3,5 millions d'habitants. Le pays sous le tropique du Capricorne, est limité au Nord par la Bolivie, à l'Est par le Brésil, au Sud et à l'Ouest par l'Argentine. Au 17^{ème} siècle, la Compagnie de Jésus tenta d'y organiser une république idéale, d'où les noms de villes comme Concepción, Incarnación, Asunción la capitale. Le guarani et l'espagnol constituent les langues principales. Le fleuve Paraguay divise le pays en deux régions bien distinctes :

1° La partie orientale, entre les fleuves Paraguay et Parana et la cordillera Amambay, à bonne pluviométrie (parfois 2 m par année), couverte de forêts tropicales et subtropicales et de prairies naturelles. Les supports géologiques des sols sont variés. Le point culminant ne dépasse pas 738 m.

2° La partie occidentale, la plaine du Chaco, sèche en hiver est constituée, presque exclusivement en surface, de loess du quaternaire. Le couvert est

surtout constitué de forêts xérophytiques claires, mais aussi de campos (savanes), de marais inondés en été dans les dépressions et le long des cours d'eau.

Economie générale du pays

L'économie, sans manquer d'énergie électrique vu le gigantesque barrage d'Itaipu sur le Parana frontalier, est essentiellement tributaire du secteur agricole. Selon de Cepex (Centro de promoción de las exportaciones), le coton, les bois sciés les oléagineux constituent les principaux éléments d'exportations. Nous croyons cependant avoir compris que le bétail bovin, en dehors des statistiques, passe en grand nombre les frontières brésiliennes. Un envoi du Paraguay vers l'Europe se fait soit par l'aéroport national Président Stroessner, soit par la route en rejoignant la région de São Paulo où le Paraguay dispose du port franc de Paranagua, soit en embarquant directement sur un navire de moyen tonnage qui remontera durant de nombreux jours l'estuaire du Rio de la Plata, le fleuve Parana et le Paraguay jusqu'au port d'Asunción.

Les milieux naturels

Généralités

Nous sommes actuellement encore de l'avis du géographe français le Dr Demersay, qui rapportait que les richesses faunistiques et floristiques (avec tout un monde épiphytique en plus) provoquent une curiosité surexcitée par l'impossibilité de la satisfaire.

Au Paraguay, les zones cultivées et les pâturages artificiels ne s'élèveraient qu'à 7% du territoire; cependant, les chevaux et les bovidés (criollo) dont l'introduction remonte aux conquistadores pâturent un peu partout. Les forêts claires du Chaco diffèrent très nettement du complexe tropical et subtropical que constitue le bassin du Parana et du Paraguay à forêts plus denses.

Le Gran Chaco est le pays des cactées, des acacias, des mimosas et, parmi les arbres remarquables, on remarque l'étonnant *chorisia ventricosa*, le Dur quebracho à tanin, le célèbre Palo santo (*Gaïcum officinale*); les palmiers du Chaco indiquent les dépressions humides, l'algarrobo (*Prosopis*) et ses gousses désigne les endroits les plus arides.

Notes faunistiques

Les psittacidés dont l'amazone à front bleu (*Aestiva*) sont nombreux. Si l'on distingue aisément un ara, un toucan, un nandou et un oiseau-mouche, l'ornithologie est rendue difficile par l'absence de guides et d'ouvrages didactiques.

Un conure (*Nandayus nenday*) se multiplie en même temps que les cultures vivrières et fourragères et il posera des problèmes. L'agouti, le tatou, voire l'ocelot sont communs. Un énorme insecte lumineux au vol se signale à tout moment pendant les nuits campagnardes.

L'herpétologie est une discipline qui s'impose au Paraguay, tellement les serpents sont nombreux et variés. Les chevaux de Chaco paraissent être les principales victimes des venimeux (vipérinés? crotalinés? élapidés?). Une étude approfondie serait utile. L'anaconda (eunecte) du Paraguay et le jacare (caïman du Paraguay) sont toujours représentés quoiqu'ils soient chassés pour être "dégustés". Pour les grands carnivores, les pumas s'en prennent parfois aux petits veaux; le jaguar est braconné pour sa peau, aussi nous n'avons pu voir que ses grosses traces près des points d'eau.

Le fleuve Paraguay très poissonneux fournit un tout gros et succulent "surubi" qui figure sur toutes les cartes de restaurant, d'autres petits poissons qui sont expédiés vers les nombreux aquariophiles européens.

L'agriculture du Paraguay

Les cultures

La grande consommation d'infusion (maté) ou de macéré (terere) d'ilex paraguayensis cultivé et torréfié constitue un élément typique du mode de vie paraguayen.

La production agricole est variée: elle va de la production de soie naturelle à l'huile de tung. Sont aussi cultivés le froment, le soja, le riz, l'arachide, la canne à sucre, le ricin, les agrumes, le tabac qui existerait à l'état sylvestre, le manioc, le maïs, la patate douce...

De nombreux espaces sont consacrés à une agriculture et à un élevage de subsistance. Mais sur le terrain, de gros propriétaires ruraux sont présents (jusqu'à 45 mille têtes de bovins) de même que des holding agricoles, des sociétés anonymes. Les prospères exploitations familiales des Mennonites du Chaco central, groupées en coopératives, démontrent la richesse pédologique de cette région et l'efficacité de telles organisations en milieux ruraux très éloignés des centres commerciaux.

L'élevage

Dans les registres généalogiques, la race bovine "nelore" est la plus représentative, suivie de loin par la santa gertrudis et la brahman. La brangus (3/8 cebu — 5/8 angus) a fait son apparition. Un beau boeuf santa gertrudis de plus de 500 kilos vaut environ 250 dollars. Les animaux issus de croisements cébu x charolais se révèlent d'excellents sujets de boucherie.

