IDRC-237f

Recherche sur l'amélioration des pâturages en Afrique orientale et australe

Comptes rendus d'un atelier tenu à Harare, Zimbabwe, du 17 au 21 septembre 1984

ACTES

INTERNATIONAL DEVELOPMENT RESEARCH CENTRE • CENTRE DE RECHERCHES POUR LE DÉVELOPPEMENT INTERNATIONAL •
CANADA

Le Centre de recherches pour le développement international, société publique créée en 1970 par une loi du Parlement canadien, a pour mission d'appuyer des recherches visant à adapter la science et la technologie aux besoins des pays en voie de développement; il concentre son activité dans cinq secteurs : agriculture, alimentation et nutrition; information; santé sciences sociales; et communications. Le CRDI est financé entièrement par le Parlement canadien, mais c'est un Conseil des gouverneurs international qui en détermine l'orientation et les politiques. Établi à Ottawa (Canada), il a des bureaux régionaux en Afrique, en Asie, en Amérique latine et au Moyen-Orient.

© Centre de recherches pour le développement international 1986
Adresse postale : C.P. 8500, Ottawa (Canada) K1G 3H9
Siège : 60, rue Queen, Ottawa

Kategile, J.A.

IDRC-237f

Recherche sur l'amélioration des pâturages en Afrique orientale et australe : comptes rendus d'un atelier tenu à Harare, Zimbabwe, du 17 au 21 septembre 1984. Ottawa, Ont., CRDI, 1986. 545 p. : ill. (Actes/CRDI).

/Pâturages/, /recherche agricole/, /amélioration génétique/, cultures fourrageres/, /valeur nutritive/, /productivité/, /Afrique orientale/, /Afrique australe/ - /méthodes de recherche/, /recherche et développement/, /réseaux d'information/, /rapports de réunion/, /listes des participants/.

CDU: 633.2.001.5 ISBN: 0-88936-459-1

Édition microfiche offerte sur demande.

This publication is also available in English.

IDRC-237f

Recherche sur l'amélioration des pâturages en Afrique orientale et australe

Comptes rendus d'un atelier tenu à Harare, Zimbabwe, du 17 au 21 septembre 1984

Rédacteur : Jackson A. Kategile

Parrainé conjointement par
le Comité de l'Afrique australe pour la coordination au développement
et le
Centre de recherches pour le développement international

Résumé: Dans les actes ci-joints, des scientifiques de divers pays analysent la recherche entreprise sur les pâturages en Afrique orientale et australe (Éthiopie, Kenya, Tanzanie, Burundi, Zambie, Zimbabwe, Lesotho, Botswana, Mozambique et Madagascar). L'utilisation des résultats obtenus et les connaissances acquises sont mises en lumière, puis utilisées pour établir les priorités nationales en matière de recherche. Les actes comportent une analyse critique des méthodes de recherche actuelles sur les pâturages : rassemblement, entreposage et diffusion du matériel génétique; mise à l'essai et évaluation de ce matériel; expériences de pâturage; évaluation nutritive des pâturages et exploitation rationnelle de ceux-ci. On présente des lignes directrices précises sur les méthodes à suivre, qui seront utiles aux agronomes de pâturages, aux spécialistes de la nutrition animale et aux scientifiques responsables de la gestion des pâturages.

Deux études de cas ont fait l'objet d'une présentation suivie d'une discussion : il s'agit des réseaux régionaux de recherche sur les pâturages en Asie et en Amérique latine. Après discussion, on est convenu d'une stratégie de la recherche sur les pâturages, dans les années à venir; la coordination de cette stratégie sera assurée par une section régionale du Pastures Network for Eastern and Southern Africa (PANESA).

Abstract: The proceedings contain reviews by national scientists on pasture research done primarily in Eastern and Southern Africa (Ethiopia, Kenya, Tanzania, Burundi, Zambia, Zimbabwe, Swaziland, Lesotho, Botswana, Mozambique, and Madagascar). The application of the results obtained and lessons learned are highlighted and used in setting of national priorities for research areas for the future. Critical reviews on current pasture research methodologies are included in the proceedings. The research methods discussed are germ-plasm collection, storage, and dissemination; and germ-plasm introduction and evaluation, nutritive evaluation of pastures, grazing experiments, and range monitoring. Specific guidelines on methodologies are outlined and these are useful to pasture agronomists, animal nutritionists, and range-management scientists.

Two case studies of pasture-research regional networks in Asia and Latin America were presented and discussed. A strategy for future pasture research coordinated through a regional Pastures Network for Eastern and Southern Africa (PANESA) was discussed and agreed upon.

Resumen: En las actas se recogen ponencias presentadas por científicos de diferentes países sobre las investigaciones en pastos que se han realizado principalemente en el Africa oriental y meridional (Etiopía, Kenia, Tanzania, Burundi, Zambia, Zimbabwe, Suazilandia, Lesotho, Botswana, Mozambique y Madagascar). Se destaca la aplicación de los resultados y experiencias obtenidos, muy útiles para determinar las prioridades de las investigaciones futuras en las diferentes naciones. En las actas se recogen también ponencias críticas sobre las metodologías empleadas actualmente en las investigaciones sobre pastos. Se analizan los siguientes métodos de investigación: recogida, almacenamiento, diseminación, introducción y evaluación de germoplasma; evaluación del valor nutricional de los pastos; experimentos de pastoreo; y control de dehesas. Se resumen directrices y metodologías específicas de gran utilidad para agrónomos especializados en pastos, expertos en nutrición animal y científicos especializados en gestión de dehesas.

Se presentan y analizan dos estudios de casos de las redes regionales de investigación en Asia y Latinoamérica. Se discutió y aprobó una estrategia para realizar investigaciones sobre pastos en el futuro que serán coordinadas por la Red de Investigaciones sobre Pastos para Africa Oriental y Meridional (RIPAOM).

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos 7

Participants 9

Discours d'ouverture 15

Séance I État de la recherche en Afrique orientale et australe 23

Recherche sur les pâturages au Zimbabwe : 1964-1984
J.N. Clatworthy 25

Points saillants de la recherche sur les pâturages au Malawi : 1975-1984
B.H. Dzowela 62

Recherche et développement concernant les pâturages en Éthiopie
Lulseged Gebrehiwot et Alemu Tadesse 80

Recherche sur les pâturages au Burundi
Gaboryaheze Astère 96

État de la recherche sur les pâturages à Madagascar
J.H. Rasambainarivo, R. Razafindratsita et M. Rabehanitriniony 106

Revue de la recherche sur les pâturages et les parcours naturels au Botswana
D.R. Chandler 119

Revue des espèces améliorées utilisées pour enrichir les pâturages au Mozambique
Jonathan Timberlake et António Catalão Dionisio 150

Les pâturages au Lesotho
C.J. Goebel, B. Motsamai et V. Ramakhula 161

Recherche et développement concernant les pâturages en Zambie
J. Kulich et E.M. Kaluba 172

Tendances passées et actuelles de la recherche sur les pâturages au Kenya
Abdullah N. Said 190

Recherche sur les pâturages en Tanzanie
A.B. Lwoga, M.M.S. Lugenja et A.R. Kajuni 222

Les légumineuses fourragères dans les systèmes de production agropastoraux de la zone subhumide du Nigéria
M.A. Mohamed Saleem 234

Séance II Méthodes et réseaux régionaux de recherche sur les pâturages 259

Collecte de certaines espèces éthiopiennes de trifolium et évaluation préliminaire de leur valeur fourragère
J. Kahurananga, L. Akundabweni et S. Jutzi 261

Théorie et pratique de la collecte de plasma germinatif de plantes fourragères
J.R. Lazier 275

Conservation et dissémination du plasma germinatif
Adolf Krauss 315

Évaluation du plasma germanitif des pâturages tropicaux : stratégie et conceptions expérimentales
A.B. Lwoga 333

Introduction et évaluation de collections importantes de plasma germinatif
D.G. Cameron 357

Méthodes d'implantation des pâturages
P.J. Grant et J.N. Clatworthy 374

Évaluation de la productivité des pâturages par les animaux
P.T. Spear 394

Multiplication commerciale des semences de nouveaux cultivars pour pâturages : organisation et pratique
D.S. Loch 420

Évaluation de la valeur nutritive des fourrages
Kassu Yilala et Abdullah N. Said 456

Méthodes d'évaluation des parcours naturels
Moses O. Olang 484

Réseau de recherche fourragère Australie - Sud-Est asiatique et Pacifique
T.R. Evans 498

La méthode par réseaux dans la recherche sur les pâturages : l'expérience de l'Amérique tropicale
J.M. Toledo, H.H. Li Pun et E.A. Pizarro 509

Sommaire des discussions et des recommandations 534

Priorités de la recherche et stratégies à venir pour la collecte du plasma germinatif (multiplication, conservation et dissémination) 534

Méthodes de sélection et d'évaluation 537

Implantation et techniques agronomiques 540

Recherche sur l'amélioration des pâturages dans la petite exploitation 542

Questions d'organisation 544

AVANT-PROPOS

Il est bien reconnu que les productions animales occupent un rang important dans l'agriculture africaine traditionnelle, en particulier parmi les peuplades pastorales et agropastorales. Les animaux, outre qu'ils fournissent les protéines du lait, des oeufs et de la viande, sont une source importante de revenu pour les petits agriculteurs. Le fumier qu'ils produisent, leur utilisation comme bêtes de trait et l'argent qu'ils rapportent permettent pour une bonne part aux agriculteurs de pratiquer des cultures commerciales ou vivrières. Les productions animales sont donc un complément de la culture du sol. La tradition veut que l'élevage se pratique surtout sur les sols marginaux impropres à des cultures régulières, et le fumier est souvent réservé entièrement à de petits lopins cultivés. De plus en plus, les bestiaux sont alimentés avec les résidus des cultures ou des sous-produits agricoles.

Le rendement de l'élevage en Afrique reste faible et n'a que peu progressé au cours des dernières décennies. Constatation peu étonnante, les ressources en protéines animales n'ont cessé de diminuer, surtout dans les régions rurales, à mesure que la population augmente et que les marchés urbains absorbent une part de plus en plus considérable des produits animaux. Une foule de facteurs interviennent dans la faible productivité animale de la petite exploitation, mais l'on admet que l'un des principaux est l'insuffisance d'éléments nutritifs à la disposition des bestiaux. Les pâturages fournissent l'essentiel de l'alimentation et en restent la source la plus économique. Leur importance pour l'agriculture ne devrait guère s'atténuer avec le temps et leur amélioration est donc indispensable au progrès de l'élevage, dans le secteur de la petite exploitation et les régimes communaux.

L'augmentation de la population exige le développement des terres affectées aux cultures vivrières. Le maintien d'un nombre de bêtes de trait et la production

de fumier nécessaires à ces cultures nécessitent à leur tour l'adoption de meilleures plantes à pâturer, en association plus étroite avec les superficies cultivées. De plus en plus, le bétail devra être nourri à même les terres cultivables exploitées par la main-d'oeuvre familiale, par suite de la dégénérescence rapide des pâturages communaux qui peuvent de moins en moins entretenir le bétail nécessaire à la production de cultures régulières. En conséquence, il faut délaisser les parcours naturels ou à peine entretenus au profit de pâturages plus intensifs, ensemencés d'espèces spécialement choisies et soumis à une rotation fréquente.

Cette publication est le compte rendu d'un atelier regroupant des scientifiques, spécialistes des pâturages de l'Afrique orientale et australe. Le but de cette rencontre était de passer en revue la recherche effectuée sur ce sujet, d'étudier des méthodes de recherche et d'ébaucher une stratégie de recherche régionale portant sur l'amélioration et la gestion des pâturages par les petits exploitants. J'ose espérer que les activités consécutives à cette rencontre stimuleront chez les spécialistes en pâturages un intérêt plus vif et une meilleure compréhension des espèces végétales appropriées, et conduiront à l'adoption de pratiques permettant d'augmenter les ressources alimentaires du bétail et d'améliorer la qualité des sols dans les régions de petites exploitations et les zones communales de l'Est et du Sud.

Nous rendons un hommage particulier à MM. Jackson Kategile et Gerry Grant pour les efforts qu'ils ont consacrés à la préparation de cet atelier. Les organisateurs remercient également M. Philip Chigaru, hôte de cette rencontre, ainsi que le Département de la recherche et des services spécialisés du ministère de l'Agriculture du Zimbabwe.

H.G. Zandstra
Directeur
Division des sciences de l'agriculture, de l'alimentation et de la nutrition
CRDI

PARTICIPANTS

Angola

Gilberto Buta **Lutucuta,** Institute of Agricultural Research (IIA), Departamento Cientifico de Agricultura, C.P. 406, Huambo, R.P. Angola

Tusevo Lunsevisi **Zacharie,** Complexo Agario de Camabatela, C.P. 153 Camabatela, R.P. Angola

Australie

T.R. **Evans,** Division of Tropical Crops and Pastures, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Carmody Road, St. Lucia, Brisbane, 4067 Australia

D.S. **Loch,** Department of Primary Industries, P.O. Box 395, Gympie, Queensland 4570, Australia

Botswana

D.R. **Chandler,** Department of Agricultural Field Services, Ministry of Agriculture, Private Bag 003, Gaborone, Botswana

J. **Lebang,** Department of Agricultural Field Services, Ministry of Agriculture, Private Bag 003, Gaborone, Botswana

Burundi

Gaboryaheze Astère, Rukoko Station, Institut des sciences agronomiques du Burundi (ISABU), B.P. 795, Bujumbura, Burundi

Éthiopie

Lulseged **Gebrehiwot**, Institute of Agricultural Research (IAR), P.O. Box 2003, Addis Ababa, Ethiopia

James **Kahurananga**, International Livestock Centre for Africa (ILCA), P.O. Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia

A. **Krauss**, Institute of Agricultural Research (PGRC/IAR), P.O. Box 30726, Addis Ababa, Ethiopia

John R. **Lazier**, International Livestock Centre for Africa (ILCA), P.O. Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia

Alemu **Tadesse**, Institute of Agricultural Research (IAR), P.O. Box 2003, Addis Ababa, Ethiopia

Kenya

Moses O. **Olang**, Kenya Rangeland Ecological Monitoring Unit (KREMU), P.O. Box 47146, Nairobi, Kenya

A.N. **Said**, Department of Animal Production, University of Nairobi, P.O. Box 30197, Nairobi, Kenya

Kassu **Yilala**, Department of Animal Production, University of Nairobi, P.O. Box 30197, Nairobi, Kenya

Lesotho

Carl J. **Goebel**, Range Research Section, Farming Systems Project, Research Division, Ministry of Agriculture, P.O. Box 333, Maseru 100, Lesotho

Bore **Motsamai**, Range Management Division, Ministry of Agriculture, P.O. Box 92, Maseru 100, Lesotho

Victor R. **Ramakhula**, Agricultural Research Division, Ministry of Agriculture, P.O. Box 829, Maseru 100, Lesotho

Madagascar

J.H. **Rasambainarivo,** Département de recherches zootechniques et vétérinaires, FOFIFA, B.P. 1690, Tananarive, Madagascar

Malawi

B.H. **Dzowela,** Department of Agricultural Research, Malawi Ministry of Agriculture, Chitedze Research Station, P.O. Box 150, Lilongwe, Malawi

K.F. **Katuma,** Malawi-German Livestock Development Programme, P.O. Box 30549, Lilongwe 3, Malawi

Mozambique

Antonio Catalao **Dionisio,** Empresa de Bovinos, C.P. 1863, Maputo, Mozambique

Geezt **Leezink,** Empresa de Bovinos, C.P. 1863, Maputo, Mozambique

Ernesto Silva **Silva,** Empresa de Bovinos, C.P. 1863, Maputo, Mozambique

Jonathan **Timberlake,** Relevé des parcours naturels/ Production du bétail de la FAO, a/s Instituto Nacional de Investigaçoes Agronomica, C.P. 3658, Maputo, Mozambique

Nigeria

M.A. Mohamed **Saleem,** International Livestock Centre for Africa (ILCA), (Subhumid Programme), 8, Alkali Road, PMB 2248, Kaduna, Nigeria

Swaziland

Sinaye L. **Mamba,** Ministry of Agriculture and Co-ops, P.O. Box 30, Manzini, Swaziland

Tanzanie

Anselm B. **Lwoga,** Sokoine University of Agriculture, Crop Science Department, P.O. Box 3005, Morogoro, Tanzania

Zambie

Eric **Kaluba,** Animal Husbandry and Pasture Research, Mochipapa Research Station, P.O. Box 630090, Choma, Zambia

J. **Kulich,** Pasture Research Coordinator, National Animal Husbandry and Pasture Research Station, Mochipapa, P.O. Box 630090, Choma, Zambia

Zimbabwe

P.R.N. **Chigaru,** Department of Research and Specialist Services, Ministry of Agriculture, P.O. Box 8108, Causeway, Fifth Street Extension, Harare, Zimbabwe

J.N. **Clatworthy,** Grasslands Research Station, Private Bag 3701, Marondera, Zimbabwe

L.M.J.S. **Grant,** Legume Inoculant Factory, Grasslands Research Station, Private Bag 3701, Marondera, Zimbabwe

Peter James **Grant,** Grasslands Research Station, Private Bag 3701, Marondera, Zimbabwe

Angus **Maclaurin,** Ministry of Agriculture, Private Bag 3701, Marondera, Zimbabwe

Peter **Mills,** Henderson Research Station, Private Bag 2004, Mazowe, Zimbabwe

O.T. **Mufandaedza,** Grasslands Research Station, Private Bag 3701, Marondera, Zimbabwe

P.T. **Spear,** Henderson Research Station, Private Bag 2004, Mazowe, Zimbabwe

R. **Tlou,** Agritex, Private Bag 3717, Marondera, Zimbabwe

Austin **Wood,** Agritex, P.O. Box 8117, Causeway, Fifth Street Extension, Harare, Zimbabwe

CRDI

Jackson **Kategile,** International Development Research Centre (IDRC), P.O. Box 62084, Nairobi, Kenya

K. **Kealey-Vallière,** rédacteur technique, Division des communications, Centre de recherches pour le développement international (CRDI), 60, rue Queen, C.P. 8500, Ottawa, Canada K1G 3H9

Hugo **Li Pun,** Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), Apartado Aéreo 53016, Bogota D.E., Colombie

DISCOURS D'OUVERTURE DES QUESTIONS QUI SE POSENT À LA RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES EN AFRIQUE

P.R.N. Chigaru

Department of Research and Specialist Services,
Ministry of Agriculture, P.O. Box 8108, Causeway,
Fifth Street Extension, Harare, Zimbabwe

Dans une assemblée comme celle-ci, qui réunit des experts en agriculture de divers pays de l'Afrique subsaharienne, je crois opportun dès le début de ces assises d'évoquer la grande crise alimentaire à laquelle notre continent fait face. Tout le monde en connaît aujourd'hui les manifestations qui se sont multipliées dans ces régions durant la dernière décennie. Disons même que cette partie du monde est la seule qui ait enregistré une baisse constante de sa production d'aliments au cours des 12 dernières années, baisse qui a été d'environ 10 % pour cette période.

En avril 1983, une commission spéciale de la FAO/Programme mondial d'alimentation a été chargée d'examiner et de suivre la situation des cultures vivrières et de l'alimentation en Afrique subsaharienne. À la suite de cette enquête, la FAO a réclamé une aide alimentaire pour plusieurs pays africains. Mais entretemps, les perspectives pour 1984-1985 se sont encore aggravées.

Si l'on observe les taux de croissance respectifs de la population et de la production agricole, la situation apparaît encore plus alarmante. Durant la période de 1960 à 1982, la population a constamment augmenté alors que la production agricole allait en diminuant à l'époque même où elle aurait dû se développer.

Si l'on se penche de plus près sur les implications d'une telle situation, cette dernière paraît vraiment

menaçante, du fait que les peuples africains en grande majorité dépendent de l'agriculture pour leur subsistance. Aussi, l'effet simultané d'une production déclinante et de l'accroissement démographique a-t-il été d'appauvrir nos peuples d'année en année. La situation générale a encore été empirée par la sécheresse des dernières années. Dans nombre de pays, la faim et la malnutrition soulèvent des problèmes croissants.

Les personnes peu au fait de la situation que je viens d'esquisser à grands traits se demandent peut-être ce qu'elle a à voir avec cet atelier consacré aux pâturages. Comme le déclarait le ministre, l'étude des pâturages doit faire partie intégrante de la recherche en élevage puisqu'elle a pour objectif d'augmenter la production animale et sa productivité en s'attachant de plus près à l'apport nutritif de l'agriculture pastorale. Dans beaucoup de pays africains, le bétail et ses produits sont l'un des principaux moyens de subsistance. Ajoutons que la consommation de viande et de lait a augmenté rapidement depuis les 10 dernières années, comme le révèle l'accroissement vertigineux des importations de ces produits auxquelles il faut ajouter celles, considérables également, de céréales pendant la même période.

Ces importations croissantes sont dues à ce que la production de viande et de lait du cheptel ruminant en Afrique subsaharienne n'a pas progressé de pair avec l'augmentation des populations humaines et celle de la demande, en particulier des agglomérations urbaines. La raison principale de cette insuffisance, à son tour, réside dans le très faible rendement de l'élevage africain. Selon des sources bien informées, on pourrait au moins quintupler le rendement du bétail de ce continent à l'aide de techniques éprouvées ailleurs et de pratiques culturales appropriées aux besoins particuliers et au milieu des régions africaines tropicales.

LES MODES D'ÉLEVAGE DU BÉTAIL EN AFRIQUE

L'effectif global des bestiaux ruminants (bovins, chèvres et ovins) en Afrique subsaharienne est évalué à environ 300×10^6. Ce cheptel représente une valeur économique particulière par son aptitude à tirer parti de sols et de plantes qui ne produiraient autrement quoi

que ce soit d'importance pour les humains. Outre la viande et le lait, les ruminants de l'Afrique tropicale produisent des cuirs, du poil, du fumier et du combustible, tout en servant aussi de bêtes de trait et de transport. Ils représentent en outre une forme d'investissement, d'épargne et de capital. Dans la plupart des sociétés, le bétail joue également un rôle important dans les relations sociales et certains rites religieux.

L'Afrique subsaharienne présente aussi des caractères agroécologiques très différents non seulement d'un pays à un autre mais dans les frontières mêmes de chaque pays. Aussi, les procédés d'élevage et le rendement du bétail varient-ils entre les régions et même les sous-régions.

Quoi qu'il en soit, en l'absence d'épizooties majeures, le stress de la nutrition constitue l'obstacle le plus considérable au développement de la production animale. Les ruminants s'alimentent surtout dans le veld ou dans des herbages naturels dont le rendement et la qualité dépendent de multiples facteurs, dont les principaux sont sans doute la pluviosité et la nature des sols. Ces deux derniers facteurs influeront non seulement sur la valeur nutritive de l'herbage mais aussi sur les espèces composant la couverture végétale d'une région donnée.

Outre la pluviosité et le type de sol, un autre facteur essentiel intervient encore : les méthodes agronomiques appliquées par l'exploitant aux herbages naturels où il fait pâturer ses troupeaux. Mentionnons notamment le contrôle de la paissance, le taux de charge du pâturage, le recours à la fertilisation ou son absence, et le fait que les bestiaux reçoivent ou non une alimentation complémentaire. Observons à ce sujet que la pratique de l'élevage en Afrique s'accompagne en grande partie d'un régime cultural à base surtout de céréales. Il importe donc d'exploiter cette relation entre élevage et culture aussi complètement que possible en vue d'augmenter le rendement des deux. Le recours aux légumineuses serait d'un grand appoint en ce sens. Des travaux effectués dans certaines régions d'Afrique révèlent que, à part la rotation de céréales avec des prairies temporaires, on peut cultiver des céréales en bandes entre des rangs de légumineuses de brout, ou en mélange avec des légumineuses fourragères. Ces procédés

permettraient d'utiliser les résidus de légumineuses et de céréales pour l'alimentation du bétail, en particulier durant les longues périodes sèches propres à la plus grande partie de l'Afrique.

Il ne nous est pas possible de passer en revue ici tous les modes d'élevage en usage en Afrique subsaharienne. Mais, pour mieux situer le problème auquel nous, scientifiques de l'agriculture, sommes confrontés pour développer la production animale, je prendrai en exemple la situation qui existe au Zimbabwe. Celle-ci peut s'appliquer, ou non, à d'autres pays africains, mais le problème présente pour eux beaucoup de similitudes.

L'industrie animale du Zimbabwe comme, à vrai dire, l'agriculture dans son ensemble est structurée en catégories ci-après : a) les grandes exploitations occupées en franc-alleu ou par l'État et des coopératives et b) les zones paysannes ou communales exploitées d'après le mode traditionnel d'occupation du sol. Depuis 1980 et l'indépendance, il s'est formé un troisième groupe d'agriculteurs dans les zones de recasement agricole, comportant de grandes exploitations rachetées par le gouvernement et confiées à des paysans sans terre ou à des personnes retirées des zones communales afin de mieux répartir les populations. Aux fins de nos délibérations, nous ne retiendrons pas cette dernière catégorie, parce qu'il n'est pas encore possible de juger de sa situation ou d'établir dans quelle mesure ses problèmes et ses besoins diffèrent de ceux des deux autres catégories que nous avons mentionnées.

SECTEUR DE LA GRANDE EXPLOITATION COMMERCIALE

Ce secteur est caractérisé par des entreprises d'élevage modernes dont la production et le rendement se comparent favorablement avec ceux des pays développés. Il réclame d'importants moyens financiers et a longtemps bénéficié d'infrastructures relativement saines et d'un accès assez facile aux sources de crédit et d'intrants. De plus, les exploitants sont des gens instruits et manifestement désireux et capables de recourir aux meilleures techniques. Les économies d'échelle leur sont également favorables.

De 1965 à 1977, la production du bétail de boucherie s'est remarquablement développée dans ce secteur particulier. L'effectif des animaux entretenus est passé de 1,6 x 10^6 en 1965 à 3,1 x 10^6 en 1977, une augmentation d'environ 90 %.

Cette expansion faisait suite à la politique de diversification introduite par le gouvernement de l'époque pour répondre à la menace de sanctions contre la Rhodésie, évoquée aux Nations Unies. Pour réduire la dépendance du pays vis-à-vis du tabac, objectif évidemment vulnérable puisque presque toute la récolte était exportée, des efforts considérables de recherche et de vulgarisation ont été déployés en vue d'accroître la productivité des bovins de boucherie et d'adopter l'usage de meilleures pratiques agricoles chez des agriculteurs jusque là surtout producteurs de tabac.

D'où l'introduction de méthodes, en particulier dans les régions du pays à pluviosité plus élevée, visant à intégrer bétail, herbages naturels, pâturages artificiels, cultures (surtout le maïs) et résidus de récoltes dans des systèmes de production intensive du boeuf. Des mesures similaires concernaient l'élevage laitier, mais la production du lait ne s'est pas faite au même rythme que celle du boeuf.

La recherche et la vulgarisation ont donc permis de transformer l'élevage dans le secteur de la grande exploitation, qui produit l'excellent boeuf de boucherie pour lequel le Zimbabwe est renommé. Aujourd'hui le pays exporte à la fois des sujets de boucherie et des produits laitiers et attend avec un vif intérêt l'accord de la Communauté économique européenne concernant l'exportation de 8 100 tonnes de boeuf annuellement, aux termes de la convention de Lome.

SECTEUR COMMUNAL

Dans les régions communales ou paysannes, l'effectif des bestiaux a également augmenté de façon saisissante, de 1,8 x 10^6 en 1965 à 3,4 x 10^6 en 1977, soit d'environ 80 %. Ce progrès, cependant, n'a fait que suivre l'augmentation de la population, sans modifications concomitantes des superficies utilisables. C'est pourquoi, entre 1960 et 1980, l'effectif du bétail a eu tendance à augmenter et les ressources en pâturage à

diminuer, par suite de la mise en culture d'autres sols appelés à nourrir une population paysanne en rapide accroissement. Dans beaucoup de régions du pays, la population ainsi que le cheptel ont dépassé, et dépassent toujours de beaucoup la capacité de charge de ces régions. Les ressources naturelles du pays ont commencé à se dégrader sérieusement, et la sécheresse récente n'a fait qu'empirer la situation. Autre facteur important : 90 % environ des agriculteurs du secteur communal habitent les Régions naturelles IV et V qui sont parmi les plus défavorisées du pays pour la pluviosité et la fertilité des sols.

Dans le passé, et en particulier depuis la promulgation en 1952 de la Loi sur l'économie agricole, on a conçu diverses stratégies en vue d'apporter des changements souhaitables aux méthodes de production du bétail dans les secteurs communaux. La plupart des efforts portaient sur la limitation forcée du cheptel. Jusqu'à présent, cette politique a échoué.

Non moins importante est la faible productivité du bétail dans les zones communales. On estime à moins de 35 % la proportion des vêlages, alors qu'elle atteint environ 65 % dans le secteur des grandes exploitations d'élevage. Les vaches de la zone communale ne vêlent qu'une fois tous les deux ou trois ans. La raison principale semble bien être l'insuffisance de l'alimentation, surtout durant les huit longs mois de la saison sèche. La même raison explique les faibles taux de croissance du jeune bétail.

La situation dans les zones communales du Zimbabwe ressemble à celle d'autres pays africains et elle offre un défi de taille aux agronomes. Un certain manque de compréhension du rôle complexe que remplit le bétail des zones communales n'a pas aidé non plus les spécialistes de notre pays, et peut-être ceux d'autres pays africains.

L'élevage, en particulier celui des bovins, est aujourd'hui reconnu comme un actif important dans les systèmes agricoles à zones communales. Les pâturages étant une ressource gratuite dans le système traditionnel d'occupation du sol, on a voulu élever plus de bétail que les étendues disponibles ne pouvaient en supporter. Le système ne semble guère se prêter à une

réduction raisonnable de l'effectif du bétail. Au contraire, on constate qu'une partie du bétail se trouvant dans une zone communale quelconque n'appartient pas à des agriculteurs communaux, mais à des personnes qui résident et travaillent en ville et dans d'autres secteurs d'activité comme les mines ou les grosses exploitations agricoles. Ce qui confirme l'attrait présenté par les zones communales pour le placement du bétail.

En outre, lorsque les agriculteurs communaux désirent vendre des animaux, ils se débarrassent généralement des plus vieux, devenus impropres au trait ou à la reproduction. Cette manière d'agir n'est pas nécessairement contraire à une saine économie : on peut même y voir un moyen pour l'agriculteur de maximiser sa production, et le rendement global de son capital peut être appréciable.

Bien que nous n'en ayons pas fait mention, d'autres formes d'élevage peuvent aussi avoir une certaine importance en particulier pour les ressources pastorales, mais économiquement et socialement parlant, leur importance est moindre que celle des bovins.

Compte tenu des caractéristiques principales de l'élevage dans les zones communales du Zimbabwe, la question se pose : quelles interventions technologiques nous permettront d'en améliorer la production et le rendement de façon durable? Et, en même temps que nous introduirons des améliorations, comment pourrons-nous préserver les ressources naturelles du pays pour le bien de tous les habitants et de ceux qui viendront après eux?

On discute activement de ces questions au Zimbabwe et je suis sûr qu'elles préoccupent également tous les participants à ces assises au sujet de leur propre pays. Comme nous l'avons souligné, l'obstacle majeur à l'amélioration de l'élevage en Afrique est sans contredit son alimentation. Sans une amélioration significative des pâturages, en quantité et en qualité, nous ne saurions atteindre et maintenir une productivité accrue. Avec les modes traditionnels d'occupation de la terre et des pâturages communaux qui en font partie, comment parvenir à de bons résultats? Il n'y a pas de réponses faciles à ces questions, même si je me suis efforcé de vous les soumettre de façon plutôt simpli-

fiée. Quoi qu'il en soit, si nous, Africains, entendons redresser pour l'avenir la tendance actuelle au déclin de nos ressources alimentaires, nous devons trouver la ou les réponses qui s'imposent. J'ai confiance que les participants africains à cet atelier ainsi que les experts étrangers, tous spécialistes des pâturages, feront en sorte que cette rencontre devienne un jalon important sur la voie difficile qui doit nous mener à notre objectif final : l'amélioration de l'élevage en Afrique.

Séance I

État de la recherche en Afrique orientale et australe

RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES AU ZIMBABWE : 1964-1984

J.N. Clatworthy

Grasslands Research Station, P.B. 3701, Marondera, Zimbabwe

Sommaire *Au cours des 20 dernières années, on a reconnu, au Zimbabwe, que la période la plus favorable à l'utilisation des pâturages de graminées fertilisés avec de l'azote était la saison de végétation et non la saison sèche. Les pâturages fortement fertilisés peuvent rester très productifs et avoir une capacité de charge considérable. Seules les graminées stolonifères ou à rhizomes pouvaient supporter des taux de charge très élevés, et le chiendent de Nlemfu n° 2 (Cynodon nlemfuensis) s'est révélé satisfaisant à ce point de vue. Des essais agronomiques ont indiqué que l'utilisation la plus efficace de ces pâturages était la paissance continue plutôt que la paissance en rotation. Les analyses économiques, de leur côté, ont confirmé que les régimes de production utilisant les pâturages de cette façon avec des bouvillons de boucherie étaient rentables.*

Une autre constatation importante a été que l'on pouvait implanter des légumineuses subtropicales dans les pâturages naturels du Zimbabwe. La paissance durant la saison sèche dans les herbages ainsi enrichis s'est avérée un gaspillage par suite de la défoliation causée par le gel et le piétinement des animaux. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec une paissance continue ou limitée à la saison de végétation. Stylo Oxley à tiges fines (Stylosanthes guianensis) s'est montrée appropriée au renforcement des herbages en sols sablonneux, Siratro (Macroptilium atropurpureum) et desmodie Silverleaf (Desmodium uncinatum), des herbages en cultures sèches, et le trèfle blanc du Kenya (Trifolium semipilosum), des pâturages irrigués.

Les résultats de cette recherche ont été largement mis en pratique dans les exploitations agricoles commerciales du Zimbabwe mais n'ont eu que peu d'effet sur l'agriculture de type communal.

La recherche agricole est du ressort du Département de la recherche et des services spécialisés (DRSS) du ministère de l'Agriculture du Zimbabwe. La Division de l'élevage et des pâturages est l'une des trois divisions du Département, les deux autres étant celle de la production des cultures et celle des services spécialisés.

Les travaux de recherche de la Division de l'élevage et des pâturages (qui exerce également d'autres fonctions de réglementation) sont répartis entre quatre stations de recherche :

. Station de recherche en agriculture herbagère, à 7 km à l'ouest de Marondera, sols sablonneux granités, 1 600 m d'altitude, température annuelle moyenne de 16,3 °C, précipitations annuelles moyennes de 900 mm.

. Station de recherche d'Henderson, à 10 km au sud de Mazowe, sols de composition très diverse, mais la plupart des essais de pâturages ont eu lieu en sols argilo-limoneux, 1 200 m d'altitude, température annuelle moyenne de 17,8 °C, précipitations annuelles moyennes de 870 mm.

. Station expérimentale de Makoholi, 40 km au nord de Masvingo, sols sablonneux granités, 1 200 m d'altitude, température annuelle moyenne de 20,6 °C et précipitations annuelles moyennes de 580 mm.

. Station de recherche de Matopos, 40 km au sud de Bulawayo, desservant les régions plus sèches du Zimbabwe et les centres de travail sur l'utilisation des parcours naturels. Il n'est pas fait mention dans notre exposé des travaux de cette station centrés sur l'utilisation des parcours naturels. Le terme "pâturages" s'adresse ici à des herbages ensemencés avec au moins quelques espèces de renfort. Dans tous les cas, les précipitations sont nettement saisonnières, 95 % ayant lieu durant les cinq mois de novembre à mars.

Chacune des stations compte des équipes distinctes s'occupant de la production animale et de la recherche en pâturages, mais travaillant généralement en étroite liaison. Au 1er août 1984, la Division comptait sept agents professionnels affectés aux recherches sur les pâturages, nombre inférieur à ce qu'il a déjà été.

Les résultats de la recherche sur les pâturages ont profité presque entièrement aux exploitations agricoles commerciales et peu, jusqu'à présent, à l'agriculture paysanne où les pâturages communaux avec leurs limites mal définies entre les secteurs de chaque groupe font obstacle à l'introduction de techniques améliorées. Dans presque tous les cas où des paysans cultivateurs ont utilisé des espèces améliorées, ils les ont réservées à la partie cultivée de leur terre. Dans cet exposé, et sauf indication contraire, l'expression "pratiques culturales" s'applique donc à l'agriculture commerciale.

Les bestiaux en paissance sur des parcours naturels accroissent leur poids massique vif durant la saison des pluies, le maintiennent au début de la saison sèche et en perdent ensuite une partie vers la fin de cette dernière. Les premières recherches sur les pâturages visaient pour la plupart à combler le vide de l'alimentation hivernale soit à l'aide de fourrages conservés à l'état de foin ou d'ensilage, soit en laissant l'herbe mûrir sur pied pour être pâturée comme regain. Les résultats n'ont généralement pas été satisfaisants, mais on s'est rendu compte que le moment le plus propice à l'utilisation de pâturages ensemencés à grands frais était lorsqu'ils atteignaient leur valeur nutritive maximum, c'est-à-dire pendant la saison de végétation, et que les parcours naturels, au besoin complétés par un apport protéique, pouvaient être réservés à l'alimentation hivernale.

Au début, on avait proposé d'inclure les pâturages dans la rotation des cultures (en particulier sur les sols sablonneux). Sur le plan de la stabilité des sols, le phénomène était indéniable; Barnes (1981a,b) et Rodel et al. (1981a) ont cependant constaté que les épandages sur les prairies naturelles ne produisaient qu'un effet minime alors que, sur les pâturages, le rendement des bestiaux qui y paissaient devait justifier le coût de la fertilisation.

INTRODUCTION ET SÉLECTION D'ESPÈCES VÉGÉTALES

Introduction des espèces végétales

Il n'existe pas, au Zimbabwe, de programme organisé de collecte des plantes herbagères locales, mais on a effectué plus ou moins au hasard une cueillette assez abondante de légumineuses et de graminées. Lorsqu'une personne intéressée apercevait une plante prometteuse, elle en récoltait la semence et la faisait parvenir à une station de recherche. On a recueilli de cette façon un peu plus de graminées que de légumineuses.

En ce qui concerne les légumineuses de pâturages, l'introduction s'est surtout faite par correspondance. Au début, la CSIRO (Organisation de recherche scientifique et industrielle du Commonwealth), Division des pâturages tropicaux, à Brisbane, fournissait la plupart des semences, mais nous en avons reçu également de l'Afrique orientale et australe, des États-Unis et, plus récemment, d'organismes de l'Amérique du Sud. Clatworthy (1975) a résumé l'introduction et la sélection des légumineuses au Zimbabwe pour la période de 1968-1973. Les classements climatiques comme ceux de Papadakis (1961) représentent un guide précieux des sources régionales de génotypes à potentiel élevé.

Sélection

Toutes les espèces de légumineuses et de graminées introduites sont d'abord cultivées en pépinières d'observation; c'est d'ailleurs uniquement sur cette base que West (1952) a pu dresser une liste de neuf graminées considérées comme prometteuses pour les pâturages.

Ce genre de sélection en pépinière ne suffit évidemment pas et Barnes (1966) a préconisé une culture des graminées en planches allongées sans replication, avec traitements perpendiculaires contre la défoliation. Des lisières étaient coupées une, deux ou trois fois par an avec une moissonneuse, ou laissées intactes, et une lisière était pâturée à intervalles réguliers. On ne mesurait pas les rendements, mais on consignait certaines données comme la vigueur de la végétation, l'absence de maladies, l'époque de la floraison, la précocité des pousses et la persistance après défoliation. Les grami-

nées jugées prometteuses subissaient alors des essais replicatifs de coupe, et ce procédé a permis d'offrir au commerce des espèces comme le chiendent de Nlemfu Muguga (Cynodon nlemfuensis var. nlemfuensis), paspale Beehive (P. plicatulum), paspale Wintergreen (P. guenoarum), paspale Paraguay (P. notatum) et panic Umtali (Panicum maximum). En 1970, les travaux sur les graminées et les légumineuses ont été séparés et la sélection a depuis lors suivi des voies différentes.

Graminées

Les travaux sur les pâturages à la Station de recherche d'Henderson ont porté surtout sur des peuplements de graminées pures abondamment fertilisés à l'azote. Rodel et Boultwood (1971), comparant 30 graminées, ont raconté que les espèces stolonifères restaient plus productives malgré des coupes fréquentes que les espèces touffues, et que leur rendement était moins affecté par les écarts de précipitations. Rodel (1970) a montré également que les graminées stolonifères, chiendent de Nlemfu (C. nlemfuensis) et chiendent (C. dactylon) résistaient mieux à une paissance intensive que les espèces touffues comme l'herbe de Rhodes Giant (Chloris gayana), l'éragrostis courbée (Eragrostis curvula) (Ermelo) et le panic Sabi (P. maximum).

Mills (1977b) a rapporté les résultats d'un essai de sélection qui modifiait les propositions précédentes de Barnes. Des lignées des espèces suivantes : Brachiaria, Digitaria, Cynodon, Eragrostis et Panicum ont été cultivées en parcelles replicatives allongées sur lesquelles on a pratiqué deux fréquences de paissance qui ont chacune laissé deux hauteurs de chaume. Les graminées se sont mal maintenues et l'essai a été prématurément abandonné, non sans avoir révélé les points faibles tant de la pratique que des graminées. Dans un autre exposé, Mills (1977a) révélait que les préférences respectives des ovins et des bovins pour des graminées différentes étaient telles qu'il n'a pu recourir aux moutons pour apprécier l'acceptabilité du fourrage par le bétail.

Paspalum notatum est une graminée qui s'est révélée très productive (Mills et al. 1973), mais que le bétail accepte peut-être mal. La Station de recherche d'Henderson a comparé le rendement et la sapidité de diverses obtentions de P. notatum et, bien que certaines

aient notablement dépassé le rendement du paspale Paraguay et que d'autres aient été mieux acceptées par les animaux, on n'a pas jugé que les écarts étaient suffisants pour commercialiser les nouvelles lignées (Mills et Boultwood 1978).

Les essais subséquents sur les graminées se sont concentrés sur l'espèce Cynodon, pour en produire des lignées encore mieux adaptées aux conditions locales que la lignée n° 2 de Star grass (Mills et Boultwood 1981).

Légumineuses

L'agriculture locale réserve aux légumineuses de pâturages deux rôles possibles, soit pour rehausser la valeur des pâturages naturels, soit pour créer de nouveaux pâturages ensemencés. Les méthodes de sélection pourront différer dans l'un ou l'autre cas.