Les chevaux sont surtout de race criollo; le cuarto de milla, à la mode. Les ovins s'élèvent trop peu, car le Paraguay importe de la laine et le mouton pourrait procurer de la nourriture carnée intéressante lorsque la viande bovine est aspirée vers les grands pays voisins et que en conséquence elle augmente de prix. (Les péones mangent deux kilos de viande par jour). Les techniques de fanages et d'ensilages doivent être vulgarisées car les périodes de gelées nocturnes et sèches peuvent être mieux traversées (les animaux maigrissent). Des projets de transformation bactérienne des herbacées devenues trop celluloses sont à l'étude. La distribution de sel de cuisine aux animaux de pâturages devient une bonne habitude; il faudra systématiquement y incorporer d'autres sels minéraux adéquats (cuivre, phosphore...), la précocité et la fécondité optimale sont à ce prix.

L'élevage bovin est encore exercé de façon trop traditionnelle et il en résulte cependant que les fiers vaqueros paraguayens bons cavaliers, au lasso fulgurant sont les plus adroits du monde. Les vaccinations, castrations, prises de sang leur sont confiées.

En ce qui concerne les graminées semées dans les pâturages artificiels, on relève surtout le colonial (*Panicum maximum*) et *Brachiaria decumbens*, ou bien le buffalo grass (*Panicum coloratum*) et l'estrella (cynodon) en milieu périodiquement sec (chaco). Les semis de légumineuses enrichis par des apports phosphatés pourraient devenir très utiles. Le problème est que les amendements phosphatés qui seraient à importer, posent des problèmes de disponibilité de devises.

Conclusion

Le Paraguay est un pays neuf à explorer sur le plan naturel et à exploiter sur le plan agricole. Que souhaiter pour le développement harmonieux de ce pays ? Entre autres choses, un bon réseau d'écoles techniques, une bonne nappe de pétrole (espérée depuis longtemps dans le Chaco) et de bons naturalistes systématiseurs qui n'arriveraient pas trop tard pour l'inventaire non terminé de la faune (y compris en mammalogie) et de la flore (nombreuses légumineuses). On peut aussi préconiser des initiatives originales comme des plantations de bois précieux indigènes (lapacho, palo de rosa par exemple).

Références bibliographiques

Carte géologique H. Putzer
Carte géographique militaire du Paraguay
Organo oficial de la asociación rural del Paraguay



Quelques aspects économiques en rapport avec la parasitologie vétérinaire

J. Mortelmans *

Résumé

Les maladies parasitaires ont un énorme impact économique, surtout dans les pays du Tiers Monde. Elles sont en outre co-responsable de la misère, la faim et parfois même la mort des gens. Les tiques et les maladies transmises par celles-ci posent des problèmes dans le monde entier et plus spécialement dans les pays tropicaux. L'Afrique Orientale est particulièrement handicapée par ces parasites. La trypanosomiase est un autre fléau, qui frappe le continent africain.

Summary

Parasitic diseases have an enormous economic impact, particularly in Third World countries. They are also co-responsible for misery, hunger and even death among people. Ticks and tick-borne diseases are encountered everywhere in the world; they constitute a major problem in the Tropics. East Africa is particularly handicapped by these parasites. Trypanosomiasis is another calamity of the African continent.

Quelques chiffres et faits indéniables liés à divers problèmes parasitaires responsables de sérieuses contraintes au développement dans toute une série de pays du Tiers Monde, incitent à réfléchir sur l'ampleur et la gravité de la situation dans le monde en rapport avec la faim et la pauvreté.

Lorsque l'on veut étudier l'impact des parasites sur les animaux et sur la production animale en général, il est indiqué d'examiner d'abord l'importance de la production animale à l'échelle mondiale.

Le bétail et les produits animaux fournissent deux tiers des protéines et un tiers des calories des régimes alimentaires pour les habitants des pays développés.

Dans les pays en voie de développement les productions animales constituent 25% de la valeur totale des productions agricoles alimentaires et elles interviennent pour 20% dans l'apport en protéines et pour 6% des calories. On constate que partout les produits d'origine animale représentent une nourriture préférentielle et que leur consommation augmente avec l'augmentation des revenus familiaux.

A côté des produits alimentaires les animaux fournissent en outre de la laine, des cuirs et des peaux; ils contribuent d'une façon non négligeable à la fertilisation des sols et, dans certains pays en voie de développement, les boeufs et les buffles fournissent de l'énergie pour la traction.

Dans certaines régions d'Afrique le bétail, et plus particulièrement la bête bovine, joue un rôle social et culturel très important par exemple dans les transactions de dot lors des mariages. Le bétail est un signe extérieur de prestige et c'est le nombre d'animaux plutôt que leur qualité qui constitue une assurance contre la sécheresse et la famine.

Les pays en voie de développement hébergent environ 794 millions de bovins, 622 millions d'ovins et 440 millions de caprins. Les animaux comptent pour 66,56 et 96 pour cent de la population totale de ces espèces à l'échelle mondiale.

Une alimentation mauvaise ou insuffisante, une gestion défailante et les maladies constituent les contraintes majeures au développement harmonieux du cheptel.

En général on peut dire que les maladies qu'on rencontre dans les régions tropicales ressemblent beaucoup à celles des régions tempérées. Mais dans les régions tropicales le climat entraîne un impact beaucoup plus important des maladies parasitaires.

Les mesures de contrôle en usage dans les pays développés sont très souvent trop coûteuses pour l'éleveur des pays en voie de développement ou pour les gouvernements nationaux. Cela suffit à justifier l'importance des recherches pour trouver des moyens de contrôle moins coûteux, plus efficaces et pratiques.