Renforcement des pâturages naturels. Le critère principal de succès ici est l'aptitude de la plante à s'implanter et à persister avec le minimum d'efforts et d'apport. Barnes (1966) avait établi une courte liste de cinq légumineuses qu'il estimait justifier des études plus poussées. Ces plantes (à l'exception de Stylosanthes fruticosa, mais avec l'addition de Listia heterophylla) ont été semées dans un herbage travaillé aux disques après divers traitements préalables avec, et sans, paillis d'herbes. Une sécheresse ayant suivi les semis, seule Stylosanthes guianensis a poussé de façon acceptable (Clatworthy et Thomas 1972). Ce résultat soulignait que, dans la sélection des légumineuses destinées à renforcer le veld, la qualité la plus importante à rechercher est sans doute l'aptitude à s'implanter dans des conditions défavorables. La sélection doit alors s'effectuer dans un environnement aussi proche que possible de celui prévu pour la légumineuse. Clatworthy (1980) nous a donné cet exemple : 12 légumineuses ont été semées dans des herbages préalablement travaillés au pulvériseur à disques, à la Station de recherche en agriculture herbagère (sols sablonneux) et à celle d'Henderson (sols argileux) puis on y a pratiqué la paissance simulée en rotation durant cinq ans, en différentes saisons. En sols sablonneux, stylo à tiges fines Oxley (S. guianensis var. intermedia) a été la seule légumineuse à donner satisfaction; par contre, en terres argileuses, un certain nombre ont bien poussé, et parmi elles desmodie Silverleaf (D. uncinatum) s'est distin-

guée, en particulier lorsque pâturée seulement durant la saison sèche.

Les résultats obtenus avec certaines stylos en trois endroits à sols sablonneux font ressortir l'insuffisance des expériences de coupe pour apprécier la valeur des légumineuses comme agent de renforcement du veld. Même les variétés reconnues comme persistantes sous la paissance ont dépéri avec le fauchage (Clatworthy 1984a). Actuellement, les stylos et autres légumineuses destinées au renforcement du veld sont sélectionnées par semis en lisières travaillées avec herse à disques dans des enclos pâturés, en observant les changements survenus dans la composition de la végétation.

Pâturages ensemencés. Les pâturages de légumineuses ensemencés en terres labourées entrent le plus souvent dans un genre d'assolement où ils se maintiendront quelques années pour être ensuite labourés et faire place à d'autres plantes cultivées. Dans ce cas, la réussite se mesure par l'aptitude de la légumineuse à donner des rendements satisfaisants d'herbages nourrissants et appétables, durant au moins quelques années. La longévité a donc moins d'importance dans leur cas. Les essais de coupe permettent d'évaluer de façon satisfaisante les légumineuses de cette catégorie, en particulier si on les accompagne d'analyses chimiques de la récolte et d'observations sur la sapidité des légumineuses pour les animaux. Clatworthy (1984b) a constaté que l'espèce Desmodium (D. intortum, D. uncinatum et, à un moindre degré, D. sandwicense) convenait fort bien aux prairies temporaires de légumineuses dans les régions à pluviosité abondante (environ 900 mm), tandis que Siratro (Macroptilium atropurpureum) et Archer (Macrotyloma axillare) réussissaient dans la région plus sèche de Makoholi (650 mm) (Clatworthy 1984b).

Pratiques culturales

Graminées

Les plus grandes étendues de graminées ensemencées au Zimbabwe le sont, de loin, avec l'herbe de Rhodes Katambora, non pas tellement à cause de sa valeur comme herbe de pâturage mais bien pour sa résistance au nématode galligène, qui permet donc de l'utiliser en rotation avec le tabac. En raison des étendues qui lui sont

affectées, elle n'en constitue pas moins une ressource considérable de pâturage. La graminée la plus répandue pour le pâturage est le chiendent de Nlemfu : celui-ci répond bien à la fertilisation et supporte une paissance intensive et on peut se le procurer aisément pour la plantation. Ces deux graminées appartiennent depuis longtemps au régime agricole du Zimbabwe, puisque Katambora était vendue dès 1953 et que la culture du chiendent de Nlemfu débutait en 1941 (Timson 1943).

Si les graminées récemment sélectionnées ne sont pas plus populaires, c'est surtout à cause de leur difficulté d'implantation et du fait que, étant des variétés touffues, elles comblent mal les vides du peuplement. Les seules graminées ensemencées, autres que Katambora, auxquelles cette critique ne s'applique pas sont les Eragrostis curvula Ermolo (sélectionnées depuis longtemps) et Umgeni, plus récente. Ces graminées ont également été retenues parce qu'elles résistent bien au nématode plutôt qu'en raison de leurs qualités comme herbe de pâturage.

Légumineuses

On trouve au Zimbabwe trois légumineuses pour pâturages dont on peut facilement se procurer la semence -- ce sont stylo à tiges fines Oxley, Siratro et desmodie Silverleaf. Stylo Oxley est utilisée surtout pour l'amélioration du veld sablonneux, Siratro s'accommode de pâturages en sols très variés des régions chaudes tandis que desmodie Silverleaf convient aux terres fortes. Un relevé non officiel (communication personnelle, Wood) évalue à environ 6 500 ha la superficie des pâturages à base de légumineuses, qui sont composés presque totalement de ces trois cultivars.

On a produit, dans le passé, de petites quantités de semences d'Archer, lotononis Beit, glycine Cooper, stylo Townsville et trèfle blanc du Kenya mais leurs cultivars n'ont jamais été beaucoup utilisés, et le manque de semence de D. intortum en a empêché la diffusion.

Priorités de recherche

Graminées

Le projet dont on pourrait sans doute attendre le plus de répercussions utiles serait l'isolation d'une

lignée d'herbe de Rhodes de meilleure valeur fourragère que Katambora et résistant au nématode galligène. Comme aucune des variétés "géantes" sélectionnées n'a pu résister au nématode, il pourrait bien se révéler nécessaire de tenter le croisement de Katambora avec une variété Giant.

Jusqu'à présent, la sélection des graminées de pâturages s'est accomplie avec l'aide d'engrais azotés (souvent en très fortes doses). Il est urgent de sélectionner des graminées susceptibles de fournir, en association avec des légumineuses, des mélanges végétaux stables et productifs en sols variés et sous diverses conditions climatiques.

Enfin, on doit également s'attacher à sélectionner des lignées "améliorées" d'espèces déjà utilisées pour les pâturages. Citons comme exemple le programme de sélection du chiendent qui a permis d'en obtenir des lignées d'un rendement d'environ 20 % supérieur à celui de la lignée n° 2. Reste à vérifier son effet sur la production animale.

Légumineuses

Le besoin le plus urgent est d'élargir la variété existante de légumineuses afin de pouvoir recommander des cultivars convenant à certaines régions et à certains usages auxquels les trois cultivars actuels ne se prêtent pas. Cette tâche nécessitera des essais de sélection en parcelles expérimentales dans les différentes régions concernées, en tenant compte des besoins auxquels les plantes devront répondre.

IMPLANTATION

Traitement de la semence

Graminées

Les semences de plusieurs graminées utilisées pour les pâturages du Zimbabwe restent dormantes un certain temps. Smith (1966a) a révélé que l'on pouvait rompre cet état de la semence fraîchement récoltée chez le panic Sabi en la traitant pendant 2 à 5 minutes à l'acide sulfurique concentré. L'acide nitrique et l'acide chlorhydrique ne produisent pas d'effet comparable. On ne s'est guère intéressé à d'autres grami-

nées, mais on sait que la dormance existe et l'on conseille généralement de ne pas utiliser la semence des espèces Panicum ou Paspalum pendant au moins une année après sa récolte.

Légumineuses

Les graines de plusieurs légumineuses de pâturages ont des enveloppes imperméables à l'eau et il est parfois difficile de les semer à la main. On peut y remédier à l'aide d'eau chaude, d'un chauffage à sec, d'un scarifiage mécanique ou d'un traitement à l'acide sulfurique concentré (Anonyme 1977; Grant et Clatworthy 1978). Le scarifiage mécanique convient bien et on a trouvé des traitements pour la plupart des légumineuses cultivées commercialement au Zimbabwe (Services des semences, informations non publiées; Anonyme 1979; Grant 1979b, 1980).

Expériences en serre

Smith (1966a), avec le panic Sabi et l'herbe de Rhodes Giant, et Grant (1975) avec différentes légumineuses, ont démontré l'importance primordiale de la profondeur d'ensemencement pour la levée des petites graines d'espèces pour pâturages, surtout en sols limoneux. La profondeur optimale à laquelle la semence doit être déposée est de 5 à 10 mm.

Grant (1975) a également montré que l'on pouvait remédier à un manque d'humidité et faciliter la levée en ombrageant le sol ou en le recouvrant d'un paillis. Toutefois, ce dernier retarde la germination dans les sols maintenus humides.

Études sur place

Renforcement du veld

Jusqu'à présent, tous les travaux touchant le renforcement du veld comportaient l'emploi de légumineuses et personne n'a tenté d'introduire des graminées dans les herbages naturels. Il a été souligné déjà que les espèces Stylosanthes sont à peu près les seules légumineuses pouvant s'implanter en sols sablonneux, après une préparation sommaire du lit de germination. À la Station de recherche en agriculture herbagère, toutes les expériences récentes de renforcement du veld ont été effectuées avec la stylo Oxley.

On a constaté qu'un sol plus ou moins remué avant le semis favorisait l'implantation de la stylo à tiges fines. Trois passages avec le pulvériseur à disques ont donné de meilleurs résultats qu'un seul, et un brûlis précédant le hersage s'est révélé avantageux, sans doute parce que les disques pouvaient remuer le sol plus en profondeur. Le compactage par roulage a eu également de bons effets, en particulier avant les semis en lignes ou après les semis à la volée (Grant 1976).

Semis en terrain découvert

Smith (1966a,b) a signalé qu'un paillis de foin haché recouvrant le sol accroissait nettement l'émergence ainsi que les rendements du panic Sabi et de l'herbe de Rhodes Giant et Katambora dans les sols portés à former une croûte superficielle impénétrable. Il a également fait ressortir l'effet inhibiteur des mauvaises herbes sur l'implantation des graminées de pâturages et il a noté le résultat favorable de semis relativement tardifs (de janvier au début de février) sur l'apparition des mauvaises herbes et l'implantation de l'herbage.

Grant (1976) a mentionné les bons effets du paillis sur un semis de légumineuses de pâturages en sols sablonneux, ainsi que le problème causé par la concurrence des mauvaises herbes. L'implantation s'améliorait si l'on se débarrassait de la première levée des mauvaises herbes avant le semis; si le travail s'effectue mécaniquement, la herse traînante convient mieux que le pulvériseur à disques ou que le désherbeur rotatif. Les meilleurs résultats ont été obtenus en tassant le sol au rouleau squelette (Cambridge) ou avec les roues du tracteur avant le semis, et en recouvrant ensuite la semence soit avec un rouleau lisse, soit par un brossage ou râtelage léger (Grant 1979a).

On peut également combattre les mauvaises herbes et améliorer l'implantation des légumineuses à l'aide d'herbicides. Le Trifluralin a bien réussi contre les graminées adventices mais a endommagé les plants naissants de légumineuses, à toutes les doses sauf les plus faibles. L'Eptam a également donné de bons résultats contre les graminées adventices sans nuire aux légumineuses, mais il n'a pas eu d'effets sur les dicotylédones adventices (Grant 1978). Des recherches ultérieures ont indiqué que l'Alachlor et le Metolachlor

avaient également un effet herbicide dans les légumineuses de pâturages et qu'Alachlor réduisait les dicotylédones adventices (Irvine 1984). Toutefois, ces produits coûtent cher et leur utilisation ne se justifie sans doute que pour les cultures de légumineuses destinées à la production de semences, le rendement des simples pâturages étant insuffisant pour couvrir leur coût.

Sous-semis

Addison et al. (1959b,c) ont réussi des semis intercalaires d'herbe de Rhodes Giant et de desmodie dicolore (Desmodium discolor) entre des rangs de féveroles (Canavalia ensiformis) et il n'est guère douteux qu'on pourrait utiliser d'autres légumineuses en culture dérobée. Le maïs reste cependant la plante la plus utilisée pour les sous-semis d'espèces pour pâturages. Addison et al. (1959a) ont signalé que l'herbe de Rhodes Giant pouvait donner de bons résultats en culture dérobée après un premier sarclage suivant la levée des mauvaises herbes. Dans cette expérience comme dans d'autres qui ont suivi (Anonyme 1971), la pousse des graminées et leur rendement subséquent ont donné de meilleurs résultats dans du maïs moins dense, semé en rangs plus écartés ou plus clairsemés bien que le rendement du maïs eût été réduit. On a constaté par la suite que plus tôt on effectuait le sous-semis de graminées dans la plante-abri, plus élevé était leur rendement l'année suivante (Anonyme 1973a). Pour ces semis hâtifs, on pourrait effectuer un désherbage avec un herbicide comme l'Atrazine. Malheureusement, on n'a jamais montré expérimentalement si les sous-semis hâtifs pouvaient s'implanter avec autant de succès dans une récolte de maïs à densité normale de peuplement.

L'Atrazine est toxique pour les dicotylédones et ne peut donc être utilisée dans du maïs qui recevra un sous-semis de légumineuses (Anonyme 1972). L'Eptam conviendrait mais il est inefficace contre les dicotylédones adventices (Grant et Clatworthy 1978), quoique ces dernières soient généralement moins nuisibles que les graminées. L'Alachlor s'avérerait un herbicide fort approprié dans les sous-semis. Pour les légumineuses cultivées en sous-semis, il ne semble pas être nécessaire de réduire la densité du peuplement de maïs, leur implantation n'ayant pas été affectée par une densité dépassant 30 000 à 50 000 plants/ha^{-1} (Grant 1980).

Pratiques culturales

Graminées

Comme nous l'avons déjà souligné, la plupart des graminées se sèment en rotation avec le tabac. La méthode la plus courante consiste à labourer le chaume de tabac aussitôt la récolte terminée, à rouler le sol au rouleau squelette, à semer les graines à la volée et à effectuer un deuxième roulage, si possible perpendiculairement au premier. On obtient ainsi, la plupart des années, un champ bien fourni de graminées, sans mauvaises herbes et qui peut être pâturé dès le début de la saison de pluies suivante. La méthode réussit particulièrement avec l'herbe de Rhodes Katambora et l'agrostide.

Les graminées à stolons, comme le chiendent de Nlemfu, s'implantent couramment en déterrant des stolons que l'on replante ensuite dans des poquets creusés à la houe, généralement écartés de 1 m x 1 m. La hausse des salaires rendra sans doute cette façon culturale de plus en plus onéreuse.

Légumineuses

Les légumineuses pour pâturages sont d'introduction relativement récente au Zimbabwe et il est difficile de tirer des conclusions générales à leur sujet. Plusieurs agriculteurs ont fabriqué des instruments qui travaillent le sol superficiellement, épandent l'engrais et l'incorporent au pulvériseur à disques, sèment et recouvrent la semence, le tout en un seul passage du tracteur. Ce procédé a surtout servi à l'amélioration du veld, mais on l'utilise parfois pour les semis de légumineuses en terres labourées ou dans des herbages de graminées déjà établis. Le recours aux cultures dérobées pour l'implantation de pâturages à base de légumineuses tend à se répandre bien que ce procédé se révèle moins efficace en périodes de sécheresse comme celles que nous avons connues récemment.

Priorités de la recherche

Graminées

Dans une large mesure, les procédés d'implantation des pâturages de graminées, en particulier en rotation avec le tabac, ont été consacrés par l'expérience, et la recherche a pour rôle principal de sélectionner des

graminées s'adaptant bien à ce système. Les dépenses en main-d'oeuvre augmentant sans cesse, la plantation des graminées par stolons devient trop coûteuse et l'on devra trouver des moyens de mécaniser le procédé.

Légumineuses

Le besoin sans doute le plus urgent à long terme est la mise au point de méthodes peu coûteuses permettant d'ensemencer en légumineuses des vastes étendues de parcours naturels. La recherche s'appliquera à la fois à la sélection d'espèces ou de lignées de légumineuses pouvant réussir dans des conditions difficiles, et à l'élaboration de techniques qui atténueront autant que possible l'effet de ces conditions. Les travaux déjà effectués permettent de porter des recommandations assez précises concernant l'implantation de pâturages à base de légumineuses en terres labourées.

GESTION AGRONOMIQUE

Fertilisation

Graminées

Weinmann (1964) a résumé les progrès réalisés avant 1964. On s'est surtout intéressé aux doses d'azote à appliquer sur les graminées, délaissant presque entièrement les autres éléments fertilisants nécessaires. Addison (1956) a observé une relation très nette entre l'azote et le superphosphate dans le cas de l'herbe à éléphant (Pennisetum purpureum) fauchée. Pour en obtenir un rendement maximum, on devait utiliser de fortes quantités de superphosphate aussi bien que d'azote. Depuis lors, on ne s'est guère attardé aux effets du superphosphate sur les rendements en graminées et pas du tout sur ceux des pâturages. Les fumures au superphosphate, établies d'après les résultats d'analyses du sol, l'ont été généralement de façon généreuse. Devant la récente augmentation marquée des prix du superphosphate, il semble justifié d'étudier de plus près les besoins des pâturages pour cet engrais. La réaction des graminées au chaulage a été généralement faible et parfois même négative. Addison (1958) a cependant signalé qu'après deux années d'application de sulfate d'ammoniaque, un engrais azoté acidifiant, l'herbe à éléphant a bénéficié du chaulage. Pour utiliser des pâturages de graminées comme prairies temporaires, on a recommandé,

de façon générale, de chauler au moment du labour préparatoire, mais peut-être serait-il préférable d'en faire de petites applications à intervalles plus fréquents pour maintenir le pH du sol à un degré plus élevé. Rodel (1979) travaillant avec le chiendent de Nlemfu en sol sablonneux à base de granite a noté un fourrage accru après une application de soufre, mais rien de tel après application de bore, de zinc ou de magnésium.

C'est l'azote qui a agi le plus sur les graminées et, dans un certain nombre d'expériences, la progression des rendements en matière sèche (MS) et en protéine brute (PB) a suivi à peu près de façon linéaire des applications d'azote pouvant atteindre jusqu'à 200 kg/ha. L'effet de cette fumure a été généralement peu marqué pendant la première année du pâturage, le sol renfermant alors suffisamment d'azote à l'état libre, mais il est devenu beaucoup plus net les années suivantes. À la Station de recherche en agriculture herbagère, on a appliqué jusqu'à 470 kg de N/ha à un pâturage de chiendent de Nlemfu et obtenu des rendements de 19 550 kg de MS et de 2 740 kg de PB/ha en trois coupes (Weinmann 1964).

Clatworthy (1967) a démontré qu'un vieux pâturage d'herbe de Rhodes Giant en terres rouges, à la Station de recherche d'Henderson, pouvait donner des rendements élevés après application de 450 kg de N/ha, ce qui devait conduire aux travaux de Rodel et Mills déjà cités dans le chapitre sur la sélection. Travaillant avec cinq graminées, Rodel (1979) déclare avoir obtenu le maximum de rendement avec une fumure de 601 kg de N/ha en terre sablonneuse, et de 665 kg de N/ha en terre argileuse. Toutefois, comme l'effet de l'engrais diminuait à mesure qu'on augmentait la dose utilisée, il a conseillé dans la pratique de ne pas utiliser plus de 225 kg/ha d'azote sur des terres sablonneuses. Dans des terres plus fortes, des quantités supérieures se justifient, et Rodel suggérait 350 kg N/ha. Sous irrigation, la saison de croissance des pâturages est considérablement prolongée et les besoins d'azote seront sans doute plus élevés. À la suite de leurs expériences avec deux graminées dans deux types de sols, Rodel et al. (1981) ont recommandé comme dose optimale en pâturages irrigués 650 kg de N/ha.

Légumineuses

Corby (1959) résumait les résultats d'essais effectués avec des légumineuses à la Station de recherche en agriculture herbagère en mentionnant les bons effets apparents, dans certains cas, du chaulage et du superphosphate, en particulier quand ces engrais étaient mélangés en profondeur au sol. Des réactions favorables ont également été relevées avec l'iode et le bore dans le cas de la luzerne (des travaux ultérieurs non publiés de la Station de recherche en agriculture herbagère ont noté les effets très nets du bore sur la luzerne irriguée, notamment durant la saison froide de l'année). À cette époque, il n'existait pas de source d'inoculants, et il se peut que l'incapacité des légumineuses à former des nodules suffisants avec les souches de rhizobium des sols locaux soit imputable à une carence de N.

L'effet des engrais azotés sur la disparition des légumineuses dans les mélanges avec les graminées a été clairement démontré par Clatworthy (1970). Six graminées traçantes ont été semées seules, ou avec Lotononis bainesii, ou avec le trèfle blanc du Kenya (Trifolium semipilosum), avec apports annuels d'engrais azotés de 0, 112 et 224 kg de N/ha. L'absence d'azote a eu un effet très net sur les légumineuses; la dose de 112 kg a produit une légère réaction, et celle de 224 kg aucune. À cette dernière dose, les légumineuses étaient à peu près disparues.

On a peu étudié les besoins d'engrais des légumineuses de pâturages subtropicaux. Des résultats non publiés de la Station de recherche en agriculture herbagère permettent de croire que Lotononis bainesii s'est montrée plus persistante dans les parcelles amendées avec du gypse et que Stylosanthes guianensis a bien répondu à un apport de superphosphate en sols sablonneux et en sols argileux; cependant, à doses très élevées, cet engrais a entraîné une nette diminution du rendement, la deuxième année de récolte (Anonyme 1973b).

Des résultats semblables ont été signalés par Grant et Tanner à la suite d'expériences avec diverses doses de superphosphate, y compris très élevées, sur Siratro et stylo Oxley en deux endroits à sol sablonneux, ainsi que sur Siratro et desmodie Silverleaf dans une parcelle à sol argileux. Le rendement de stylo a d'abord augmenté nettement en même temps que les quantités de

superphosphate mais, par la suite (surtout dans le cas d'une replication à la Station de recherche en agriculture herbagère), il a régressé de façon notable avec des doses élevées (Grant et Tanner 1983). Il semblerait que cette baisse puisse s'expliquer par une carence provoquée de zinc (Grant, P.J., communication personnelle). Les autres légumineuses n'ont pas été affectées.

Grant et Tanner (1983) ont également fait état d'une interaction apparente entre les applications de chaux dolomitique et de superphosphate, en sols sablonneux. Une dose de 200 kg/ha de superphosphate et des applications de 500 à 2 000 kg de chaux à l'hectare ont fait monter le rendement des légumineuses, mais celui-ci a fléchi lorsque la quantité de chaux a été portée à 4 000 kg/ha. Cette interaction ne s'est pas répétée dans les terres rouges.

Pratique de l'effeuillage

Graminées

De nombreux essais de coupe ont eu lieu pour mesurer l'effet de la fréquence des effeuillages sur le rendement et la qualité des herbages de graminées. Les plus hauts rendements de matière sèche (MS) ont presque toujours été obtenus avec une ou deux coupes par saison, et ceux de PB avec un nombre de coupes plus élevé. Ce genre d'essai a peu de rapport direct avec l'état des pâturages.

Rodel (1979) décrit une série d'expériences dans lesquelles ont été mesurés les effets de divers traitements d'effeuillage dans un pâturage de chiendent de Nlemfu n° 2. Dans la première, on a utilisé trois doses différentes d'engrais azoté (170, 340 et 510 kg de N/ha), et l'herbe a été pâturée dès qu'elle atteignait respectivement 10, 20 ou 30 cm de hauteur. Après la paissance, chaque parcelle était fauchée en ne laissant qu'un chaume de 5 cm. Avant chaque paissance, on fauchait des quadrats pour mesurer la quantité d'herbage. Ce sont les parcelles pâturées le plus fréquemment qui ont produit les plus hauts rendements et, avec ce traitement, les rendements de la deuxième année d'expériences ont augmenté jusqu'au niveau de la plus forte dose d'azote.

Avec une paissance moins fréquente, la réaction à l'azote a été moins prononcée. En mesurant la couverture du sol, on a constaté que la proportion des mauvaises herbes allait en diminuant progressivement mais que celle du chiendent de Nlemfu augmentait à mesure qu'on accroissait la dose d'azote. La couverture terrière du chiendent a aussi augmenté progressivement (mais moins nettement) lorsqu'on diminuait la hauteur de l'herbage.

Rodel et Boultwood (1981) ont également mesuré les effets de la hauteur du chaume laissé dans le champ, sur les rendements de chiendent de Nlemfu pâturé à 15 jours d'intervalle et fertilisée avec 510 kg de N/ha. Après chaque période de paissance, on laissait un chaume de 5, 10 ou 15 cm, et la paissance ne reprenait que lorsque la repousse atteignait une hauteur déterminée. Les rendements ont augmenté en raison inverse de la hauteur du chaume. Dans cette expérience comme dans la précédente, l'effet des traitements a été plus marqué la deuxième année que la première, ce qui laisse croire que l'herbage a été plus ou moins conditionné par le traitement. L'augmentation de rendement attribuable, apparemment, à une paissance fréquente de chiendent de Nlemfu et à une couverture de chaume laisse supposer que la paissance continue serait une utilisation très appropriée de ces pâturages.

Légumineuses

Une série d'expériences par Mufandaedza avaient pour objet d'évaluer l'effet de diverses coupes sur les rendements de graminées et de légumineuses cultivées séparément ou en mélanges. Dans une première expérience en serre, on a semé en pots des plants de Heteropogon contortus, Hyparrhenia filipendula, ou de trois lignées de Stylosanthes guianensis que l'on a ensuite coupés à des intervalles et des hauteurs différents. Les résultats ont notamment révélé que la stylo à tiges fines tolère très bien un effeuillage fréquent à faible hauteur (Mufandaedza, 1967a,b).

Lors d'une expérience ultérieure (1979), Mufandaedza a effectué des semis de H. filipendula et l'a cultivée seule ou en mélange avec stylo Oxley ou Siratro. Les parcelles ont été fauchées à intervalles de 2, 4, 8 ou 16 semaines en laissant un chaume de 4 ou 10 cm. On a constaté que l'addition des légumineuses

augmentait le rendement de MS et, plus encore, celui de PB après la première saison. Un effeuillage fréquent au ras du sol a été propice à la stylo Oxley qui, autrement, est ombragée par les graminées lorsqu'on les laisse grandir. Quant à Siratro, son port grimpant lui permet de s'appuyer sur les graminées et de prospérer avec des coupes peu fréquentes, mais elle a produit beaucoup moins avec des coupes répétées.

Pratiques culturales

Graminées

Comme nous l'avons mentionné plusieurs fois, on retrouve principalement les prairies de graminées ensemencées là où elles entrent dans un régime de rotation avec le tabac. De façon générale, elles ne reçoivent pas de fumure azotée, donnent de maigres rendements et sont traitées à peu près de la façon recommandée pour les prairies naturelles. Tant que la culture du tabac aura préséance, il est peu probable que cette situation se modifie beaucoup. Les pâturages de graminées fertilisés sont généralement réservés à la production laitière, suivant une forme quelconque de rotation par enclos, que l'on fait paître pendant un jour ou deux et qu'on laisse ensuite reposer, parfois jusqu'à 3 semaines.

Légumineuses

La plupart des agriculteurs qui ont implanté des pâturages de légumineuses l'ont fait avant tout par intérêt et acceptent de les fertiliser généreusement. L'engrais le plus communément utilisé est le superphosphate, bien que les amendements à la chaux semblent aussi avoir des résultats, en particulier dans le veld.

Les prairies fourragères indigènes renforcées de stylo à tiges fines reçoivent habituellement le même traitement que le veld naturel, c'est-à-dire paissance en rotation pendant deux semaines, au plus, suivie d'au moins cinq semaines de repos. Comme il s'agit surtout de superficies modestes et que les agriculteurs tâtonnent encore, on ne peut parler en termes généraux des pratiques agricoles qui s'appliqueraient aux pâturages ensemencés sur des terres arables.

Priorités de recherche

Graminées

On a déjà soulevé le besoin en superphosphate des prairies pâturées. Les recommandations actuelles tendent à se montrer parfois trop généreuses, et les hausses récentes du prix de cet engrais inclineront sans doute à plus de modération.

Les travaux de Rodel nous ont très clairement renseignés sur les effets de divers traitements agronomiques applicables aux pâturages de chiendent de Nlemfu fertilisés. Il ne semble pas y avoir d'avantages réels à adopter des régimes compliqués de paissance en rotation, et la paissance continue durant la saison pluvieuse demeure l'utilisation la plus efficace du chiendent de Nlemfu. Jusqu'à ce que nous disposions de nouveaux cultivars de graminées auxquels les recommandations actuelles ne s'appliqueraient pas, il ne semble pas que l'on doive explorer plus à fond le sujet de la culture des graminées.

Légumineuses

Comme pour les pâturages de graminées, il est nécessaire d'établir les nouvelles doses minimums d'engrais sur les pâturages de légumineuses. On doit aussi évaluer les effets de différents traitements d'effeuillage sur les mélanges de légumineuses et de graminées de pâturages, suivant l'orientation préconisée par Mufandaedza pour le veld renforcé de légumineuses. Bien que les résultats d'expériences de ce genre ne soient pas directement applicables à la paissance, ils montrent les voies à suivre en matière de pratiques culturales. Ces principes devront évidemment être confirmés ensuite par la paissance elle-même.

PRODUCTIVITÉ ET UTILISATION

Graminées

Après sa série d'expériences sur la paissance appliquée aux pâturages de chiendent de Nlemfu, Rodel a poursuivi ses travaux pour mesurer le rendement animal de ces pâturages avec divers modes de paissance et en tenant compte de certaines variables. Les résultats ont été exprimés en termes d'augmentation de poids massique des carcasses, afin d'éliminer les variations imputables

au contenu du système digestif; la période de pâturage a été considérée comme partie d'un régime de production, dans lequel une moitié des bouvillons terminaient leur engraissement en parcs jusqu'à l'abattage du lot.

Dans la première expérience sur chiendent de Nlemfu fertilisé avec 350 kg de N/ha, on a réparti les bouvillons en lots fixes de 12 par ha, ou fait paître en rotation dans 15 enclos à raison de 12 et de 20 têtes par ha. Dans un traitement séparé, comportant 20 bouvillons à l'hectare, ceux-ci recevaient 3 kg par tête, par jour, d'un complément concentré à 13 % de PB. Les gains de poids massique de carcasse pour les quatre traitements ont atteint respectivement 35,2, 33,8, 17,8 et 63,0 kg par tête ou 422, 406, 356 et 1 260 kg à l'hectare (Rodel 1979).

En 1973-1974 (marquée par une saison très humide), on a fait paître des bouvillons dans un champ de chiendent de Nlemfu fertilisé de façon soutenue avec 350 kg de N/ha, en rotation entre 15 enclos avec taux de charge de 12,0, 14,7, 17,3 et 20,0 têtes à l'hectare respectivement (Rodel 1979). On répéta la même expérience en 1974-1975 à la seule différence près que la dose de fertilisant a été calculée à raison de 25 kg de N par bouvillon (Rodel et al. 1981). Les gains de poids massique de carcasse des animaux pour les deux saisons d'expérience figurent au tableau 1.

La lecture de ce tableau nous montre que les gains par ha ont fluctué à la fois d'après le taux de charge et la dose d'engrais azoté; Parkin et Boultwood (1981) ont publié les résultats d'une expérience dans laquelle des bouvillons ont été mis en pâturages de chiendent de Nlemfu fertilisés respectivement avec 100, 200, 300 et 400 kg de N/ha, avec quatre taux de charge correspondant à chacune de ces fumures. Dans l'ensemble, ces taux ont varié de 5 à 14 bouvillons/ha, et l'expérience s'est poursuivie sur quatre années. Des régressions curvilinéaires ont été calculées pour les taux de charge ainsi que pour les effets moyens de chaque niveau de N. Les gains de poids massique de carcasse sont montés jusqu'à 550 kg/ha avec les pâturages fertilisés à 400 kg de N/ha.

Dans le cas de cette expérience, les écarts de poids gagné d'une année à l'autre par les bouvillons

Tableau 1. Gains de poids massique (en kg) de carcasse de bouvillons d'embouche, en pâturages de chiendent de Nlemfu fertilisés avec 350 kg de N/ha (1973-1974) ou à raison de 25 kg de N par tête (1974-1975) pour quatre taux de charge

	1973-1974 350 kg N/ha		1974-1975 25 kg N/tête	
	Têtes	ha	Têtes	ha
Taux de charge -- têtes/ha				
12,0	22	264	34	408
14,7	15	221	37	544
17,3	4	138	30	519
20,0	-4	-80	25	500
Taux de charge optimal reconnu	9,5 têtes/ha		16,9 têtes/ha	
Gains avec ce taux de charge	282 kg/ha		558 kg/ha	

sont peut-être attribuables en partie à l'état du bétail au moment de son entrée en pâturage. Il faut ajouter que les bouvillons d'embouche ont passé l'hiver dans les pâturages naturels et reçu des quantités variables de complément protéique qui devaient causer des différences notables dans leur état physique à la fin de la saison sèche. On les a mis ensuite en pâturages de chiendent de Nlemfu fertilisés avec 350 kg de N/ha, durant la saison de végétation, à des taux de charge respectifs de 7, 9, 11 et 13 têtes à l'ha. Les gains par bouvillon en pâturage ont régressé à mesure qu'augmentaient les taux de charge et les compléments protéiques pendant la saison sèche. Les sujets ayant reçu chacun une ration journalière de 1 400 g de tourteau de graine de coton pesaient 40 kg de plus que ceux qui n'en avaient pas bénéficié, au début de la phase de pâturage, mais seulement 25 kg de plus au terme de l'affouragement (Parkin et al. 1981). Ces résultats indiquent clairement les effets du développement compensatoire.

Dans toutes les expériences sur pâturages en régions sèches, les résultats ont été influencés par les précipitations variables, d'une année à l'autre, et par

les périodes de sécheresse qui sévissent au cours de la saison normale des pluies. Pour en atténuer autant que possible les effets, on a procédé à une série d'expériences avec divers régimes de paissance appliqués à des pâturages de chiendent de Nlemfu sous irrigation (Rodel et al. 1984). Ces régimes étaient au nombre de huit et le nombre d'enclos par troupeau variait de 1 à 18 avec des durées différentes de séjour dans chacun établies en fonction du régime. La première année, les régimes à 18 enclos avec périodes de séjour de 1 à 2 jours ont semblé présenter un léger avantage; mais dans la dernière année, ce sont les régimes comportant le moins d'enclos (paissance continue, 6 jours de paissance; 6 jours de repos et 6 jours de paissance; 12 jours de repos) qui ont donné les meilleurs gains de poids massique. Néanmoins, les mesures périodiques de la densité du fourrage pendant la saison de végétation ont révélé qu'elle était toujours plus abondante dans les régimes à enclos multiples. Afin d'utiliser cet excédent disponible, on a fait passer les taux de charge de 12 bouvillons par ha au début à 15 la deuxième année et à 18 la troisième année, mais sans grand succès. Les pâturages étaient fertilisés à raison de 640 kg de N/ha, et les gains de poids massique de carcasse pour les trois ans ont atteint en moyenne 940 kg/ha.

Dans cette expérience, les effets des taux de charge et ceux des différentes saisons se confondaient. Dans une expérience ultérieure avec les mêmes pâturages, on a comparé des taux de charge de 15, 18 et 21 bouvillons par hectare en paissance continue dans 6 enclos, et des périodes de paissance de 2, 4 et 6 jours. Pour les deux saisons, les gains de poids massique de carcasse à l'ha ont atteint leur maximum avec la paissance continue au taux de charge le plus faible, la moyenne se fixant à 1 000 kg/ha (Parkin et Price 1980). Rien n'a démontré qu'il valait mieux pratiquer la paissance en rotation avec taux de charge élevés, ainsi qu'on l'avait souvent proposé.

Légumineuses

Amélioration du veld. À la Station de recherche en agriculture herbagère, la moitié d'un bloc de 24 hectares de terre retournée à l'état inculte où prédominait Hyparrhenia filipendula a été ensemencée en stylo Oxley, en planches préalablement travaillées au pulvériseur à disques; l'autre moitié a servi de témoin. Pendant six

ans, on a fait paître les deux sections par des bouvillons d'embouche achetés en juin, que l'on a retirés le même mois l'année suivante pour ensuite les engraisser en parcs. Pendant la saison sèche, les sujets en pâturage amélioré ont maintenu leur poids vif global, tandis que dans le bloc témoin, ils ont perdu 20 kg par tête. De novembre à février, les deux groupes ont enregistré des gains identiques, mais par la suite et jusqu'en juin, les bouvillons en parcours améliorés ont gagné 20 kg de plus que ceux de la section témoin. Le gain de poids pour l'année, attribuable à l'amélioration du pâturage, s'élevait donc à 40 kg par tête, et comme le taux de charge était d'environ 20 % supérieur dans la partie traitée, les gains de poids à l'hectare ont augmenté de 61 % grâce à l'amélioration du pâturage (Clatworthy et Holland 1979).

L'observation du bétail paissant dans cette expérience révèle qu'il a préféré les plants de stylo à compter de la mi-janvier environ, mais qu'il n'a semblé en retirer des effets qu'à partir du début de mars (Mufandaedza 1977). On a donc laissé le veld amélioré au repos de janvier jusqu'en avril, pour donner à la stylo le temps de se développer. Malheureusement, l'Hyparrhenia a elle aussi poussé vigoureusement pendant la même période, dépassant et ombrageant la stylo dont la croissance se faisait plus lentement; les effets sur la production animale ont donc été décevants (Clatworthy et Muyotcha 1980).

Desmodie Silverleaf s'implante bien dans le veld préalablement travaillé au pulvériseur à disques. La Station de recherche d'Henderson a étudié durant cinq ans son effet sur la performance de jeunes bouvillons pendant la saison sèche. Desmodie ayant été en grande partie effeuillée par les gelées, les animaux dans les deux traitements ont subi une perte de poids massique vif durant la saison sèche; la perte fut cependant moindre dans les parcelles renforcées de desmodie Silverleaf (Clatworthy 1984c). La mise au repos du veld renforcé pour le faire pâturer en automne ou à la saison sèche a donc été peu concluante; la meilleure solution semblerait être de faire pâturer le veld toute l'année ou durant la saison de végétation, alors qu'il atteint sa pleine valeur nutritive.

Pâturages en régions sèches. Clatworthy et Boultwood (1974) ont sans doute été les premiers, au Zimbabwe, à évaluer la production animale à partir de pâturages à base de légumineuses comme unique source de fourrage. La Station de recherche d'Henderson a ensemencé un terrain de 2,46 ha en Desmodium intortum combinée avec diverses proportions de chiendent de Nlemfu, qu'elle a ensuite divisé en quatre enclos clôturés dans lesquels pâturaient en rotation trois bouvillons. Les 16 premiers mois, les sujets ont réalisé des gains de poids moyens de 304 kg; les mêmes résultats se sont répétés les deux années suivantes, caractérisés par des gains rapides durant la saison des pluies et un état presque stationnaire en saison sèche. La proportion de légumineuses a été régulièrement en diminuant au cours de la période de paissance.

À la Station de recherche en agriculture herbagère, on a ensemencé un champ de 6,5 ha avec un mélange de Siratro, desmodie Silverleaf, stylo Oxley et Lotonis, pour le faire pâturer toute l'année à un taux de charge aussi voisin que possible que celui utilisé pour le veld renforcé, dans l'expérience mentionnée plus haut. Vu la proportion plus élevée de légumineuses dans le pâturage ainsi ensemencé que dans le veld renforcé, on a enregistré des gains très supérieurs (Clatworthy et Muyotcha 1980). L'absence de semis de graminée explique peut-être l'envahissement du pâturage par les mauvaises herbes, en particulier Tagetes minuta. Pour vérifier l'effet du taux de charge sur les mauvaises herbes et sur la production animale, on a subdivisé le pâturage de façon à obtenir des taux de charge de 0,93 et 1,85 têtes/ha. Les gains de poids massique vif par hectare ont été plus considérables avec le taux plus élevé mais, à cause de la médiocre qualité des carcasses de ce lot, le gain monétaire a été supérieur avec le taux de charge plus faible.

Aux deux stations de recherche mentionnées ci-haut, des essais similaires ont eu lieu sur des pâturages composés de chiendent de Nlemfu et de desmodie Silverleaf. La paissance y a été autorisée seulement en période de végétation, avec quatre taux de charge et paissance continue et en rotation (Ackerman et Boultwood 1983; Clatworthy et Muyotcha 1983). Les gains de poids massique vif enregistrés ont atteint 1 kg par bouvillon, par jour, avec le taux de charge le plus bas, pour

décroître ensuite à mesure que le taux augmentait. Desmodie Silverleaf s'est particulièrement bien adaptée à l'environnement de la Station Henderson, et l'on y a constaté des gains de poids massique vif (600 kg/ha à raison de 5,85 têtes/ha) beaucoup plus élevés qu'à la Station de recherche en agriculture herbagère (431 kg/ha à 3,84 têtes/ha). À cette dernière, la proportion de desmodie dans les pâturages a nettement diminué avec le temps, beaucoup plus à coup sûr qu'à Henderson.

Pâturages irrigués. L'irrigation des pâturages mixtes de graminées et de légumineuses a pour résultat non seulement de prolonger beaucoup plus la saison de végétation, mais aussi de faciliter l'implantation de diverses espèces de légumineuses. Les trèfles (espèces Trifolium) se maintiennent mal, ou pas du tout, dans presque toutes les régions sèches au Zimbabwe, mais réussissent bien sous irrigation. Clatworthy (1977) a montré que, sous irrigation, des pâturages de graminées enrichis de trèfle blanc du Kenya produisaient à peu près autant que d'autres en graminées également, fertilisés avec 450 kg de N par an. Sur une superficie plus vaste (5,5 ha), ensemencée en graminées Kikuyu et en trèfle blanc du Kenya, il a observé les effets des taux de charge et du régime de paissance à la fois sur les gains de poids de bouvillons et sur la composition végétative. Durant une période de paissance allant de la mi-octobre à juin, les gains de poids massique de carcasse ont parfois atteint 1 000 kg/ha (Clatworthy et Price, non publié), c'est-à-dire l'équivalent de ceux obtenus en pâturages de chiendent de Nlemfu fertilisés avec 640 kg de N/ha et irrigués. Les pratiques culturales n'ont guère eu d'effet sur la composition de l'herbage. Le météorisme est le principal problème attribuable à ces pâturages, que l'on peut en grande partie éviter à l'aide d'agents prophylactiques. Jusqu'à présent, les pâturages de Kikuyu et de trèfle blanc du Kenya sous irrigation ont servi surtout à la production de viande de boucherie, mais ils seront probablement affectés à la production laitière.