* Institut de Médecine Tropicale, Département Vétérinaire, Nationalestraat 155, B-2000- Antwerpen (Belgique)

On a l'habitude de décrire les pertes économiques dues à des parasites et des maladies avec des termes comme "considérables", "extrêmes", "énormes", ou d'autres mots indéfinis. Cette terminologie se base très rarement sur des faits mesurables. Il n'est pas facile d'obtenir des chiffres exacts qui dépendent d'une détection ponctuelle et d'un diagnostic précis de la cause de la mort ou de la perte de production. Il est parfois difficile de quantifier les pertes de lait, de viande, de laine, d'œufs, etc... Dans plusieurs pays il est impossible de trouver des chiffres exacts. Certains pays refusent de communiquer ces chiffres et considèrent des exercices de ce genre comme un signe de sous-développement; ils préfèrent garder ces chiffres comme un secret national. D'autres pays gardent ces renseignements afin de ne pas dévoiler leur faiblesse économique à des pays concurrents. Dans un contexte pareil, il est évident qu'une limitation du sujet traité ici s'impose. Le choix s'est porté sur les tiques et les maladies qu'elles transmettent ainsi que les trypanosomiasés. Ces deux problèmes se rencontrent dans le monde entier, mais frappent surtout les régions tropicales et subtropicales. La trypanosomiase animale est en Afrique une calamité de premier ordre.

Il est bien connu que les tiques se rencontrent partout dans le monde et qu'elles parasitent aussi bien les animaux domestiques que sauvages. Mais on ne se rend pas toujours compte du fait, que de tous les parasites externes, les tiques causent les dégâts économiques les plus importants en production animale, surtout dans les pays en voie de développement.

L'effet néfaste direct résulte des lésions au niveau des peaux, de la perte de sang, de l'effet des toxines et de l'irritation. Très souvent des abcès ou des infections se développent aux endroits de morsures; lorsque celles-ci se situent au niveau du pis il en résulte parfois la perte d'un ou de plusieurs quartiers, entraînant une réduction de la production laitière.

Les tiques créent des portes d'entrée pour des bactéries et pour certaines mouches, causant ainsi par exemple, la streptothricose à *Dermatophilus congolensis* et la myiase à *Cochliomyia hominivorax*.

L'irritation provoquée par l'infestation à tiques a un effet dépressif sur les productions laitière et viandeuse. Des études en Australie ont démontré qu'une infestation à *Boophilus microplus* est responsable d'une perte de poids qui se situe entre 0,28 et 0,8 kg par tique et par an.

Les pertes de sang causées par engorgement des tiques sont également responsables des pertes de poids, mais elles causent surtout des anémies sévères et éventuellement la mort.

Les toxines produites par les tiques sont responsables de plusieurs manifestations cliniques comme les paralysies causées par *Ixodes holocyclus*, *Ixodes rubicundus*, *Dermacentor andersoni* ou la maladie de la sudation causée par *Hyalomma truncatum*. Toutes ces manifestations peuvent se terminer par la mort.

L'effet indirect des tiques sur la production animale se réalise par la transmission de maladies.

On peut distinguer plusieurs complexes majeurs de maladies, qui sont caractéristiques de régions différentes du globe :

1. Le complexe *Boophilus-Babesia-Anaplasma* qu'on rencontre en Amérique Latine, en Océanie, en Asie et dans certaines régions d'Afrique et du Proche-Orient.

2. Le complexe *Hyalomma-Theileria annulata* qu'on rencontre dans une zone qui s'étend du Maroc à travers l'Afrique du Nord, le Sud de l'Europe, le Proche-Orient jusqu'au Sud-Est asiatique.

3. Le complexe *Ambyomma-Cowdria ruminantium* qui se situe en Afrique au Sud du Sahara et qui vient de se signaler dans les Caraïbes.

4. Le complexe *Rhipicephalus appendiculatus* — East Coast Fever, qu'on rencontre dans une zone assez délimitée de l'Afrique Orientale et Centrale, du Sud du Soudan jusqu'au Zimbabwe et la République Sud-Africaine.

Il y a évidemment plusieurs autres complexes de maladies causées par des tiques, connus dans d'autres régions isolées du monde et qui sont d'une moindre importance, comme par exemple le complexe *Ixodes ricinus - Babesia divergens* en Europe.

Il est important de noter que dans certaines régions du monde il n'y a qu'un seul complexe, comme par exemple en Australie et en Amérique Latine. Dans d'autres régions deux ou même trois complexes se présentent en même temps.

Le cas extrême et le plus dramatique se situe en Afrique Orientale où existent trois complexes simultanément. On imagine facilement qu'une situation pareille constitue un obstacle majeur pour le commerce de la viande avec l'Europe quand les pays de l'Afrique Orientale doivent entrer en compétition avec les exportateurs de viande d'Australie, d'Uruguay, d'Argentine etc...

En Amérique du Sud et en Océanie on traite le bétail 5 ou 6 fois par an aux acaricides. En Afrique Orientale, le contrôle de l'East Coast Fever réclame un traitement hebdomadaire pour le bétail local; lorsqu'on veut travailler avec du bétail amélioré il est absolument indispensable de traiter deux fois par

semaine, si on veut éviter des catastrophes qui se traduisent parfois par des mortalités de 90 à 100 pour cent.

Le coût actuel d'un bain ou douche d'un bovin adulte se situe autour de 0,05 US dollar. Ceci veut dire qu'un éleveur australien ou sud-américain doit payer 25 à 30 US cents par animal par an pour le protéger contre les maladies à tiques, mais qu'un éleveur africain doit payer 2,6 US dollar pour obtenir le même résultat. Lorsqu'il exploite du bétail amélioré il doit même dépenser 5,2 US dollar pour couvrir le coût de 104 bains ou douches. Cette somme seule représente pour certains éleveurs un dixième de la valeur totale de son animal.