Pratiques culturales et priorités de recherche

On est assez peu renseigné sur la productivité des pâturages de fermes du Zimbabwe, qu'il s'agisse de graminées ou de mélanges de graminées et de légumineuses fertilisés à l'azote, l'une des raisons étant que les

pâturages constituent uniquement une partie des ressources alimentaires à la disposition des bestiaux, qui se nourrissent aussi des pâturages naturels et des résidus de récoltes. Les résultats relevés par Parkin et al. (1981) illustrent bien comment l'application de certaines pratiques à un secteur du cycle de production peut influer sur le rendement d'un autre secteur. Dans une communication, Barnes et al. (1973) ont fait ressortir les possibilités immenses d'accroître la productivité par une utilisation complète de toutes les ressources fourragères de la ferme.

Pour ces raisons, la recherche touchant la production de l'élevage basée sur les pâturages doit être envisagée dans le contexte d'un système global de production, comme l'ont déjà souligné Rodel et Parkin, déjà cités dans Grant et al. (1983), et dans Grant et Golding (1983). La mise au point des systèmes à venir devra nécessairement tenir compte des fluctuations de coût des facteurs de production ainsi que des exigences du marché.

Le rôle des pâturages de graminées et légumineuses dans la production laitière est un aspect dont l'importance justifie sans doute une recherche plus poussée. Jusqu'ici, les études ont surtout porté sur les bovins de boucherie même si, déjà, des producteurs laitiers recourent avec un succès apparent aux pâturages de légumineuses; il semble bien que ceux-ci soient appelés à jouer un rôle utile dans la petite exploitation laitière.

PRODUCTION DE SEMENCES

On a effectué très peu de recherche au Zimbabwe sur la production des semences d'espèces pour pâturages. Les seules expériences connues sont celles d'Irvin (1984) sur desmodie Silverleaf. Celui-ci a signalé que la production de semences de cette légumineuse était surtout entravée par les ravages causés aux gousses par les larves comme celles d'Heliothus armigera, que l'on peut du reste combattre efficacement en les repérant à temps et en les pulvérisant avec un insecticide approprié. La récolte à la main de la graine de desmodie Silverleaf étant une tâche laborieuse, l'auteur propose certains traitements de coupe ou de roulage qui raccour-

cissent la plante à une hauteur plus uniforme et facilitent la moisson mécanique des graines.

Pratiques culturales

Jusqu'à récemment, presque toute la production de semences pour pâturages du pays provenait de membres de l'Association des producteurs de semences de pâturages du Zimbabwe, dont Davis et Hanssen (1972) ont fait l'historique. Les semences sont destinées à la fois au marché intérieur et à l'exportation, la plus en demande dans ce dernier cas étant l'herbe de Rhodes Katambora.

Au début, toute la récolte de semences s'effectuait à la main, mais celle des graminées, et aussi de desmodie Silverleaf, se fait de plus en plus à la moissonneuse-batteuse. Pour Siratro et stylo Oxley, la récolte se fait encore de façon manuelle, généralement par de la main-d'oeuvre occasionnelle dont la rémunération se base sur le poids des semences recueillies, une fois égrenées. Ces deux types de semences, en particulier, pourraient devenir une bonne source de revenu pour les agriculteurs.

Priorités de la recherche

Spécialistes de la recherche et producteurs de semences diffèrent d'opinion quant aux priorités de la recherche qui répondront le mieux aux besoins de l'industrie des semences. Les chercheurs insistent avant tout sur la production d'un plus vaste assortiment de semences de cultivars. De leur côté, les producteurs de semences font valoir la nécessité d'accroître les rendements de semences des cultivars déjà utilisés.

La recherche est étroitement liée au programme de sélection des plantes de pâturages, et il est évident que la sélection des cultivars à cette fin doit s'attacher beaucoup plus que dans le passé à leur capacité de production de semences et aux possibilités de leur récolte par des moyens mécaniques. Aussi longtemps que l'herbe de Rhodes Katambora restera la principale, sinon l'unique, graminée dont la semence est utilisée moins pour sa valeur végétative que pour son action contre les nématodes dans la rotation avec le tabac, il est douteux que l'équipe de recherche en pâturages oriente ses

efforts vers un accroissement de la production des semences de graminées.

LA PETITE AGRICULTURE

Jusqu'à présent, la petite exploitation ne s'est pas beaucoup intéressée aux pâturages de graminées fertilisés à l'azote ou à ceux de légumineuses. Les quelques tentatives en ce sens sont généralement attribuables au zèle d'une poignée de vulgarisateurs qui ont réussi à convaincre les cultivateurs des avantages que ce type de culture comportait.

Plusieurs petits agriculteurs ont ensemencé en légumineuses des parcelles inutilisées de leurs terres cultivables; ces parcelles sont fermées au bétail durant la saison de végétation et les semences qu'on en récolte peuvent devenir une source de revenu. Pour être en mesure d'offrir ce fourrage à leur cheptel l'hiver, ces propriétaires doivent pouvoir faucher et conserver le foin, et clôturer les parcelles pour éloigner les autres animaux. Le régime des pâturages communaux n'est pas de nature à stimuler l'élevage par des améliorations de ce genre. D'autre part, au moins un agriculteur considérait sa parcelle de légumineuses comme un moyen d'enrichir ses terres en rotation. Quand on lui demanda pourquoi il ne réservait pas le pâturage à ses propres animaux, il répondit que ceux-ci, à eux seuls, ne pourraient produire tout le fumier que le bétail communal y laissait! La petite exploitation laitière serait un moyen d'intégrer le pâturage à la production de la ferme et d'augmenter le revenu de l'agriculteur.

L'introduction de légumineuses dans les pâturages communaux paraît offrir de bonnes perspectives d'en accroître la capacité de charge. Cependant, la première des priorités serait sans doute d'exercer un certain contrôle sur la paissance afin de pouvoir appliquer quelques principes fondamentaux. Ce n'est qu'après que l'on pourra apporter d'autres améliorations. Il est important, cependant, que l'on poursuive à l'avance les recherches sur la sélection des espèces, les méthodes d'implantation et les pratiques agronomiques convenant aux diverses situations afin d'être prêt, le moment venu, à soumettre des recommandations fermes et bien étayées.

BIBLIOGRAPHIE

Ackerman, K.I. et Boultwood, J.N. 1983. Effects of stocking rate and grazing procedure on carcass mass gains of steers grazing a mixed pasture of Silverleaf desmodium and Star grass on dryland. Zimbabwe, Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Department of Research and Specialist Services, 1980-81, 171-73.

Addison, K.B. 1956. Effects of various cultural and manurial treatments on Napier Fodder. I. Effect of nitrogen and phosphate on the production of Napier. Rhodesia Agricultural Journal, 53, 491-506.

1958. Effects of various cultural and manurial treatments on Napier Fodder. III. The effect of nitrogen and lime on the production of napier Fodder. Rhodesia Agricultural Journal, 55, 33-39.

Addison, K.B., Hopley, J.D.H. et Boultwood, J.N. 1959a. Establishment of Giant Rhodes grass by underseeding in maize. Zimbabwe, Henderson Research Station, Technical Communication Pasture 4/59. (Polycopie)

1959b. Establishment of Giant Rhodes grass by underseeding in Jack beans. Zimbabwe, Henderson Research Station, Technical Communication Pasture 7/59. (Polycopie)

1959c. Establishment of Desmodium discolor by underseeding in Jack beans. Zimbabwe, Henderson Research Station, Technical Communication Pasture 8/59. (Polycopie)

Anonyme 1971. Establishment trials. Annual Report. Zimbabwe, Grasslands Research Station 1970-71, 20-21.

1972. Establishment trials. Annual Report. Zimbabwe, Grasslands Research Station 1971-72, 30-34.

1973a. Establishment trials. Annual Report. Zimbabwe, Grasslands Research Station 1972-73, 33-35.

1973b. Fertilizer studies. Annual Report. Zimbabwe, Grasslands Research Station 1972-73, 27-28.

1977. Investigations. Annual Report. Zimbabwe, Seed Services, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1975-76, 12-14.

1979. Investigations. Annual Report. Zimbabwe, Seed Services, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1977-78, 15-19.

Barnes, D.L. 1966. The preliminary evaluation of grasses and legumes for use in the high-rainfall sandveld of Rhodesia. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 1, 69-76.

1981a. Residual effects of grass leys on the productivity of sandy granite-derived soils I. Harvested leys. Zimbabwe Journal of Agricultural Research, 19, 51-67.

1981b. Residual effects of grass leys on the productivity of sandy granite-derived soils II. Grazed leys. Zimbabwe Journal of Agricultural Research, 19, 69-82.

Barnes, D.L., Clatworthy, J.N. et Rodel, M.G.W. 1973. Grass, legumes and maize, a basis for massive expansion in animal production in Rhodesia. South African Journal of Animal Science, 3, 153-159.

Clatworthy, J.N. 1967. The response of Giant Rhodes grass (Chloris gayana Kunth) to heavy dressings of nitrogen fertilizer. Rhodesia, Zimbabwe, and malawi Journal of Agricultural Research, 5, 87-95.

1970. A comparison of legume and fertilizer nitrogen in Rhodesia. Proceedings of XI International Grassland Congress, p. 408-411.

1975. Introduction and preliminary screening of pasture legumes at Marandellas, Rhodesia: 1967-73. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 10, 57-63.

1977. A comparison of irrigated grass-clover and nitrogen-fertilized grass pastures for beef production. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 12, 51-54.

1980. Screening legumes for veld reinforcement. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 15, 111-116.

1984a. Cutting trials with legumes at three sites in Zimbabwe I. Stylosanthes sp. (En préparation)

1984b. Cutting trials with legumes at three sites in Zimbabwe II. Legumes for ley pastures. (En préparation).

1984c. Effect of reinforcement of native grassland Silverleaf desmodium (Desmodium uncinatum) on dry season performance of beef steers in Zimbabwe. Tropical Grasslands, 18. (Sous presse)

Clatworthy, J.N. et Boultwood, J.N. 1974. Steer live-mass gains on a legumes pasture. Rhodesia Agricultural Journal, 71, 22.

Clatworthy, J.N. et Holland, D.G.E. 1979. Effects of legume reinforcement of veld on the performance of beef steers. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 17, 111-114.

Clatworthy, J.N. et Muyotcha, M.J. 1980. Effects of legumes sown in reverted veld or in pastures on animal production. Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1978-79, 174-181.

1983. Effect of stocking rate and grazing procedure on animal production and botanical composition of a Silverleaf desmodium/Star grass

pasture. Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1980-81, 171-173.

Clatworthy, J.N. et Thomas, P.I. 1972. Establishment of Stylosanthes guyanensis in Marandellas sandveld. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 7, 76-83.

Corby, H.D.L. 1959. The nutrition of legumes with particular reference to the high-rainfall sandveld of Southern Rhodesia. Proceedings of the 4th Professional Officers' Conference of the Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, p. 102-117.

Davis, A.G. et Hanssen, K.B. 1972. Rhodesia Pasture Seed Growers Association. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 7, 98-104.

Grant, J.L. et Golding, B.A. 1983. Systems of production using veld and nitrogen-fertilized pastures. Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1980-81, 76-78.

Grant, J.L., Tiffin, J. de W., Retzlaff, P.H.T., Jobson, D.E.W., Golding, B.A. et Spear, N.J. 1983. Systems of production using veld and legume-based pasture. Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1980-81, 79-80.

Grant, P.J. 1975. Some factors affecting germination and emergence of sub-tropical pasture legumes in Rhodesia. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 10, 65-71.

1976. Some factors affecting the field establishment of sub-tropical pasture legumes in Rhodesia. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 11, 97-102.

1978. Establishment studies. Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1976-77, 151-172.

1979a. Establishment studies. Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1977-78, 27-35.

1979b. Mechanical scarification of Stylosanthes guianensis cv. Oxley seed. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 14, 137-141.

1980. Establishment studies. Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1978-79, 153-171.

Grant, P.J. et Clatworthy, J.N. 1978. How to establish pasture legumes. Rhodesian Farmer, 13, January.

Grant, P.J. et Tanner, P.D. 1983. Nutrition of pasture legumes. Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1980-81, 152-158.

Irvine, A.D. 1984. Management of the sub-tropical pasture legume, Desmodium uncinatum (Jacq.) DC., grown for seed production in Zimbabwe. Zimbabwe, University of Zimbabwe. (Thèse)

Mills, P.F.L. 1977a. A comparison of the preferences of cattle and sheep for different grasses. Rhodesia Agricultural Journal, 74, 41-43.

1977b. Comparisons of the yield and palatability of Digitaria, Cynodon, Eragrostis, Panicum and Brachiaria species and cultivars when defoliated at different frequencies and heights at two sites. Rhodesia Agricultural Journal, 74, 159-163.

Mills, P.F.L. et Boultwood, J.N. 1978. A comparison of Paspalum notatum accessions for yield and palatability. Rhodesia Agricultural Journal, 75, 71-74.

1981. A comparison of Cynodon accessions for yield and palatability. Zimbabwe Journal of Agricultural Research, 19, 143-150.

Mills, P.F.L., Rodel, M.G.W. et Boultwood, J.N. 1973. Effects of applied nitrogen on herbage production of four grasses receiving supplementary irrigation. Rhodesia Agricultural Journal, 70, 131-133.

Mufandaedza, O.T. 1976a. Effects of frequency and height of cutting on some tropical grasses and legumes I. Hyparrhenia filipendula (Hochst) Stapf. and Heteropogon contortus (L.) Beauv. ex Roem & Schult. Rhodesian Journal of Agricultural Research, 14, 21-38.

1976b. Effects of frequency and height of cutting on some tropical grasses and legumes II. Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sr. Rhodesian Journal of Agricultural Research, 14, 79-93.

1977. Diet preferences of cattle, and defoliation patterns under grazing on legume-improved veld. Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1975-76, 175-80.

1979. Effects of frequency and height of cutting on the yield, composition and quality of the herbage of grass grown alone or in mixtures with legumes. Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1977-78, 45-49.

Papadakis, J. 1961. Climatic tables for the World. Buenos Aires, Argentina, Papadakis, J.

Parkin, D.D. et Boultwood, J.N. 1981. Carcass mass gains of steers grazing Star grass, with different stocking rates and levels of applied nitrogen. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa 16, 51-55.

Parkin, D.D., Boultwood, J.N. et Hopley, J.D.H. 1981. Effect of supplementing steers with different amounts of cottonseed in the dry season on their

carcass mass gains when grazing Star grass at different stocking rates in summer and afterwards when fed for slaughter in pens. Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1979-80, 149-153.

Parkin, D.D. et Price, B.C.R. 1980. Interactions between grazing procedures and stocking rates on carcass mass gains of steers grazing irrigated Star grass pastures. Annual Report of Division of Livestock and Pastures, Department of Research and Specialist Services, Zimbabwe Ministry of Agriculture, 1978-79, 138-142.

Rodel, M.G.W. 1970. Herbage yields of five grasses and their ability to withstand intensive grazing. Proceedings of XI International Grassland congress, p. 618-621.

1979. The development of cultivated dryland grass pastures for livestock production in the high rainfall areas of Rhodesia. University of Natal. (Thèse)

Rodel, M.G.W. et Boultwood, J.N. 1971. Herbage yields of thirty grasses fertilized heavily with nitrogen. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 6, 129-133.

1981. The effects of height of stubble left after simulated rotational grazing on regrowth of Star grass. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 16, 135-137.

Rodel, M.G.W., Boultwood, J.N., Hopley, J.D.H. et McNeill, L. 1981. The effects of combinations of stocking rate and levels of fertilising with nitrogen on carcass mass gains of steers grazing Star grass pastures and on their subsequent performance when fattened for slaughter. Zimbabwe Agricultural Journal, 78, 21-24.

Rodel, M.G.W., Boultwood, J.N. et Scheerhoorn, G. 1981a. The effects of applied nitrogen on the yields of maize following heavily fertilized and

intensively grazed grass pastures. Zimbabwe Agricultural Journal, 78, 15-19.

Rodel, M.G.W., Boultwood, J.N., Young, F.W. et Mills, P.F.L. 1981. The effects of applied nitrogen on the herbage yields of Star grass and Paraguay Paspalum grown at two sites under irrigation. Zimbabwe Agricultural Journal, 8, 5-9.

Rodel, M.G.W., Parkin, D.D., Clatworthy, J.N. et Price B.C.R. 1984. Effects of eight grazing systems on carcass mass gains of steers grazing irrigated Cynodon aethipicus pastures. Journal of the Grassland Society of Southern Africa, I. (Sous presse)

Smith, C.J. 1966a. The establishment of pastures in Rhodesia. England, University of London. (Thèse)

1966b. Problems in establishing dry-land pastures in Rhodesia. Journal of the British Grassland Society, 21, 238-244.

Timson, S.D. 1943. Prussic acid content of Giant Star grasses (Cynodon plectostachyus) and of Kavirondo sorghum. Rhodesia Agricultural Journal, 40, 371-373.

West, O. 1952. Promising new grasses for seeded pastures in Southern Rhodesia. Rhodesia Agricultural Journal, 49, 89-95.

Weinmann, H. 1964. Responses of grasses to fertilizers in Southern Rhodesia: a review. Rhodesia Agricultural Journal, Technical Bulletin 2.

POINTS SAILLANTS DE LA RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES AU MALAWI : 1975-1984

B.H. Dzowela

Department of Agricultural Research,
P.O. Box 158, Lilongwe, Malawi

Sommaire *Cette communication passe en revue certains points saillants de la recherche sur les pâturages au Malawi depuis la fin des années 70 jusqu'au début des années 80. Cette recherche a porté surtout sur l'introduction et l'évaluation de cultivars, sur l'adoption de mélanges simples de graminées et de légumineuses et sur le potentiel, en ce qui concerne la production animale, des pâturages améliorés implantés et celui des herbages naturels renforcés de légumineuses. On propose également certains secteurs prioritaires à la recherche.*

Au Malawi, la recherche organisée en pâturages et en récoltes fourragères a commencé à la fin des années 60 et au début de la décennie suivante. Elle s'est d'abord attachée à l'introduction de plasma germinatif et à son évaluation en petites parcelles pour juger de son adaptation aux conditions locales. On a recherché des graminées fourragères tropicales autres que Chloris gayana, variété commerciale bien établie, pouvant convenir à la fois à la paissance et à l'alimentation en stabulation. Ces travaux ont permis de reconnaître divers espèces et cultivars appartenant aux genres Panicum, Chloris, Cynodon et Cenchrus comme offrant de bonnes possibilités à cet égard.

Le coût sans cesse croissant des engrais azotés non organiques a stimulé la recherche de légumineuses fourragères parmi les genres Stylosanthes, Macroptilium, Macrotyloma, Neonotonia, Centrosema, Desmodium et Leucaena pouvant servir de sources bon marché d'azote fixé biologiquement. L'évaluation se poursuit de tout

le plasma germinatif recueilli jusqu'à présent. Le programme vise à introduire des graminées et des légumineuses fourragères dans l'alimentation, en pâturages et en stabulation, des bovins de boucherie et du bétail laitier.

ÉVALUATION DU PLASMA GERMINATIF EXISTANT

Espèces remplaçantes de l'herbe de Rhodes

Les essais afin de trouver des graminées pouvant remplacer l'herbe de Rhodes comme fourragère à pâturer ou comme foin ont débuté à la fin des années 60. Avant cela, l'herbe de Rhodes (Chloris gayana) était, et reste encore, l'espèce la plus répandue. Des expériences comparatives de sélection ont permis de reconnaître les possibilités de différentes espèces remplaçantes, notamment le panic, Panicum maximum cv. Ntchisi, un écotype local retenu parmi d'autres écotypes sauvages, et Cenchrus ciliaris (tableau 1); plus robuste, ce panic a été recommandé comme fourrage "à faucher et emporter", ainsi que certaines lignées de Pennisetum purpureum telles que Gold Coast et Cameroons.

Évaluation des lignées d'herbe de Rhodes

Depuis le début des années 50, deux lignées d'herbe de Rhodes sont reconnues comme ayant fait leurs preuves au Malawi (Dzowela 1984). Il s'agit de la Katambora, originaire de la Zambie via le Zimbabwe, et de la Giant dont l'introduction au Malawi a suivi celle de deux autres lignées, Teso et Mpwapwa, toutes deux morphologiquement semblables à Giant (Anonyme 1955, 1956, 1957, 1959, 1960, 1961). Katambora est diploïde et doit sa popularité, malgré sa production relativement faible comme fourrage, à ce qu'elle permet de combattre le nématode Meloidogyne javanica dans les rotations de cultures comprenant le tabac. Pendant la période de 1977-1978 et 1979-1980, on a fait l'évaluation de cultivars d'élite de l'herbe de Rhodes à l'échelle commerciale, dans le centre et le sud de l'Afrique, pour en trouver si possible qui pourraient dépasser le rendement fourrager des cultivars conventionnels Katambora et Giant. Le tableau 2 résume le potentiel de production fourragère et de protéine brute totale (PB) du matériel ainsi mis à l'essai.

Tableau 1. Potentiel de production fourragère comparé de différents cultivars et espèces de graminées.