Ce cas particulier de l'Afrique Orientale est après tout encore un incident mineur à échelle mondiale, lorsqu'on regarde toutes les pertes dues à des maladies transmises par des tiques.

Des évaluations récentes en Australie ont démontré que les pertes dues à des tiques du bétail bovin peuvent être évaluées à 10 US dollar par tête de bétail et par an. Et ceci se situe dans un pays où il n'y a qu'une seule espèce de tiques d'importance économique pour le bétail, à savoir *Boophilus microplus* qui est une tique à un seul hôte.

On peut donc raisonnablement admettre que le coût par tête de bétail et par an pour lutter contre les tiques et les maladies transmises par les tiques doit être significativement plus important dans des pays en voie de développement, comme par exemple l'Afrique, lorsqu'on est confronté avec plusieurs espèces de tiques à deux ou trois hôtes. On a pu constater tout récemment que dans certaines régions du Kenya et du Burundi plus de 30 pour cent de la mortalité des veaux est attribuable à l'East Coast Fever. Une longue liste d'autres maladies transmises par les tiques est responsable de chiffres encore plus élevés.

La trypanosomiase animale est une autre maladie parasitaire très importante. C'est peut-être la seule maladie qui a profondément touché l'implantation des populations et le développement économique dans une grande partie du continent africain. L'importance économique des trypanosomes du bétail domestique est largement reconnue depuis 1974 quand la FAO a reçu mandat pour mettre sur pied de toute urgence un programme de contrôle. On doit aussi rappeler qu'il existe plusieurs trypanosomioses en dehors de l'aire des mouches tsé-tsé en Afrique, tout comme en Amérique et en Eurasie. C'est ainsi que tout récemment il est apparu que des infections à *Trypanosoma evansi* chez les buffles d'eau du Vietnam étaient devenues une question de vie ou de mort pour les populations qui dépendent pour leur nourriture entièrement du riz dont la production régulière est assurée en grande partie par la traction animale fournie par ces buffles d'eau.

Mais il est incontestable que la trypanosomiase transmise par des mouches tsé-tsé en Afrique au Sud du Sahara est encore beaucoup plus importante.

La trypanosomiase animale africaine a des conséquences économiques sérieuses par les pertes de lait et de viande provoquées. Par voie de conséquence, les pays concernés introduisent des demandes d'importation de viande et de produits laitiers au lieu de réaliser l'exportation de ces produits, grands rêves irréalisés de certains pays africains après la première convention de Lomé. La pénétration de la traction animale reste handicapée dans beaucoup de régions. Dans certaines régions en dehors de l'aire de la mouche tsé-tsé, on voit de trop grandes concentrations d'animaux qui entraînent des phénomènes de surpâturage, d'érosion et même de désertification. Les frais de traitement sont importants, ainsi que les frais des études de contrôle et leur exécution. On estime les pertes annuelles en viande dues à la trypanosomiase à 5 milliards de US dollars; ce chiffre ne tient pas compte des pertes de lait, ni des pertes en matière d'énergie animale ou de fumier.

Mais d'un autre côté, les glossines et plus particulièrement *Glossina morsitans* ont rendu l'élevage très difficile dans certaines régions ce qui a amené certains à penser que les glossines justement sont responsables de la conservation de certaines espèces animales sauvages. L'impossibilité d'organiser un élevage d'animaux domestiques a permis au gibier de se maintenir, et ce gibier constitue une ressource touristique non négligeable pour certaines régions. Le bétail qui n'a pas pu coloniser certaines régions sèches et marginales à cause de la trypanosomiase n'a pas pu contribuer à la dégradation des sols et à la désertification.

La trypanosomiase transmise par glossines se rencontre entre le 14ème degré Nord et le 30ème degré Sud en Afrique Orientale, remontant au 20ème degré Sud en Afrique Centrale et Occidentale. Ceci couvre une surface d'environ 10 millions de kilomètres carrés, ce qui représente 37 pour cent du continent africain et touche 38 pays; 70 pour cent de cette aire est couverte de savane, le restant d'une forêt tropicale plus ou moins dense.

La région de la forêt humide s'étend le long de la côte à partir du Sénégal jusqu'en Angola; elle pénètre très profondément en Afrique Centrale à la hauteur de l'Equateur. Dans la zone de la forêt tropicale humide on rencontre pas mal de moutons et chèvres dans les villages. En zone de savane on trouve surtout des bovins. Ce bétail appartient pratiquement toujours aux éleveurs locaux.

Malgré des discussions au sujet des répercussions écologiques dues aux mesures de contrôle de la trypanosomiase, il est certain que les savanes d'Afrique pourraient porter un nombre beaucoup plus important d'animaux.

On pense qu'environ 30 pour cent des bovins dans les 38 pays affectés par la mouche tsé-tsé sont exposés à la trypanosomiase. En ce qui concerne les ovins, caprins, porcs, équidés et dromadaires on estime que la situation est similaire, mais les données sont moins précises.

Les pays de l'Afrique Centrale et Occidentale sont particulièrement touchés. Une enquête dans 18 pays, du Sénégal au Zaïre, a révélé que 26 pour cent de la population humaine d'Afrique vit dans cette région, mais seulement 9 pour cent des bovins, caprins, et ovins. Cela veut dire que la biomasse du bétail par habitant y représente seulement 26kg, tandis que dans le reste de l'Afrique au Sud du Sahara elle représente 136 kg et qu'elle est de l'ordre de 79 kg pour le continent entier. La FAO estime que la région est capable de pouvoir porter en moyenne 20 bovins par kilomètre carré. Le nombre d'ovins et caprins peut aussi être augmenté. Cela veut dire que le nombre d'animaux pourrait s'accroître cinq fois. On comprend donc que la mouche tsé-tsé est responsable d'une énorme limitation de la production animale dans ces régions.