Cultivars	Production totale de MS[a] (TM/ha)[c]	Production totale de PB[b] (TM/ha)	Pourcentage digestible de MS
Panic Ntchisi	9,3	1,20	62
Panic Hamil	6,6	0,81	61
Panic Gatton	5,9	0,74	64
Panic commun	6,2	0,74	63
Panic coloré	6,5	0,80	65
Panic Cononaio	5,8	0,73	63
Herbe de Rhodes	5,3	0,63	60
Sabi	5,0	0,64	61
Panic coloré-Bambatsi	4,0	0,50	62
Buffel Biloela	6,2	0,71	-
Buffel American	4,6	0,57	-
Buffel Gayndah	4,3	0,50	-

[a] MS = Matière sèche
[b] PB = Protéine brute
[c] TM = Tonne métrique

Tableau 2. Rendements en matière sèche (MS) et en protéine brute (PB) des fourrages de cultivars d'élite d'herbe de Rhodes dans la zone centrale et orientale de l'Afrique.

Cultivars	MS du fourrage (TM/ha)				Rendements en PB (TM/ha)			
	1977-1978	1978-1979	1979-1980	Moyenne	1977-1978	1978-1979	1979-1980	Moyenne
Katambora, ex-Zimbabwe	8,52	9,85	9,43	9,27	0,69	0,81	0,69	0,73
Giant, ex-Kenya	9,62	12,21	15,78	12,60	0,85	1,07	0,73	0,88
Masaba, ex-Kenya	10,68	16,10	17,69	14,82	0,75	1,12	0,87	0,91
Pokot, ex-Kenya	12,20	17,71	18,20	16,04	0,74	1,39	0,95	1,03
Mbarara, ex-Udganda	11,19	14,90	17,75	14,61	0,65	1,34	0,87	0,95
Tanzanian local	12,88	15,31	16,93	14,93	0,85	1,09	0,87	0,94
Moyenne	10,88	14,22	15,91	13,71	0,74	1,14	0,83	0,91
Écart-type	±1,97[a]	±1,03[a]	±1,23[a]	-	±0,07[b]	±0,05[a]	±0,02[a]	
Coefficient de variation (%)	26,6	10,2	10,9	-	13,6	8,4	5,4	

[a] Significatif statistiquement à P = 0,05.
[b] Non significatif.

Durant toutes ces années, les meilleurs rendements, dans les deux cas, ont été obtenus du Pokot, suivi de Mbarara et d'un Tanzanian local et ensuite Masaba. Ce dernier, cependant, a offert de bonnes possibilités comme regain à condition d'être fauché rationnellement (Dzowela 1984). Aux deux points de vue, Katambora et Giant, les deux cultivars acclimatés au Malawi, se sont révélés inférieurs, Katambora, le seul matériel diploïde du groupe, ayant produit le moins de fourrage et de PB.

En raison de la place importante, au Malawi, de l'herbe de Rhodes dans les rotations comprenant le tabac, les graminées fourragères, outre leur facilité d'éradication pour faire place à la plante cultivée (Boonman 1977), doivent pouvoir s'opposer aux nématodes de l'espèce Meloidogyne présents dans le sol. Le tableau 3 donne les genres de concentrations de nématodes se trouvant dans la terre entourant les racines des cultivars d'élite d'herbe de Rhodes mis à l'essai.

L'analyse n'a constaté aucune présence de nématodes dans les racines, mais seulement dans la terre environnante et notamment celle de l'espèce Pratylenchus chez Pokot, Masaba et Tanzanian local. Ce nématode s'attaque au tabac et prédispose les plants à d'autres agents pathogènes dont le Fusarium (Communication personnelle, Saka). Les autres nématodes remarqués ne posent pas de menace sérieuse au tabac, mais l'on n'en doit pas moins retenir ce risque et user de prudence en recommandant certains nouveaux cultivars. Actuellement, la National Seed Company of Malawi produit Masaba en raison de sa bonne production de semences et de son regain.

Évaluation des cultivars de l'herbe Buffel

Entre 1971 et 1975, l'évaluation de Buffel (Anonyme 1975) en a fait ressortir la supériorité pour la production de fourrage et de PB et pour la persistance, sur l'herbe de Rhodes. L'évaluation a signalé également un autre avantage de Buffel. Celle-ci, contrairement à d'autres espèces remplaçantes, comme Panicum coloratum cv. Bushman mine, et Cynodon nlemfuensis, produit de la semence viable. Après 1975, trois cultivars d'élite de Buffel ont été évalués dans deux zones agroécologiques distinctes : Chitala, à 600 m d'altitude, représentative de la région de pluviosité faible à moyenne (max. 850 mm) du bord du lac et de la vallée de la Shire, et

Tableau 3. Nématodes recouvrés de prélèvements dans des engazonnements de cultivars d'élite d'herbe de Rhodes.

Cultivars d'herbe de Rhodes	N. de replicatifs	Identification du nématode	Concentration par litre de sol
Katambora	I	Pas de nématode parasitaire	-
Katambora	II	Pas de nématode parasitaire	-
Giant	I	Pas de nématode parasitaire	-
Giant	II	Pas de nématode parasitaire	-
Masaba	I	Scutellonema sp.	600
		Pratylenchus sp.	1 000
Masaba	II	Tylenchorhynchus sp.	200
Pokot	I	Pratylenchus sp.	200
Pokot	II	Tylenchorhynchus sp.	600
Mbarara	I	Scutellonema sp.	1 600
Mbarara	II	Scutellonema sp.	200
Tanzanian local	I	Scutellonema sp.	4 000
Tanzanian local	II	Pas de nématode parasitaire	-

Chitedze, 1 100 m d'altitude, typique des régions des plateaux moyens où la pluviosité varie de 850 à 1 200 mm. Les cultivars ont été jugés d'après leur réaction à diverses doses d'engrais (0, 40 et 80 kg/ha pour l'azote et 0, 38 et 76 kg P_2O_5/ha pour le phosphate). On a essayé également de trouver des légumineuses tropicales compatibles, aux deux endroits. Les résultats de cette étude figurent dans les tableaux 4, 5 et 6.

À Chitedze, Biloela a donné le plus fort rendement de fourrage, suivie de Molopo, morphologiquement semblable. Tous les cultivars ont paru profiter de doses croissantes d'engrais azoté, surtout pour la quantité de fourrage obtenue qui a été significative chaque année, mais leur réaction au phosphate a été généralement négligeable.

Les rendements en protéine brute des trois cultivars ont été comparables chaque année, sauf pour la saison 1977-1978 où Biloela a produit le plus de PB totale. À Chitala, d'autre part, la variété American a semblé dépasser le rendement des autres cultivars, de façon particulièrement évidente les deux premières années (tableau 5). La troisième année, Biloela a pris la tête, ce que l'on peut attribuer à une augmentation de 10 % des pluies locales cette année-là. Tous les cultivars ont nettement réagi à des apports d'engrais azotés, mais très peu au phosphore. À Chitedze comme à Chitala, les sols contenaient suffisamment de phosphate assimilable, ce qui explique ce manque d'effet (Matabwa, communication personnelle). Il ressort de cette étude que le cv. Biloela réussit bien dans les environnements subhumides, alors que le cv. American pourrait s'adapter aux régions plus sèches, presque semi-arides. Ce fait a été confirmé dans une étude séparée (Dzowela et Msiska 1984).

Buffel bénéficie de son association avec des légumineuses tropicales dans les mélanges fourragers. Le fait a été démontré à Chitala et l'avantage ainsi obtenu par la graminée peut être attribuable soit à l'azote fixé par les légumineuses, soit à ce que ces dernières étouffaient les mauvaises herbes. À Chitedze, par contre, la présence de légumineuses dans le mélange n'a pas eu d'effets aussi évidents (tableau 6). L'association la meilleure semble être celle de Buffel et de

Tableau 4. Rendements (TM/ha) en matière sèche (MS) et en protéine brute (PB) totale de fourrages, à Chitedze dans les années 1977-1978, 1978-1979 et 1979-1980.

Traitements	Cultivars 1977-1978			Cultivars 1978-1979			Cultivars 1979-1980		
	Biloela	American	Molopo	Biloela	American	Molopo	Biloela	American	Molopo
Rendement en MS du fourrage									
Quantités de N (kg/ha)									
0	3,9	3,9	4,1	9,2	9,3	9,3	6,5	7,0	8,0
40	6,5	3,9	4,7	10,1	9,4	10,5	10,3	7,5	9,6
80	5,9	4,7	4,4	11,7	11,6	11,4	12,7	8,6	10,3
Quantités de P_2O_5 (kg/ha)									
0	4,9	2,7	4,2	10,2	9,0	10,0	10,3	8,2	8,9
38	5,3	4,5	3,7	10,9	10,1	11,1	10,3	7,7	9,7
76	6,2	4,7	5,2	9,9	11,1	10,1	8,8	7,2	9,3
Cultivar									
Moyenne	5,5	3,9	4,4	10,4	10,1	10,4	9,8	7,7	9,3
Écart-type		±1,3[a]			±0,16[b]			±0,25[a]	
Quantités de N (kg/ha)	0	40	80	0	40	80	0	40	80
Moyenne	3,7	5,0	5,0	9,3	10,0	11,5	7,2	9,1	10,5
Écart-type		±0,27[a]			±0,32[a]			±0,43[a]	
Quantités de P_2O_5 (kg/ha)	0	38	76	0	38	76	0	38	76
Moyenne	3,9	5,0	5,4	9,8	10,7	10,4	9,1	9,3	8,4
Écart-type		±0,36[b]			±0,41[b]			±0,62[b]	

(suite)

Tableau 4. Fin

Traitements	Cultivars 1977-1978			Cultivars 1978-1979			Cultivars 1979-1980		
	Biloela	American	Molopo	Biloela	American	Molopo	Biloela	American	Molopo
Rendement en PB totale									
Quantités de N (kg/ha)									
0	0,45	0,35	0,35	0,84	1,03	0,84	0,28	0,34	0,36
40	0,78	0,38	0,42	1,05	1,02	1,07	0,48	0,39	0,45
80	0,75	0,46	0,43	1,20	1,37	1,28	0,66	0,56	0,52
Quantités de P_2O_5 (kg/ha)									
0	0,59	0,29	0,39	0,77	1,14	1,36	0,50	0,45	0,42
38	0,60	0,45	0,37	1,01	1,02	1,33	0,50	0,39	0,47
76	0,79	0,44	0,45	0,92	0,99	1,17	0,43	0,46	0,43
Cultivar									
Moyenne	0,66	0,40	0,40	1,03	1,14	1,06	0,48	0,43	0,44
Écart-type		±0,054[a]			±0,42[b]			±0,46[b]	
Quantités de N (kg/ha)	0	40	80	0	40	80	0	40	80
Moyenne	0,38	0,53	0,55	0,90	1,05	1,29	0,33	0,44	0,58
Écart-type		±0,24[a]			±0,060[a]			±0,017[a]	
Quantités de P_2O_5 (kg/ha)	0	38	76	0	38	76	0	38	76
Moyenne	0,42	0,47	0,56	1,09	1,12	1,29	0,46	0,45	0,44
Écart-type		±0,031[a]			±0,059[b]			±0,042[b]	

[a] Significatif à P = 0,05.
[b] Non significatif.

Tableau 5. Rendements en matière sèche (MS en TM/ha) et en protéine brute totale (PB en kg/ha) à Chitala dans les années 1977-1978, 1978-1979 et 1979-1980.

Traitements	Cultivars 1977-1978			Cultivars 1978-1979			Cultivars 1979-1980		
	Biloela	American	Molopo	Biloela	American	Molopo	Biloela	American	Molopo
Rendement en MS du fourrage									
Quantités de N (kg/ha)									
0	0,82	0,88	0,90	5,30	5,88	4,93	5,21	4,46	4,56
40	1,33	1,77	1,09	6,73	9,12	6,18	6,70	5,89	7,10
80	2,06	2,19	2,03	8,49	10,43	9,27	10,09	7,90	8,38
Quantités de P_2O_5 (kg/ha)									
0	1,55	1,38	1,56	7,71	7,57	7,41	6,94	5,61	7,52
38	1,28	1,76	1,32	5,85	8,59	6,10	7,59	6,15	5,85
76	1,40	1,65	1,13	6,97	9,27	6,87	7,48	6,50	6,67
Cultivar									
Moyenne	1,41	1,59	1,34	6,84	8,48	6,79	7,33	6,09	6,68
Écart-type		±0,17[b]			±0,34[a]			±0,36[b]	
Quantités de N (kg/ha)	0	40	80	0	40	80	0	40	80
Moyenne	0,87	1,38	2,09	5,37	7,34	9,40	4,75	6,56	8,79
Écart-type		±0,15[a]			±0,52[a]			±0,23[a]	
Quantités de P_2O_5 (kg/ha)	0	38	76	0	38	76	0	38	76
Moyenne	1,49	1,45	1,39	7,56	6,84	7,70	6,69	6,53	6,88
Écart-type		±0,20[b]			±0,49[b]			±0,32[b]	

(suite)

Tableau 5. Fin

Traitements	Cultivars 1977-1978			Cultivars 1978-1979			Cultivars 1979-1980		
	Biloela	American	Molopo	Biloela	American	Molopo	Biloela	American	Molopo
Rendement en PB totale									
Quantités de N (kg/ha)									
0	60	121	65	392	448	392	208	162	177
40	95	139	75	490	780	514	332	300	346
80	139	166	139	504	775	615	676	456	480
Quantités de P_2O_5 (kg/ha)									
0	113	161	115	590	592	554	400	283	381
38	88	142	87	323	686	506	348	310	302
76	94	123	78	474	725	461	467	325	322
Cultivar									
Moyenne	98	142	93	462	668	507	405	306	335
Écart-type		±4[a]			±61[b]			±25[b]	
Quantités de N (kg/ha)	0	40	80	0	40	80	0	40	80
Moyenne	82	103	148	411	595	631	182	326	538
Écart-type		±11[a]			±33[a]			±19[a]	
Quantités de P_2O_5 (kg/ha)	0	38	76	0	38	76	0	38	76
Moyenne	130	106	76	579	505	553	355	320	371
Écart-type		±21[b]			±40[b]			±30[b]	

[a] Significatif à P = 0,05.
[b] Non significatif.

Tableau 6. Rendements en matière sèche des fourrages (MS en TM/ha) à Chitedze et Chitala.

Traitements	Chitedze	Chitala	
	1979-1980	1978-1979	1979-1980
Buffel seule	5,22	3,80	2,53
Buffel dans Siratro	2,59	4,92	2,69
Siratro dans Buffel	0,99	1,74	0,88
Buffel dans Neonotonia	2,27	5,13	3,13
Neonotonia dans Buffel	0,96	0,37	0,08
Buffel dans stylo Cook	1,92	4,01	3,39
Stylo Cook dans Buffel	0,52	1,92	0,06
Buffel dans Centrosema (stylo Hamata)[b]	2,30	4,26	2,74
Centrosema (stylo Hamata)[b] dans Buffel	0,45	2,65	0,91
Siratro seule	1,94	4,13	1,32
Neonotonia seule	1,10	4,30	0,43
Stylo Cook seule	0,90	5,59	0,77
Centrosema (stylo Hamata)[b] seule	0,65	6,33	2,85
Moyenne	0,68	3,83	1,67
Écart-type	±0,21[a]	±0,65[a]	±0,40[a]

[a] Significatif à P = 0,05.

[b] Stylo Hamata a remplacé Centrosema à Chitala.

stylo Hamata, suivie de Buffel/Siratro et de Buffel/stylo Cook, en ce qui concerne Chitala. À Chitedze, les meilleurs résultats ont été ceux de Buffel/Siratro, puis de Buffel/Neonotonia, Buffel/Centrosema et Buffel/stylo Cook.

PRODUCTIVITÉ ANIMALE ET PÂTURAGES AMÉLIORÉS

Pâturages de graminées fertilisés et pâturages à base de légumineuses

On a évalué, au Malawi, la valeur agronomique de diverses graminées et légumineuses tropicales. Dans l'espèce Panicum, la lignée locale de panic Ntchisi est celle qui a présenté le meilleur potentiel (Anonyme 1975). La productivité qu'on peut en obtenir en fourrage à faucher a été établie à trois quarts de celle que peut atteindre P. purpureum x P. typhoides (Dzowela 1978). Jusque là, on considérait le panic Ntchisi comme convenant surtout au "faucher et emporter". Toutefois, d'après les observations de la Station de recherche en agriculture de Chitedze, ce panic peut se maintenir pendant plus d'une dizaine d'années à l'état de pâturage.

Parmi les nouvelles lignées d'herbe de Rhodes récemment introduites du Kenya, Masaba s'est révélée avantageuse pour la qualité de son fourrage et le regain qu'elle peut donner (Dzowela 1984). Elle répond bien aux engrais azotés non organiques, mais vu le coût de ces derniers on choisit plutôt de l'associer à une légumineuse tropicale dans les mélanges pour pâturages. La partie légumineuse remplit la double fonction de rehausser la valeur nutritive de l'herbage en PB, calcium et phosphore, et de fixer dans le sol l'azote atmosphérique au bénéfice de la partie en graminées (Thomas 1973). Des expériences précédentes au Malawi ont établi la compatibilité de l'herbe de Rhodes avec Desmodium uncinatum cv. Silverleaf (Thomas 1976).

Des recherches en vue de trouver des espèces de pâturage plus persistantes (Anonyme 1975) ont mis en évidence les qualités du cultivar Henderson n° 2 du chiendent de Nlemfu (Cynodon nlemfuensis) comme graminée tropicale. Elle produit une bonne quantité de fourrage et elle a mieux supporté la paissance pendant toute la saison humide que l'herbe de Rhodes.

La Station de recherche en agriculture de Chitedze a comparé la productivité d'animaux paissant en pâturages de panic Ntchisi, d'herbe de Rhodes Masaba et de chiendent de Nlemfu Henderson n° 2. Les trois pâturages, en semis purs, ont reçu 40 kg d'azote non organique et ont été comparés à un herbage mixte de Rhodes Masaba/desmodie Silverleaf n'ayant pas reçu d'azote. Des enclos de 1,5 ha chacun avaient été aménagés suivant la méthode des blocs aléatoires, avec trois replicatifs. Chaque enclos était subdivisé en quatre quartiers pâturés en rotation séquentielle par des génisses zébus de 2 ans du Malawi, avec taux de charge variables (Mott 1960; Mott, communication personnelle). Huit animaux étaient assignés en permanence à chaque enclos, avec un nombre variable d'autres sujets pour consommer le surplus de fourrage. Avant la période de paissance, on avait analysé la teneur en MS d'échantillons du fourrage. Les animaux furent pesés à 28 jours d'intervalle durant toute la saison des pluies, qui a duré 5 mois en 1982-1983 et 1983-1984.

Le potentiel de productivité du panic Ntchisi, tant en fourrage qu'en gains de poids animal, ressort clairement (tableau 7). Les gains de poids moyens par jour (GPJ), les gains totaux ainsi que le fourrage produit ont été nettement supérieurs à ceux des autres pâturages, même si les GPJ n'ont pas dépassé ceux du mélange d'herbe de Rhodes/Silverleaf. Le chiendent de Nlemfu a entretenu le plus grand nombre d'animaux dont la productivité a cependant été médiocre, ce que l'on peut sans doute attribuer, en l'absence d'analyses chimiques, à des problèmes d'ingestion et de digestibilité. En ce qui concerne la production fourragère, les pâturages d'herbe de Rhodes à l'état pur et en mélange avec desmodie Silverleaf ont donné des résultats comparables et, pour les gains de poids des animaux, les résultats supérieurs des pâturages mixtes peuvent être attribués à l'ingestion plus considérable d'éléments nutritifs fournis par les légumineuses. En termes de GPJ, le pâturage d'herbe de Rhodes pure s'est révélé d'égale valeur en 1983-1984 avec le pâturage mixte d'herbe de Rhodes/Silverleaf, pour des raisons encore inconnues jusqu'à ce que l'analyse chimique nous renseigne mieux.

Le chiendent de Nlemfu, suivi de près par le panic Ntchisi, a fourni le plus grand nombre de jours de paissance malgré une production de fourrage inférieure à

Tableau 7. Gains de poids journaliers (GPJ), jours de paissance totaux, gains de poids vif totaux et matière sèche (MS) des fourrages offerts.

Pâturages	GPJ (kg/ha)	Jours de paissance (jours/ha)	Gains de poids totaux (kg/ha)	MS saisonnière totale du fourrage (TM/ha)
1982-1983				
Chiendent de Nlemfu	0,42[a]	1 628[a]	720[a]	11,45[a]
Panic Ntchisi	0,67[b]	1 451[ab]	916[b]	18,40[b]
Herbe de Rhodes (pure)	0,49[a]	1 340[b]	662[a]	11,33[a]
Herbe de Rhodes + Silverleaf	0,62[b]	1 184	669[a]	11,17[a]
1983-1984				
Chiendent de Nlemfu	0,61[a]	1 960[a]	911[a]	14,18[a]
Panic Ntchisi	0,67[b]	1 837[a]	950[a]	15,56[a]
Herbe de Rhodes (pure)	0,70[b]	1 177[b]	527[b]	14,61[a]
Herbe de Rhodes + Silverleaf	0,70[b]	1 165[b]	526[b]	14,71[a]

[a] Les chiffres d'une même colonne accompagnés de la même lettre ne diffèrent pas de façon significative, suivant le nouveau test multiple de Duncan en parcours naturels.

[b] Produit de la durée en jours de la saison de paissance et du nombre d'animaux en pâturage (expérimentaux et paissants).

celle de Ntchisi et comparable à celle de l'herbe de Rhodes, pure et en mélange avec desmodie Silverleaf. Le fait que les GPJ individuels aient été plus faibles avec le chiendent de Nlemfu qu'avec les autres pâturages confirme l'intervention de certains problèmes d'ingestion et de digestibilité imputables à cette graminée.