Une question se pose : comment peut-on changer et améliorer la situation ?

Il y a plusieurs voies; certaines sont connues depuis des décades, d'autres sont nouvelles et d'autres encore s'annoncent. De toute façon on doit s'adapter aux situations socio-économiques et politiques. On ne peut pas rester immobile; il faut adopter une attitude dynamique, essayer de trouver une solution appropriée à chaque région et toujours être conscient que seule une réalité économiquement défendable peut avoir une chance de succès.

Les populations concernées ne participeront aux efforts que lorsqu'elles entreverront clairement les bénéfices et le progrès.

Il ne faut donc pas seulement des animaux en bon état de santé, mais il faut aussi prévoir les possibilités de marchés et d'écoulement économique des produits animaux.

Les questions suivantes se posent alors : est-il possible de créer une chaîne commerciale en Afrique sur base nationale ou internationale? Serait-il indiqué de chercher des marchés d'exploitation en dehors du continent africain? On pense évidemment en tout premier lieu aux riches pays pétroliers comme l'Arabie Saoudite, le Koweït, etc... Même l'Europe constitue un marché potentiel.

Lorsqu'on envisage de réaliser un gain potentiel d'un milliard de dollars par an en productions animales par une augmentation de cinq fois les productions actuelles, il faut évidemment aussi penser aux frais. Ces frais sont multiples et méritent à leur tour une analyse.

D'abord il y a la chimiothérapie et la chimioprophylaxie. On peut estimer le coût actuel d'une injection d'un bovin adulte entre 1 à 1,5 US dollar; ce coût varie évidemment d'une région à l'autre et inclut le prix du produit, le salaire du préposé et l'aide logistique. Ces injections prophylactiques et curatives doivent parfois être répétées à de courts intervalles avec les produits vieux mais toujours d'actualité comme Berenyl, Trypamidium etc...environ 25 millions de doses sont employées annuellement en Afrique.

Une autre méthode consiste à lutter contre les glossines. On peut nettoyer la brousse et se servir de pièges; ces moyens peu coûteux se prêtent uniquement à l'emploi sur une échelle réduite.

L'emploi d'insecticides peut être réalisé à frais réduits par des tissus de coton imprégnés d'insecticides et plantés tous les 50 à 100 mètres le long des rivières dans des galeries forestières. Ceci coûte pour le moment environ 50 US dollars par km la première année; la seconde année le coût s'abaisse à 20 dollars. Des pneus de voiture coupés en deux ou trois pièces et garnis d'un insecticide rémanent à l'intérieur sont également des moyens utiles et peu coûteux.

L'emploi du piège biconique de Challier-Laveissière a été largement employé dans certains pays de l'Afrique de l'Ouest; on a constaté que ces pièges imprégnés de deltaméthrine ont pu réduire la densité apparente de *Glossina tachinoïdes* de 99,98 pour cent en quatre mois. La première année un traitement de ce genre coûterait 100 US dollars par kilomètre; l'année suivante on aurait à dépenser 20 dollars seulement.

Ces méthodes simples et peu coûteuses ne réclament pas beaucoup d'effort; elles ne sont pratiquement pas nuisibles pour les animaux et épargnent spécialement la faune aquatique. L'équipement est très simple et peut être construit sur place par la population rurale.

L'emploi d'insecticides par épandage aérien, par avion ou hélicoptère, ou même par aspersion au sol est beaucoup plus coûteux. Les prix de ces interventions varient beaucoup d'une région à l'autre. Lors des campagnes récentes dans divers pays africains on a noté des coûts de 4 à 13 US dollars par hectare pour l'épandage aérien par hélicoptère. L'aspersion au sol ne coûterait que 1,5 à 5,5 dollars, mais si on se sert d'engins mécaniques sophistiqués les prix s'élèvent au même coût que l'épandage aérien.

Mais peut-on envisager de traiter ainsi 10 millions de kilomètres carrés ? C'est inconcevable d'un point de vue écologique et c'est irréaliste car il est impossible de trouver les fonds nécessaires.

Depuis David Bruce on a aussi pensé à la destruction du gibier. Cette méthode controversée et discutée a été heureusement abandonnée.

La fameuse méthode du "lâcher de mâles stériles", réalisable avec succès sur des toutes petites surfaces, est condamnée à rester une méthode qui n'aura jamais une chance de se généraliser à grande échelle, à cause de la grande contrainte biologique qui fait qu'une glossine femelle ne produit que 2 à 2,7 descendants par mois et que seulement un de ces descendants est un mâle. Avec la contrainte économique qui a fait dire à quelqu'un "une mouche vaut 1 dollar" et quand on sait qu'il faut au moins 10 mâles stériles par mâle sauvage, les comptes sont vite faits.

Depuis une bonne dizaine d'année on produit des efforts scientifiques énormes pour trouver des méthodes d'immunisation contre la typanosomiase. On sait maintenant que le problème est très complexe à cause de la variation antigénique. Est-ce un obstacle insurmontable ?

Le monde scientifique a redécouvert la trypanotolérance. Ce phénomène qu'on constate chez certains animaux sauvages, domestiques et peut-être même chez certains hommes était connu depuis 1906, mais avait fait l'objet de discussions contradictoires. Dans l'espèce bovine, ce phénomène se manifeste surtout chez les races taurines de l'Afrique de l'Ouest, notamment les races N'Dama, Dahomey,

Baoule etc... L'étude de ce phénomène biologique et de ses origines fait pour le moment l'objet de recherches très avancées. On essaye de favoriser le développement et l'exploitation des races bovines trypanotolérantes; les races trypanotolérantes des petits ruminants font également l'objet d'études et d'exploitations. C'est peut-être la seule solution économiquement réalisable dans plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest. Mais il faudra du temps et de la patience. On évalue pour le moment à seulement 8 millions le nombre de bovins trypanotolérants et à 30 millions celui des petits ruminants.

Sur le plan pratique, le développement d'un réseau dense de bétail trypanotolérant ne se situe pas uniquement sur le plan biologique; l'homme africain lui-même doit devenir conscient des potentialités de ce trésor de la nature. C'est l'homme qui doit créer et maintenir un environnement favorable au développement de ce bétail; c'est l'homme qui doit s'organiser. Ceci réclamera une mobilisation physique et psychologique soutenue.

Ce texte est un condensé de la conférence prononcée le 3 avril 1985 lors de la réunion bi-annuelle des Sociétés belge et hollandaise de parasitologie à la Faculté de Médecine, Université Catholique de Louvain à Woluwé-Bruxelles et qui avait pour titre "Some economic aspects related to Veterinary Parasitology".

NOUVELLES

NIEUWS

NEWS

NOVEDADES

Maïs Miracle

On a découvert, près de Guadalajara, dans l'état de Jalisco, au nord-ouest de Mexico, Mexique, la seule source mondiale de maïs pérenne. Déclarée découverte du siècle, cette espèce peut être croisée avec du maïs domestique et s'est révélée résistante à au moins quatre maladies connues des variétés domestiques.

Le maïs pousse dans la Sierra de Manatlán, près de Guadalajara dans une région de 1200 hectares appartenant à l'université de Guadalajara mais il est menacé par l'exploitation du bois d'oeuvre. L'université souhaiterait que la région soit protégée, éventuellement comme réserve de la biosphère de l'Unesco. Ole Hamann, responsable pour les plantes à l'U.I.C.N. (Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses Ressources) a déclaré à cette occasion: "Pour l'U.I.C.N., c'est un problème crucial de ressource génétique. Le programme des réserves de la biosphère a notamment pour objectif de conserver les ressources génétiques et c'est un des rares exemples où nous savons quel est l'intérêt génétique de la région. Il est donc vital de protéger celle-ci".

Source: Bulletin UICN, Vol.16 (7-9), Juillet-septembre 1985.

Earthscan

Introduction

Earthscan is a global news and information service, providing newspapers, magazines, radio, television and non-governmental organizations (NGOs) with news briefings and comment on development and environment issues. Earthscan is editorially independent, free to criticise as well as explain problems, activities and events in development and environment field.

The solutions to most development and environment problems are known. The barriers to action are often a lack of communication — failures in transfer of technology, inadequate international links between scientists, a lack of awareness among government officials, politicians and public. Earthscan's objective is to help the media and NGOs better cover and comment on these problems, and to create and sustain a global network of specialist journalists. Earthscan materials go to the leading, opinion-forming media and NGOs in each country.

Earthscan was founded in 1975 by the late Barbara Ward and International Institute for Environment and Development. The main office is in London, with Earthscan Washington expanding its activities in North America

Earthscan is funded by UNEP, the European Community, the Nordic aid agencies (DANIDA, FINNIDA, NORAD and SIDA), the Netherlands Foreign Ministry, the World Bank, the UN Food and Agriculture Organization and other sources.

About three or four new titles are published each year. Sharp, factual and provocative, many are regarded as the definitive works on their subjects. New Scientist (UK) says: "Earthscan has ... an unparalleled reputation for providing briefing documents on environmental issues". Catalogue available.

Address: 3 Endsleigh Street — London WC1H ODD - UK
Tel: 01-388 9541 — Telex: 261681 — Cables: Earthscan, London WC1

COURRIER

LEZERSBRIEVEN

LETTERS

CORREO

Documentation sur l'élevage d'escargots

Question

"Quel manuel me conseillez-vous au sujet de la culture des escargots ainsi que la récolte des œufs ?"

Dupas Paul, Chili

Réponse

Il me semble ne pas exister de manuel traitant de l'élevage d'escargots dans les pays en voie de développement. De toutes manières, la première chose à faire est d'identifier les genres et espèces d'escargots dans la région concernée (inventaire et systématique).

En Europe, les recherches les plus avancées se font en France (Prof. Dag Uzan; Labo Zoologie Générale et Ecophysiologie; Université de Rennes, F-35042 Rennes Cedex, France). La diffusion des données techniques est réalisée par l'Institut Technique de l'Aviculture, des Productions de Basse-Cour et des Elevages de Petits Animaux (ITAVI; rue des Rochers 28, F-75009 Paris, France) qui a édité quelques documents en la matière. En Belgique, l'Office des Promotions des Petits Elevages en Wallonie (OPPEW; Centre de Zootechnie, rue des Champs Elysées 4, B-5300 Ciney) s'occupe de diffuser les informations. Il existe aussi une association privée "Association Hélicicole Belge A.H.B." dont le siège est situé à la même adresse à Ciney.

Jacques Hardouin, IMT-Anvers

RÉUNIONS

VERGADERINGEN

MEETINGS

REUNIONES

Premières Journées Vétérinaires Africaines du 30 mai au 2 juin 1987 à Hammamet — Tunisie

Organisateur: Conseil de l'Ordre des Vétérinaires de Tunisie

Thème principal:

Incidence du parasitisme sur les productions animales

Thèmes annexes:

1. La fièvre de la vallée du Rift
2. Les aflatoxines

Tables rondes:

1. Le dromadaire
2. L'aviculture
3. L'apiculture
4. L'alimentation animale en conditions de disette.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser à : service Vétérinaire, La Rabta - Tunis - Tunisie.

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

Nombres científicos y vulgares de especies forrajeras tropicales**Scientific and common names of tropical forage species**

Mariano Mejía M., 1984; 75 p.; 17 x 24 cm.