Herbages naturels renforcés de légumineuses

Des études préliminaires du projet 75/020 du PNUD/FAO ont signalé le rôle utile de Stylo guianensis cv. stylo Cook pour améliorer la production fourragère et la qualité des vastes parcours naturels pâturés, en particulier en saisons sèches comme celles de la zone écologique du Mzimba occidental, au nord du Malawi. Les gains de poids vif se sont maintenus à environ 0,25 kg par jour, par animal, de mai à novembre, soit pendant une période où les bestiaux maigrissent généralement (Van Empel, communication personnelle). On a donc essayé d'établir le potentiel optimal de charge de productivité de ces herbages renforcés de Stylosanthes (tableau 8).

On ne saurait trop insister sur les possibilités d'amélioration des parcours naturels à l'aide de légumineuses. La stylo Cook a pu éviter les pertes de poids vif dans une période où le groupe en parcours naturels non améliorés maigrissait, résultat attribuable à l'ingestion et à la digestibilité accrues de l'herbage renforcé de légumineuses.

Tableau 8. Gains de poids vif comparatifs dans des herbages à base de stylo et dans des pâturages naturels améliorés

Traitements	Gains totaux en kg par animal du 26/6/79 au 18/8/79[a]	Gain moyen journalier en kg par animal
Herbages à base de Stylosanthes	25,79	0,486
Non améliorés	-3,56	-0,067

[a] Pour un groupe de 13 bouvillons de 2 ans.

PRIORITÉS DES SECTEURS DE RECHERCHE À VENIR

Bien que la recherche déjà effectuée ait fourni jusqu'ici d'utiles informations, celles-ci ont surtout profité aux agriculteurs commerciaux qui ne détiennent que 4 % des quelque 0,87 x 10^6 têtes du cheptel national. La petite exploitation mixte sera l'objectif principal de la recherche durant les années 80. L'élaboration indispensable d'une technologie de recherche susceptible de relever le niveau de vie du petit cultivateur en améliorant la productivité de l'élevage figurera au premier plan des conceptions envisagées pour la réforme des régimes agricoles existants. L'intégration de pâturages améliorés dans la pratique agricole des producteurs mieux informés de bétail laitier et de boucherie sera l'une des premières priorités. Les semis à la dérobée d'espèces de pâturages améliorées dans le maïs, afin de mieux utiliser les résidus de la récolte durant la saison sèche, seront également au coeur de nos recherches.

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme 1955. Annual report of the Department of Agriculture for the year 1953/54. Zomba, Malawi, Department of Agriculture, Part II, 14 p.

1956. Annual report of the Department of Agriculture for the year 1954/55. Zomba, Malawi, Department of Agriculture, Part II.

1957. Annual report of the Department of Agriculture for the year 1955/56. Zomba, Malawi, Department of Agriculture, Part II, p. 38-40.

1958. Annual report of the Department of Agriculture for the year 1956/57. Zomba, Malawi, Department of Agriculture, Part II, 73 p.

1959. Annual report of the Department of Agriculture for the year 1957/58. Zomba, Malawi, Department of Agriculture, Part II, 73 p.

1960. Annual report of the Department of Agriculture for the year 1958/59. Zomba, Malawi, Department of Agriculture, Part II, p. 82-83.

1961. Annual report of the Department of Agriculture for the year 1959/60. Zomba, Malawi, Department of Agriculture, Part II, 159 p.

1975. Report on pasture/cattle research project/ODMA Research Project R2417 for 1971-75.

Boonman, J.G. 1977. The breeding of New Rhodes grass varieties in Kenya. Kitale, Kenya, National Agricultural Research Station.

Dzowela, B.H. 1978. Harvesting and management of the tall forage grass of the Pennisetum and Panicum species under the Lilongwe Plain conditions. Malawi, Ministry of Agriculture and Natural Resources, Research Report 1/7. (Non publié)

1984. An evaluation of new Rhodes grass (Chloris gayana Kunth.) cultivars in Malawi. Malawi, Ministry of Agriculture Research Bulletin. (Sous presse)

Dzowela, B.H. et Msiska, H.D.C. 1984. Buffel grass a promising pasture grass in Malawi. Malawi, Ministry of Agriculture Research Bulletin. (Sous presse)

Mott, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proceedings of the 8th International Grasslands Conference, 8, p. 606-611.

Thomas, D. 1973. Nitrogen from tropical pasture legumes on the African continent. Herb. Abstracts, 43, 34-39.

1976. Effects of close grazing or cutting on the productivity of tropical legumes in pure stands in Malawi. Tropical Agriculture Trin., 53, 329.

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT CONCERNANT LES PÂTURAGES EN ÉTHIOPIE

Lulseged Gebrehiwot et Alemu Tadesse

Institute of Agricultural Research, P.O. Box 2003
Addis Ababa, Ethiopia

Sommaire *L'Éthiopie est un pays agricole au climat diversifié, frais sur les hauts plateaux tropicaux, aride dans les plaines basses. Le cheptel du pays est le plus nombreux de toute l'Afrique. La plus grande partie de la population et des bestiaux vivent sur les hauts plateaux où l'on peut compter sur des pluies suffisantes. Les herbages naturels constituent la principale source de subsistance du bétail éthiopien, mais ils sont généralement insuffisants et de qualité médiocre. Dans la plus grande partie du pays, les animaux sont de ce fait sous-alimentés ou souffrent de malnutrition, cause principale de leur faible rendement.*

Pour remédier à cette pénurie d'aliments du bétail, on a fait l'essai, depuis une quinzaine d'années, de certaines sortes de graminées et de légumineuses dans diverses zones écologiques du pays. Plus de 20 espèces ont été sélectionnées, respectivement pour les hauts plateaux, les zones de moyenne altitude et les terres basses. Les espèces retenues donnent de meilleurs rendements et sont plus nourrissantes que les herbages naturels. Actuellement, les fermes d'État aussi bien que les paysans appartenant à des coopératives laitières utilisent l'avoine, la vesce, la betterave fourragère, l'herbe de Rhodes et la luzerne. Mais il n'existe pas encore de production importante de semences fourragères, ce qui affecte sérieusement le développement des superficies herbagères du pays.

La superficie totale de l'Éthiopie est de 122 x 10^6 hectares situés entre 3 et 18 degrés de latitude N. Le pays est généralement montagneux avec un haut plateau

central (1 800-3 000 m), et de vastes plaines au sud, au sud-est et au nord-est. Le climat très variable est déterminé en grande partie par le terrain montagneux et surtout par l'altitude. Les plateaux éthiopiens jouissent d'un climat presque tempéré, la température s'élevant rarement à plus de 25 °C, avec une pluviosité supérieure à 1 000 mm par an. À l'opposé, les terres basses enregistrent des températures élevées; les pluies sont irrégulières et atteignent rarement 700 mm annuellement. Ces conditions climatiques expliquent pourquoi la plus grande partie des terres cultivées et de la population agricole se trouve dans la région des hauts plateaux où la pluviosité est abondante.

L'économie de l'Éthiopie dépend avant tout de son agriculture dont la production représente environ 50 % du produit national brut (PNB). L'élevage et ses produits interviennent pour environ 35 % de cette production. L'effectif des bestiaux est évalué à 27×10^6 chèvres et moutons, 7×10^6 équidés et 1×10^6 chameaux. Les principaux produits du bétail ruminant sont le lait et la viande. Les bêtes à cornes jouent aussi un rôle important en agriculture, constituant la seule force motrice et de traction dont on dispose pour cultiver quelque 6×10^6 ha.

L'élevage est essentiel à l'économie du pays et l'apport qu'il fournit pourrait être plus considérable si son potentiel était mieux exploité. L'une des causes principales de sa faible productivité réside dans l'insuffisance des ressources alimentaires à sa disposition. Les ruminants vivent presque entièrement des pâturages naturels et des résidus des cultures. Durant plus de la moitié de l'année, la paissance souffre des conditions défavorables imposées par le caractère saisonnier des pluies et aussi par la surcharge des pâturages dans beaucoup de régions. Ce dernier facteur, notamment sur les hauts plateaux et au voisinage des points d'eau permanents, est un sérieux problème. Dans les terres basses, où les pâturages devraient être abondants, les longues périodes de sécheresse et le manque de points d'abreuvage sont des obstacles majeurs.

LES PÂTURAGES NATURELS EN ÉTHIOPIE

De façon générale, la culture de labour prédomine

là où les terres peuvent bénéficier d'une pluviosité moyenne dépassant annuellement 600 à 700 mm. Les meilleurs sols sont affectés aux plantes cultivées, tandis que les versants des collines et les endroits saisonnièrement trop humides servent de pâturages permanents. Dans les régions recevant en moyenne moins de 600 à 700 mm de pluie annuellement, le pastoralisme est largement pratiqué et la plupart des terres sont en herbages naturels, parfois associés à des boisés dans les endroits plus humides. Pour l'ensemble du pays, les zones pastorales couvrent environ 53 % de la superficie totale.

Bien que de telles étendues (65×10^6 ha) puissent paraître considérables, le rendement et la qualité du pâturage y sont faibles. Sur les plateaux, le rendement annuel est d'environ 1-2 tonnes de matière sèche par hectare (1 à 2 t MS/ha) dans les sols bien égouttés, plus ou moins stériles, et de 4 à 6 t/ha dans les sols fertiles saisonnièrement détrempés. Un essai de paissance à la Station de recherche d'Holetta (région des plateaux) indique que le pâturage naturel bien entretenu peut porter environ 2,5 à 3 unités d'élevage (UE) à l'hectare, de juillet à décembre (IRA 1981). Les pâturages communaux des mêmes régions portent beaucoup moins d'animaux. La capacité de charge des pâturages naturels dans les régions de moyenne altitude et les terres basses n'est que d'environ 1 UE/1-5 ha (FAO 1974). C'est la pluviosité qui a le plus d'effet sur le rendement des fourrages.

La diversité des climats de l'Éthiopie favorise la végétation naturelle de plusieurs espèces de graminées et de légumineuses de bonne valeur, selon les régions. Les hauts plateaux abondent en espèces diverses à pâturer, en particulier des légumineuses dont la proportion va en s'accroissant avec l'altitude. On y trouve un vaste assortiment de variétés annuelles ou vivaces de Trifolium et de Medicago. Aux altitudes moins élevées, les légumineuses indigènes sont moins abondantes et les graminées prédominent. Actuellement, le Centre international pour l'élevage en Afrique (ILCA) poursuit vigoureusement un programme de collecte et d'évaluation d'espèces indigènes de légumineuses.

PÂTURAGES CULTIVÉS ET RÉCOLTES FOURRAGÈRES

Espèces pour pâturages mises à l'essai

Au cours des 15 dernières années ont été introduites plusieurs espèces fourragères annuelles et vivaces dont on a fait l'essai dans différentes régions écologiques variant en altitude de 600 à 3 000 m au-dessus du niveau de la mer. Les résultats de la recherche et des essais d'implantation ont permis de retenir de nombreuses espèces pour les pâturages, recommandables pour les diverses conditions écologiques du pays. On en trouvera la liste dans le tableau 1.

Tableau 1. Espèces fourragères et pour pâturages recommandées pour divers environnements.

Principales zones	Espèces
Hauts plateaux (plus de 1 800 m)	Dactylis glomerata, Phalaris tuberosa, Phalaris arundinacea, Festuca arundinacea, Lolium perenne, Setaria sphacelata, Avena sativa, Beta vulgaris, Vicia dasycarpa, Vicia atropurpurea
Altitudes moyennes (1 000 - 1 800 m)	Chloris gayana, Panicum coloratum, Panicum maximum, Melinis minutiflora, Pennisetum purpureum, Cenchrus ciliaris, Zea mays, Sorghum sudanese, Sorghum vulgare, Sorghum almum, Lablab purpureus, Medicago sativa, Desmodium uncinatum, Leucaena leucocephala
Terres basses (moins de 1 300 m) généralement irriguées	Cenchrus ciliaris, Chloris gayana, Panicum maximum, Panicum coloratum, Pennisetum purpureum, Medicago sativa, Leucaena leucocephala

En règle générale, les espèces importées ont un rendement supérieur à celles que l'on rencontre dans les herbages naturels et leur valeur nutritive est également

plus élevée. De plus, la saison de végétation et celle du fourrage vert des pâturages cultivés sont plus longues que pour les pâturages naturels indigènes.

Bien que la liste soit longue des espèces que l'on pourrait implanter avec succès en Éthiopie, très peu d'entre elles ont été jusqu'ici adoptées en pratique. Au nombre des espèces déjà mentionnées dont on a fait l'essai et la sélection, citons l'avoine fourragère (Avena sativa), les vesces (Vicia dasycarpa) et la betterave fourragère (Beta vulgaris). Ces espèces introduites sur les hauts plateaux gagnent en faveur. Dans les régions de terres basses et de moyenne altitude, on cultive largement deux espèces, l'herbe de Rhodes (Chloris gayana) et la luzerne (Medicago sativa).

Dans les sols qui lui conviennent, le mélange avoine/vesce donne couramment des rendements supérieurs à 8 t MS/ha, et la betterave fourragère, 15 à 20 t MS/ha. Ces cultures se pratiquent maintenant dans les fermes laitières de l'État et chez les membres des coopératives de producteurs laitiers. Dans la région d'Arsi, grâce au programme dynamique de vulgarisation du Projet de développement rural d'Arsi (PDRA), les fermiers ont volontiers consenti à cultiver l'avoine et la betterave fourragère. Dans certaines régions des hauts plateaux, ils cultivent des variétés locales d'avoine à la fois pour leur nourriture et comme aliment du bétail. L'herbe de Rhodes et la luzerne se répandent dans les fermes de l'État, les stations de recherche et les régions de colonisation.

Implantation des pâturages

L'implantation d'un pâturage et de cultures fourragères exige pour réussir une excellente préparation du sol. En Éthiopie, la création de grandes étendues à pâturer est précédée d'au moins deux travaux préparatoires : labour et hersage. Dans certaines régions, et selon la nature du sol, des façons plus nombreuses seront nécessaires, notamment en beaucoup d'endroits des hauts plateaux. L'emploi d'engrais chimiques en ces occasions est encore peu fréquent en raison de leur prix élevé. Les fertilisants artificiels, comme les phosphates diammoniques, en quantités assez importantes ne sont encore utilisés de façon courante que dans les cultures fourragères des fermes d'État.

L'implantation de pâturages est relativement plus difficile sur les hauts plateaux que dans les régions basses plus humides et plus chaudes, surtout à cause de la nature défavorable des sols et des conditions climatiques, ainsi que de l'envahissement des mauvaises herbes pendant la saison humide. Sur les hauts plateaux, l'humidité excessive de certains sols, leur température relativement basse et un manque d'ensoleillement gênent l'implantation et le développement subséquent des pâturages (Haile 1983). On recommande d'ensemencer les futurs pâturages pendant la période des pluies légères de mars et avril, où les conditions d'environnement sont les plus favorables. Certaines années, cette période est trop brève et l'ensemencement a lieu au début de la saison des fortes pluies (en général juin). Les espèces fourragères annuelles comme l'avoine et la vesce se sèment généralement en juin, le maïs et le sorgho en avril et mai. Dans les plantations nouvelles, on combat habituellement les mauvaises herbes par un fauchage ou par écimage. Le procédé donne d'assez bons résultats surtout contre les herbes à feuilles étalées.

L'implantation de graminées et de légumineuses à irriguer exige des préparatifs plus compliqués. Le sol doit avoir une pente très uniforme et être irrigué avant la plantation pour faire germer les mauvaises herbes. Celles-ci, une fois levées, seront détruites à la herse rotative et l'on pourra ensuite ensemencer le champ.

Entretien et utilisation

Dans tout le pays, les prairies naturelles sont mal entretenues. La paissance exagérée et la surcharge ont gravement dégradé les sols et remplacé nombre de bonnes espèces par d'autres moins attirantes pour les animaux. La plupart des herbages pâturés à l'excès, en particulier sur les hauts plateaux, portent surtout du Pennisetum schimperi, herbe grossière, peu savoureuse, que le bétail ne consomme que faute de mieux. Dans certaines régions, la plante couvre parfois 80 % des sols, réduisant la production utile à une faible fraction de ce qu'elle devrait être (Blair 1970).

Le système actuel des pâturages communaux complique la limitation du nombre des animaux et il n'est guère surprenant que la paissance et la charge excessives des pâturages soient de pratique courante (Haile 1983).

L'information actuellement diffusée parmi les associations paysannes et les coopératives de producteurs a ouvert des possibilités nouvelles d'innovation, notamment en vue de remédier à une paissance extrême. Une foule d'associations paysannes ont entrepris d'affecter certaines terres à la récolte du foin et au pâturage. Dans les régions de recasement projeté et sous la direction de la Commission d'assistance et de réhabilitation (CAR), un plan d'utilisation du sol prévoit sa division en terres cultivables, en pâturages et en boisés.

En règle générale, les pâturages améliorés ne sont pas ouverts au bétail dès la première année. Cependant, dans les régions chaudes et humides du pays, les plantes de pâturages tropicaux, comme l'herbe de Rhodes, poussent très rapidement et l'on peut donc les faucher dès leur année d'implantation pour le foin ou l'ensilage. Sur les hauts plateaux, la végétation est moins active et nécessite une année d'implantation.

Ces herbages artificiels sont soit fauchés pour le foin ou l'ensilage, soit pâturés sur place. Certaines espèces comme l'herbe de Rhodes, les Panicums et la luzerne donnent d'excellents rendements. Avec des pluies suffisantes, on obtient fréquemment deux coupes dont la première, après la mi-juillet, est ensilée. À ce moment de la saison, le temps rend impossible la fenaison et c'est le regain qui est ensuite fauché pour le foin, parfois en octobre. Le rendement total des deux coupes est d'environ 10 à 12 t MS/ha. Après la fenaison, les herbages fournissent un pâturage abondant pendant deux mois environ (novembre et décembre). Dans les terres basses irriguées, la luzerne et l'herbe de Rhodes jouent un rôle très important. On peut fréquemment obtenir annuellement huit coupes de cette dernière et huit à dix de luzerne. Les rendements peuvent atteindre 45 à 55 t MS/ha/année, c'est-à-dire environ quatre fois plus que pour les régions dépendant de la pluviosité. Dans ces dernières, on recourt à la fois à la coupe du fourrage vert, au pâturage et à la fenaison.

Sur les hauts plateaux, on utilise beaucoup l'avoine et la vesce comme fourrage vert, comme foin et ensilage. Des petits exploitants, ayant constaté la valeur nutritive de ce mélange, en ont commencé la culture dans leurs champs. Le rendement annuel est de 6 à 10 t MS/ha. Une autre plante annuelle populaire et de

bon rendement dans les régions élevées est la betterave fourragère. On la sème généralement dans la période des pluies légères, ou l'on cultive les jeunes plants en pépinière pour les repiquer en place à la saison des pluies. En terrains fertiles et propices, les racines peuvent fournir 15 à 20 t de MS/ha. La conservation n'offre pas de difficultés, les betteraves pouvant rester sur le champ et être arrachées au fur et à mesure des besoins. Leur culture est particulièrement avantageuse pour les petits cultivateurs qui peuvent lui consacrer un lopin de terre.

Le maïs et le sorgho sont cultivés dans certaines fermes laitières de l'État et stations de recherche pour l'ensilage et comme fourrage vert. Dans les zones subhumides de moyenne altitude, les fanes de maïs et de sorgho fournissent un fourrage abondant mais de peu de valeur. La paille d'orge, de blé, de teff et les résidus de légumineuses à gousse (féveroles, pois, etc.) sont d'autres éléments importants des rations animales sur les hauts plateaux, durant la saison sèche.

Production de la semence

Tout programme visant à étendre les productions fourragères doit disposer d'un approvisionnement sûr en semences locales. En Éthiopie, malgré les vastes étendues que l'on pourrait consacrer au développement des pâturages et des plantes fourragères et à la production des semences, malgré aussi l'extrême diversité du climat, de l'altitude, des types de sols et des modes d'exploitation, la production des semences herbagères marque toujours un immense retard. L'une des raisons évidentes en est la pénurie ou l'impossibilité de se procurer les semences d'espèces désirables, ou les deux. Actuellement, l'Éthiopie ne peut produire les quantités de semences appropriées aux besoins de ses cultivateurs, et elle ne dispose pas encore non plus des techniques nécessaires à leur production intensive.

L'Entreprise des semences d'Éthiopie (ESE) a reçu le mandat national de fournir à l'agriculture les semences dont elle a besoin. Ses priorités actuelles, cependant, portent sur les semences de céréales, de légumineuses alimentaires et d'oléagineux. Elle n'a jusqu'ici accordé qu'un minimum d'intérêt aux semences fourragères telles que l'avoine et la vesce, et aucun aux semences

de pâturage. L'Institut de recherche agricole (IRA) et le PDRA se sont intéressés à la production des semences de diverses espèces, mais seulement dans les limites de leur programme, et ils n'en distribuent que de faibles quantités à quelques autres organismes d'État. De façon générale, la production des semences de plantes fourragères et à pâturage est encore dans l'enfance. Pour les grands projets d'aménagement des fermes d'État et des régions de colonisation, les semences nécessaires proviennent habituellement du Kenya ou d'Australie.