En el proceso de la transferencia de los resultados de la investigación, la diversidad y cantidad de nombres comunes o vulgares que se utilizan en diferentes países y regiones para denominar una misma especie botánica, a menudo confunden al investigador, quien por lo general designa una especie por su nombre botánico o científico, y al pequeño agricultor o al productor ganadero, quienes la identifican por su nombre vulgar o regional.

Los factores mencionados crean la necesidad de una herramienta práctica que ayude al especialista en pastos, al técnico, al estudiante, al pequeño agricultor, al productor ganadero y al especialista en información científica, en la identificación y normalización de los nombres botánicos y vulgares cuando los encuentre en español, inglés y portugués.

Esta publicación fue preparada para suplir la necesidad de traducción a diferente idiomas.

Throughout the process of transferring research results, the diversity and amount of common names that are used in different countries and regions to designate the same botanical species frequently confuse both researchers, who generally designate a species by its botanical or scientific name, and small farmers or cattle raisers, who identify the species by its regional or common name.

The abovementioned factors created a need for a practical tool that helps pasture specialists, technicians, students, small farmers, cattle raisers, and information specialists in the identification and standardization of botanical and common names as they are found in Spanish, English, and Portuguese.

This publication has been prepared for the specific purpose of multilingual translation.

C.I.A.T. - Apartado Aéreo 6713 - CALI, Columbia.

***Andropogon gayanus* Kunth : Bibliografía analítica**

Mariano Mejía M.

Andropogon gayanus Kunth var. *bisquamulatus* (Hochst.) Hack. es una gramínea forrajera perenne, de porte alto, que forma macollas, oriunda de Africa Occidental, donde se encuentra distribuida ampliamente en la mayoría de las sabanas tropicales y subtropicales, en áreas con una prolongada estación seca.

En 1973, el Dr. Bela Grof, investigador del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), introdujo en Colombia semilla de un ecotipo de esta gramínea, denominado CIAT 621, procedente de la Estación Experimental Shika, Nigeria.

A partir de 1974 se inició un proceso de evaluación sistemática en ensayos de adaptación y producción en varios lugares de Colombia, especialmente los Llanos Orientales, en cooperación con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Después de varios años de evaluaciones, no sólo en Colombia sino también en otros países latinoamericanos, se comprobó que *A. gayanus* CIAT 621 es una gramínea de excelente adaptación y productividad para las extensas áreas de Oxisoles y Ultisoles, caracterizados por tener un pH bajo y alta saturación de aluminio.

Hasta el momento, cinco países de América tropical han liberado como cultivar (o variedad comercial) la introducción CIAT 621 de *A. gayanus*: Colombia (1979) cv. Carimagua-1; Brasil (1979) cv. Panaltina; Venezuela (1982) cv. Sabanero; Perú (1982) cv. San Martín, y Panamá (1983) cv. Veranero.

A pesar de que se han hecho varias investigaciones sobre *A. gayanus* en África y en otras regiones del mundo, se desconocen gran parte de los resultados.

Esta bibliografía fue producida por el Centro de Información sobre Pastos Tropicales del CIAT, como una respuesta al gran interés que ha despertado *A. gayanus* entre investigadores de pastos y ganaderos de América tropical, y como un instrumento de consulta para el creciente número de investigadores de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT).

Centro Internacional de Agricultura Tropical, C.I.A.T., Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

La toxicité du manioc et la thyroïde: recherches et questions de Santé Publique

Compte rendu d'un Colloque tenu à Ottawa, Canada du 31 mai au 2 juin 1982. Rédacteurs: F. Delange & R. Ahluwalia, 1985.

Centre de Recherches pour le Développement International (CRDI)
Adresse: 60, rue Queen — C.P. 8500, Ottawa (CANADA) K1G 3H9.

En raison de la haute production du manioc dans le tiers-monde, du nombre réduit d'études faites sur cet aliment et de sa toxicité chez l'être humain, le Centre de Recherches du Canada pour le Développement International a consacré depuis des années des recherches sur le manioc.

Ce dernier livre de 162 pages contient un excellent condensé des problèmes:

— L'étiologie et les mécanismes à l'origine du goitre endémique et du crétinisme y sont largement étudiés.

La toxicité du manioc pour la glande thyroïde et ses effets sur le fœtus sont trop peu connus en dehors du monde médical. Cela tient au cloisonnement entre diverses disciplines.

Le manioc contient des glucosides (parmi eux la linamarine) qui libèrent du cyanure lorsque les cellules sont meurtries, par exemple râpées. Chez l'homme, le cyanure en dose non mortelle est transformé en thiocyanates qui bloquent l'absorption d'iode par la glande thyroïde. Pour éliminer le goitre, il ne faut pas seulement augmenter l'apport d'iode mais éliminer les substances goitrigènes notamment du manioc et de ses feuilles.

Différentes méthodes traditionnelles existent et sont décrites. L'hypothyroïdie congénitale avec crétinisme paraît plus complexe qu'une action simultanée de carence en iode aggravée par le taux de thiocyanates entravant la captation d'iode par la glande thyroïde. La lésion cérébrale est irréversible et diffère selon les pays. Des neuropathies toxiques au Nigéria ont été attribuées à la consommation de manioc tandis que le taux d'acides aminés soufrés dans le sang est peu élevé. La quantité de protéines consommées au Zaïre et au Nigéria est faible.

— Les divers aspects de la toxicité sont relevés dans les divers pays ou continents du monde où elle survient.

— Sont ensuite résumés les problèmes de variétés morphologiques, de sélection et de recherche agronomiques.

— Le manioc comme aliment pour le bétail et la recherche génétique sont étudiés sans négliger les incidences sur la résistance aux maladies et aux insectes.

— Enfin, la détoxification du manioc tant en méthodes traditionnelles qu'industrielles est exposée, différente pour diverses régions d'Afrique. La toxicité tient autant à des facteurs génétiques qu'écologiques du manioc.

Ce petit livre est écrit de manière très claire et pratique, tout en exposant les connaissances scientifiques actuelles qui expliquent la toxicité du manioc par sa teneur en cyanures (5 à 205 mg/kg pour 300 kg de consommation par personne et par an au Gabon et au Zaïre; 75 à 173 kg consommés au Brésil et au Paraguay).

La lecture de ce livre est hautement recommandée à ceux qui s'intéressent à la nutrition et à la consommation de manioc. Il existe en versions française et anglaise.

Instructions aux auteurs

Instructies aan de auteurs

Instructions to authors

Instrucciones a los autores

Conditions générales

Le manuscrit et deux copies sont à adresser à Agri-Overseas, avenue Louise, 183, B-1050 Bruxelles, Belgique. Indiquer clairement l'adresse de l'auteur.

Le Comité de Rédaction soumettra le texte à 2 lecteurs, spécialistes du sujet traité. Il sera éventuellement retourné à l'auteur pour être corrigé ou adapté. Un exemplaire restera dans les archives de Agri-Overseas.

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

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

Instructions pratiques

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

Disposition

Titre: court en caractères minuscules.

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

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

Introduction

Matériel et méthodes ou observations

Résultats

Discussion

Remerciements: s'il y a lieu.

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

Les références comprendront:

— Pour les revues: les noms des auteurs suivis des initiales 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

Algemene voorwaarden

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

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

De eerste auteur van elk artikel ontvangt 10 gratis exemplaren van het nummer dat zijn artikel bevat. Figuren en tabellen die samen één gedrukte bladzijde overschrijden, worden aangerekend aan de auteurs.

Praktische richtlijnen

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

Inleiding

Titel: bondig doch informatief, in kleine letters.

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

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

Inleiding

Material en methodes (of waarnemingen)

Resultaten

Discussie

Dankbetuiging, indien nodig

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

De referenties vermelden:

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

Voorbeeld

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

— 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.

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

Exemple

Voorbeeld

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. Voiks en S.M. Aronson (Editors), *Sphingolipids: sphingolipidoses and allied disorders*. Plenum, New-York.

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

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

General Conditions

Manuscripts (one original and two copies) are to be submitted to Agri-Overseas, Avenue Louise 183, B-1050 Brussels, Belgium. They must be accompanied by a covering letter from the author stating the address for further correspondence.

Each paper will be examined by two referees and may be returned to the authors for modification. One copy will remain the property of Agri-Overseas.

The first author of each paper will receive 10 free copies of the issue containing his paper.

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

Practical requirements

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

Layout

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

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

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

Introduction

Material and methods (or observations)

Results

Discussion

Acknowledgements: if necessary.

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

References will mention:

— For periodicals: authors' names with their initials, year of publication, full title of the articles in the original language, title of the journal, volume number (underlined), first and last page of the article.

Example

— For books: authors' names with their initials, year of publication, full title of the book, name of publisher, place of publication, first and last page of the chapter cited.

Example

Tables and figures should be carefully designed on separate pages numbered in Arabic numerals on the back. Figures should be professionally drawn. Photographs must be good quality, unmounted glossy prints and numbered on the back. Accompanying captions should be typed on separate sheets and referred to the number of photo, drawing, a.s.o....

Remarks

— Avoid the use of footnotes.

— Avoid using dashes in the text.

— Avoid using capital letters when not necessary.

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

Condiciones generales

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

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

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

Instrucciones prácticas

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

Disposición

Título: corto y en minúsculas.

Autores: debajo del título.

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

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

Introducción

Material y métodos o observaciones

Resultados

Discusión

Agradecimientos: si procede.

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

Las referencias comprenderán:

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

Ejemplo

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

Ejemplo

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

Remarques

— Eviter les notes en bas de pages.

— Eviter l'emploi des tirets.

— Eviter l'emploi de majuscules inutiles.

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

Aanbevelingen

— Vermijd het gebruik van voetnoten.

— Vermijd het gebruik van koppeltekens in de tekst.

— Vermijd het gebruik van onnodige hoofdletters.

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

Observaciones

— Evitar las notas al pie de la página.

— Evitar el empleo de guiones.

— Evitar las mayúsculas inútiles.

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

TROPICULTURA

1986 Vol. 4 N. 3

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

CONTENTS

EDITORIAL

- Belgium and the agri-industrial development in the third-world (*in French*).
M. Servotte 81

ORIGINAL ARTICLES

- Maintenance of feeder roads in Africa, vital component for rural development (*in French*).
R.R. Appart 83
- Effect of reproductive pruning on the tuber yield of the winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L) D.C.) (*in French*).
L. Lukoki, M. Walangululu and M. M'vita 93
- Prevention of Newcastle disease through vaccination - an assesment (*in English*).
J. Joos and F. Demey 97

PROJECTS

- Study of naturally occuring and cultivated *Rauwolfia vomitoria* Afz. in Burkina Faso related to the alcaloid contents (*in French*).
P. Duez, Sylvie Chamart, J. Lejoly, M. Hanocq, B. Zeba, M. Sawadogo, P. Guissou and L. Molle 100

STATEMENTS

- A view of Paraguay (*in French*).
G. Berlage 109
- Some economic aspects related to veterinary parasitology (*in French*)
J. Mortelmans 112

NEWS 117

LETTERS 118

MEETINGS 118

BIBLIOGRAPHY 119

Editor
J. HARDOUIN
Institute of Tropical Medicine
Nationaalestraat 155
2000 ANTWERPEN Belgium