Autres aspects

Le Département de la conservation du sol et de l'eau (DCSE) du ministère de l'Agriculture, créé en 1981, a commencé à prendre en charge 2 % des 35 x 10^6 ha de terres fortement érodées exigeant des correctifs immédiats. L'une des techniques préconisées et déjà adoptées consiste à reconstituer la couche végétale du sol, et l'on encourage à cette fin l'emploi de diverses graminées, légumineuses rampantes, et légumineuses arbustives utilisées comme fourrages. Toutes ces espèces étant consommables, on espère que les propriétaires d'animaux voudront s'y intéresser. En 1983-1984, on a prévu la construction par le Département de 200 000 km de diguettes dont 40 000 seraient ensemencées en graminées et en légumineuses (ministère de l'Agriculture, Éthiopie 1984). On compte apporter ainsi une aide considérable à l'élevage, le fourrage produit devant appartenir à tous ceux qui voudraient le couper et l'emporter. Récemment, le Département a inauguré un programme de production de semences destiné à ses propres projets de revégétation, comportant des ententes contractuelles avec des paysans pour la multiplication de certaines semences recueillies dans des ranchs ou des endroits excluant les bestiaux.

Usage de l'information scientifique par les propriétaires de bestiaux

On assiste aujourd'hui à une expansion appréciable du nombre de coopératives laitières dans les régions de moyenne altitude et des hauts plateaux. Ces nouvelles entreprises élèvent en propriété communale des troupeaux de bétail croisé qui nécessitent une meilleure alimentation, suscitant ainsi un intérêt croissant pour l'amélioration des pâturages et des plantes fourragères.

L'avoine, la vesce, la betterave fourragère et, en certains cas, la luzerne et l'herbe de Rhodes sont cultivées comme fourrage vert ou pour le foin. De plus en plus on réclame des semences de ces espèces, sans qu'on puisse encore y répondre. Par contre, des agriculteurs indépendants n'adoptent que lentement les pratiques agricoles plus modernes et les espèces améliorées parce qu'ils s'attachent avant tout aux cultures vivrières et sont peu enclins à affecter d'autres terres et une main-d'oeuvre rare à la production de fourrages. La situation, ici aussi, se complique davantage à cause d'un manque de semences.

Dans la région d'Arsi, objet d'une vigoureuse campagne de vulgarisation, la réaction a été plus marquée. Ici, l'offre faite aux agriculteurs comprend l'achat de bétail croisé et l'exigence pour les bénéficiaires de disposer d'au moins un hectare de pâturage clôturé et en cultures fourragères (betterave, avoine ou vesce).

MÉTHODES DE RECHERCHE

Acquisition et sélection de plasma germinatif

Pendant les dix dernières années, plusieurs espèces de plantes fourragères et de pâturage pour les régions tropicales et modérées ont été importées d'Amérique du Sud et du Nord, d'Europe, d'Australie et de divers pays africains. En grande partie, ce matériel génétique nous est parvenu par l'entremise de l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) des Nations Unies. L'IRA a tenté à quelques reprises de recueillir des espèces indigènes prometteuses provenant de stations et de sous-stations de recherche. Actuellement, l'ILCA cherche à introduire une gamme d'espèces diverses et poursuit activement un programme de collecte et d'évaluation de spécimens indigènes, surtout de légumineuses.

Implantation

D'autres études agronomiques, par exemple sur les quantités de semences à utiliser ou l'époque des semis, devraient se poursuivre sur les variétés ou espèces prometteuses. Le procédé habituel d'implantation d'un pâturage est fastidieux et exigeant en main-d'oeuvre, surtout sur les hauts plateaux. Des procédés moins

coûteux pourraient se révéler plus attrayants pour les cultivateurs, par exemple les semis en culture dérobée et les sursemis. Des essais de culture dérobée ont eu lieu dans la région des hauts plateaux et dans la zone de moyenne altitude avec les meilleures plantes vivrières et fourragères adaptées à ces régions. Sur les hauts plateaux (Station de recherche de Holetta), on a semé la luzerne, des trèfles annuels, la fétuque élevée, l'ivraie vivace, des Setaria et Phalaris tuberosa en culture dérobée dans le blé et l'orge. Céréales et espèces fourragères ont été semées en même temps et tout le sous-semis s'est bien implanté, sauf pour la luzerne, et l'on n'a constaté aucune réduction significative du rendement des céréales. De façon générale, les espèces fourragères se sont beaucoup mieux implantées avec le blé qu'avec l'orge (IRA 1982, 1983). Comme le recours à la jachère est une pratique courante sur les hauts plateaux, la culture dérobée d'espèces fourragères dans des céréales pourrait remédier sensiblement au manque de provendes dans ces régions.

Dans les zones de moyenne altitude, on a semé en sous-culture dans du maïs Desmodium, ambérique, herbe de Rhodes, Panicums et Cenchrus après un premier sarclage du maïs. Presque toutes les espèces se sont bien implantées, sans diminuer le rendement du maïs. Chloris gayana et Desmodium, en particulier, ont bien réussi et se sont maintenues durant les années suivantes. Une expérience semblable dans une région à faible pluviosité (moins de 700 mm annuellement) a échoué.

Un autre procédé important d'implantation de certaines graminées vivaces est l'utilisation d'éléments végétatifs. Certaines espèces pour les régions tempérées s'implantent très difficilement sur les hauts plateaux, surtout dans les sols détrempés. On a donc effectué des essais comparatifs d'implantation de diverses espèces dans ces zones à l'aide de semis et de fragments de racines dont, notamment, deux cultivars de Phalaris tuberosa, soit Australia et Sirocco, Lolium perenne, Festuca arundinacea, Phalaris arundinacea, Setaria sphacelata et Trifolium tembense. P. tuberosa, Sirocco, L. perenne et T. tembense se sont bien implantées à partir de semences mais ne se sont pas maintenues les années suivantes. Quant aux autres espèces, la propagation par fragments de racines a mieux réussi, sans exiger un sol aussi bien préparé et autant de soins,

notamment de désherbage. Festuca, P. arundinacea et Setaria s'adaptent parfaitement aux sols détrempés et se propagent facilement à l'aide de fragments de racines.

Pour améliorer la composition et la valeur nutritive des pâturages naturels dégradés, on a essayé des sursemis de graminées et de légumineuses dans les régions élevées et dans celles de moyenne altitude. On a pu constater que les vesces (Vicia dasycarpa et V. atropurpurea) ainsi que les trèfles indigènes s'implantent bien dans les régions élevées et que Chloris et Siratro pourraient aussi répondre à ce procédé. Dans tous les cas, le sursemis doit s'effectuer avant le début de la saison pluvieuse et, si possible, sur un sol légèrement travaillé plutôt que directement sur le gazon existant (IRA 1982).

Méthodes agronomiques

Les pâturages améliorés se détériorent très vite si on ne leur apporte pas les soins nécessaires en extirpant notamment les mauvaises herbes annuelles qui ont tendance à les envahir rapidement. L'épandage d'engrais azotés sur les herbages de graminées pures en prolonge la production. À moins que les pâturages ne soient fauchés ras une fois l'an et ne reçoivent environ 50 kg d'azote à l'hectare, leur rendement ira en décroissant d'année en année. Nous ne disposons que de très peu d'information sur les pâturages à base d'espèces importées, en particulier dans les régions tempérées, concernant leur qualité et le nombre de bestiaux qu'ils peuvent porter. L'herbe de Rhodes (Chloris gayana), qui prospère remarquablement bien lorsque la pluviosité est suffisante, peut entretenir jusqu'à 6 UE/ha durant la saison humide.

Production de semences

Malgré les réussites actuelles, il n'existe que peu d'information en Éthiopie sur la production des semences de pâturages et de plantes fourragères et on ne lui a accordé que peu d'attention malgré de nombreuses demandes. Beaucoup d'espèces qui croissent en Éthiopie n'ont pas de difficultés de floraison et de grenaison. Le tableau 2 indique les rendements en semences pour le pays. On en récolte parfois de petits lots dans les parcelles expérimentales et dans les parties de champs

Tableau 2. Rendement en semences des espèces pour pâturages et fourragères

Espèces	Rendement en semences (kg/ha)
Avoine	1 500 - 3 000
Vesce	500 - 1 000
Betterave fourragère	400 - 600
Leucaena	1 500 - 2 600
Luzerne	300 - 400
Desmodium	200 - 400
Herbe de Rhodes	200 - 250
Trifolium sp.	200 - 300
Dactyle pelotonné	100 - 150
Soudan/Colombus	600 - 800
Panicum sp.	150 - 200

laissés à eux-mêmes. Des recherches préliminaires avec la vesce indiquent que l'on pourrait en accroître les rendements en supportant les plants par des châssis ou des clôtures, et obtenir ainsi plusieurs récoltes.

Utilisation

En Éthiopie, le bétail s'alimente surtout en pâturage. Cependant, l'on ne connaît pas la valeur pastorale des régions ni celle des espèces améliorées des hauts plateaux et des parcours naturels; il n'existe donc aucune méthode systématique d'utilisation des zones pastorales. En règle générale, les bestiaux y paissent toute l'année; parfois une partie du terrain est réservée pour le foin, qui possède lui-même peu de valeur nutritive. D'après des essais de paissance sur le plateau central, un bon moyen d'utiliser les pâturages semble être d'en charger plus fortement une partie (3 à 4 UE/ha) durant la saison humide et de conserver le reste pour le foin. Celui-ci sera habituellement fauché en octobre et servira ensuite de supplément pendant la saison sèche, vers décembre, lorsque les bêtes commencent à maigrir. Quel que soit le taux de charge, le bétail en pâture maigrit inévitablement à cette époque à cause de la mauvaise qualité du foin sur pied.

La plupart des nouvelles espèces importées et

recommandées conviennent pour le pâturage, le fanage ou l'ensilage. Le manque d'expérience et de machinerie restreint la préparation de l'ensilage aux stations de recherche et aux fermes d'État. Les plantes les plus fréquemment ensilées sont le maïs, le sorgho, les mélanges avoine/vesce et, parfois, l'herbe de Rhodes et même l'herbe naturelle. La luzerne, avoine/vesce et leucaena sont très souvent récoltées comme fourrage vert. Les informations concernant l'amélioration des pâturages et l'évaluation de ses effets sur les productions animales (viande, lait, etc.) sont peu nombreuses et la nécessité d'études plus poussées s'impose dans ce domaine.

SECTEURS PRIORITAIRES DE LA RECHERCHE À VENIR

Considérant la somme d'information dont nous disposons sur la recherche et le développement des pâturages en Éthiopie, les secteurs suivants réclament un supplément d'études :

Nous avons souligné que l'un des principaux obstacles au développement des ressources fourragères est le manque de semences des bonnes espèces. Les recherches doivent donc porter d'abord sur les endroits les plus propices à leur production ainsi que sur les techniques agronomiques à appliquer. La reconnaissance d'endroits appropriés ne devrait pas présenter de difficultés puisqu'on dispose déjà de 117 endroits où s'effectuent des essais d'adaptation sous le patronage du ministère de l'Agriculture, outre ceux de l'IRA et de l'ILCA.

. La mise au point de techniques peu coûteuses d'implantation encouragerait les agriculteurs à améliorer leurs ressources fourragères. Les études concernant les semis dérobés, les sursemis, etc., doivent être poursuivies, étendues et raffinées en fonction des différentes régions écologiques et la diversité des pratiques agricoles.

. Les renseignements sur l'économie des pâturages améliorés font sérieusement défaut. Les espèces fourragères recommandées devront être évaluées en fonction des rendements en viande, lait, etc., qu'on peut en attendre, et l'on devra concevoir des méthodes rentables d'alimentation du bétail. Ce genre de recherche peut le

mieux s'effectuer dans les fermes d'État qui possèdent déjà la plupart des moyens nécessaires.

. Le climat de l'Éthiopie est très varié et produit donc une quantité d'espèces fourragères naturelles différentes. La collecte et l'évaluation de ces végétaux indigènes serviront utilement à des projets futurs de développement et d'amélioration des pâturages bien adaptés aux conditions locales de sol et d'environnement. Actuellement, l'ILCA poursuit un programme de collecte et d'évaluation des espèces naturelles, mais un effort s'impose à l'échelle nationale et doit s'étendre aux diverses zones écologiques. Comme l'IRA possède des stations de recherche dans certaines des zones les plus importantes, la collecte ne devrait pas offrir de difficulté.

. On a souligné l'importance primordiale des pâturages naturels pour l'alimentation du bétail. Devant la détérioration tant qualitative que quantitative de cette ressource, on devrait mettre sur pied un programme d'aménagement et d'amélioration des pâturages dans les régions d'élevage. Des progrès ont déjà été réalisés grâce à l'IRA et à l'ILCA, mais d'autres programmes similaires s'imposent.

. Les légumineuses fourragères sont une source précieuse d'aliments du bétail, et fixent également dans le sol des quantités appréciables d'azote atmosphérique. L'Éthiopie compte un certain nombre de légumineuses bien adaptées, de provenance étrangère ou indigène. Cependant, jusqu'à présent, on n'a pas effectué d'études concrètes permettant d'évaluer le potentiel des plus prometteuses d'entre elles et on ne les a pas encore introduites dans les systèmes culturaux. Des recherches en ce sens ainsi que la création d'un laboratoire microbiologique des sols pouvant reconnaître et produire les souches de rhizobium se révéleraient d'une grande utilité.

BIBLIOGRAPHIE

Blair, I.J. 1970. Final Report. Addis Ababa, Ethiopia, Institute of Agricultural Research (IAR).

FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture). 1974. International Scheme for the

Coordination of Dairy Development. Rome, Italy, FAO, p. 10-12.

1981. International scheme for the coordination of dairy development and international meat development scheme. Report of Ethiopia 27 May - 28 June 1980. Rome, Italy, FAO, p. 67-71.

Haile, Astatke. 1983. Ecological factors influencing pasture growth and plant selection criteria in the Central Highlands of Ethiopia. Ethiopian Journal of Agricultural Science, 5, 50-63.

IAR (Institute of Agricultural Research). 1981. Animal Science, Forage and Range Management Department Progress Report April 1980 to March 1981. Addis Ababa, Ethiopia, IAR, p. 60-61.

1982. Animal Science, Forage and Range Management Department. Progress Report April 1981 to March 1982. Addis Ababa, Ethiopia, IAR, p. 60-64.

1983. Animal Science, Forage and Range Management Department. Progress Report April 1982 to March 1983. Addis Ababa, Ethiopia, IAR. (Non publié).

Ministry of Agriculture, Ethiopia. 1984. Ethiopian Livestock Sub-Sector Review. Feeds and Forage Project. Main Report. Addis Ababa, Ethiopia, Ministry of Agriculture.

RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES AU BURUNDI

Gaboryaheze Astère

Rukoko Station, Institut des sciences agronomiques du Burundi (ISABU), B.P. 795, Bujumbura, Burundi

Sommaire *La recherche sur les pâturages au Burundi s'attache spécialement à l'introduction et à la sélection de quelques espèces dans les différentes régions écologiques. Seteria sphacelata peut s'adapter au plateau central, tandis que S. splendida convient aussi bien au plateau central qu'aux altitudes plus élevées. Tripsacum laxum et Pennisetum purpureum s'adaptent à des conditions écologiques fort diverses : hautes altitudes, plateau central ou régions de plaine. On a mis au point les techniques agronomiques appropriées à ces espèces.*

Au Burundi, comme en d'autres pays de l'Afrique orientale et australe, l'élevage du bétail dépend avant tout des pâturages naturels dont il peut disposer. La population humaine ne cessant d'augmenter, les superficies ouvertes à l'agriculture et à l'élevage vont non seulement en diminuant par rapport à la population mais subissent, en outre, une détérioration graduelle. Il devient ainsi de plus en plus difficile d'alimenter le cheptel, tout particulièrement pendant la saison sèche.

Diverses techniques d'amélioration des pâturages et des parcours naturels, telles que la division en enclos, la paissance en rotation, la suppression des feux de brousse, la fenaison et des taux de charge optimums, peuvent contribuer à l'amélioration qualitative et quantitative des pâturages et permettre aux troupeaux locaux de survivre aux saisons sèches. Ces techniques, cependant, sont insuffisantes pour permettre un accroissement significatif de la production. Aussi, le gouvernement du Burundi a-t-il décidé d'acquérir le plasma germinatif d'espèces fourragères adaptables aux différentes altitudes qu'on rencontre dans ce pays (de 775 m

au lac Tanganyika à 2 200 m sur les hauts plateaux). Le Burundi a importé des semences et des clones d'espèces pour pâturages d'autres régions ayant les mêmes conditions climatiques. Le choix des souches a tenu compte également du potentiel de rendement et de celles ne nécessitant pas de préparation mécanique du sol.

ÉTAT ACTUEL DE LA RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES

Au nombre des graminées évaluées, quatre seulement se sont révélées adaptables et d'une bonne valeur nutritive : Tripsacum laxum, Pennisetum purpureum, Setaria splendida et Setaria sphacelata. On en a observé l'implantation et le rendement dans les diverses zones écologiques et d'après les altitudes. Les quatre graminées étudiées se divisent en deux groupes d'utilisation : les plantes fourragères (T. laxum et P. purpureum) et les plantes de pâturages (S. splendida et S. sphacelata). Elles ont été soumises à des pratiques culturales intensives et extensives et il semble bien que, comme plantes fourragères, elles se prêtent à diverses techniques agronomiques.

P. purpureum pousse rapidement et tend à émettre beaucoup de tiges. On doit donc le récolter fréquemment pour en obtenir un fourrage à coefficient élevé de digestibilité et de protéine brute. Le fourrage peut être ensilé ou consommé en stabulation. Les semis d'herbe à éléphant ne se maintiennent pas plus de deux ans sans irrigation dans les terres basses. Sur les hauts plateaux, ils durent de nombreuses années et on la plante également sur les pentes, pour empêcher l'érosion.

Les espèces de sétaire s'adaptent aux conditions du plateau central et à celles des terres hautes. S. sphacelata réussit mieux dans les premières et S. splendida dans les deuxièmes. Les sétaires peuvent être pâturées sur place ou consommées à l'état de foin. Comme l'herbe à éléphant, on peut les cultiver en courbes de niveau, contre l'érosion. On a constaté en outre que T. laxum et P. purpureum ont des taux très élevés de régénération et émettent facilement de nombreuses talles. Les sétaires fleurissent et viennent à graine, tandis que P. purpureum fleurit couramment mais ne donne qu'une mauvaise semence.

Préparation des pâturages

Les quatre graminées demandent la même préparation mécanique du sol jusqu'à 30 cm de profondeur, au tracteur ou avec des bêtes de trait, à l'aide du rotoculteur (facultatif) ou d'un hersage en croisé. Sans mécanisation, la préparation comprendra un nettoyage du terrain qui sera ensuite scarifié à 30 cm de profondeur, avec enfouissement de la couche organique superficielle.

Fumier de ferme

Pour la culture intensive en sol peu fertile, celui-ci devra recevoir 40 t/ha de fumier avant d'être ensemencé en T. laxum, P. purpureum et S. sphacelata. L'application du fumier peut se faire en deux fois : d'abord 20 t/ha dans le cas de T. laxum et de P. purpureum et les 20 tonnes restantes après l'implantation. Les sétaires peuvent être plantées dans une culture-abri de maïs qui aura d'abord reçu 30 t/ha de fumier, auxquelles on ajoutera les 10 tonnes restantes à la plantation des sétaires. Le fumier, a-t-on observé, améliore l'implantation et le rendement des graminées. T. laxum stolonifère et P. purpureum se plantent à 15-20 cm de profondeur et 50 x 50 cm d'espacement, soit une densité d'environ 40 000 plants à l'hectare. On recommande de laisser aux rhizomes au moins trois nodes, dont deux enterrés. La plantation doit s'effectuer en sol très humide. On emploie plus fréquemment des fragments végétatifs que la semence pour la propagation des sétaires.

L'expérience indique qu'au Burundi l'herbe à éléphant ainsi que l'herbe du Guatemala doivent être mises en terre avant le 15 janvier et pour les sétaires, au début de mars. Les semis doivent être terminés pour le commencement d'avril. On doit s'en tenir à ces dates pour que les plants reçoivent assez de pluie et développent leur système végétatif et radiculaire avant la saison sèche.

Soins culturaux

T. laxum et P. purpureum doivent être sarclés contre les mauvaises herbes, un mois après la plantation et une autre fois à la fin de la saison des pluies (la saison sèche débute en juin). Au cours des années

suivantes, on sarclera trois fois, la première au début des pluies (octobre-novembre), la deuxième à la mi-saison (mars) et la troisième à la fin des pluies (juin). Pour éviter le désherbage, on peut couvrir l'intervalle des rangs de 15 à 20 cm d'épaisseur d'un paillage qui aura pour effet de retarder la levée des mauvaises herbes. Cependant, l'on ne dispose souvent pas de matériaux suffisants.

Rendements

On a relevé les rendements (matière verte à l'ha pour deux coupes par an) en différentes régions : a) T. laxum a produit 50 à 60 t/ha de matière verte dans les régions de faible altitude, 40 t/ha aux altitudes élevées et 35 t/ha sur le plateau central; b) P. purpureum a donné 70 t/ha dans les régions basses, 50 à 60 t/ha dans les régions élevées et 40 t/ha sur le plateau central; c) les rendements de S. splendida et S. sphacelata ont été de 35 à 40 t/ha dans les hautes altitudes et de 50 t/ha sur le plateau central. Il semble que T. laxum et P. purpureum soient plus productifs aux altitudes moins élevées que dans les régions hautes, sans doute à cause des températures plus chaudes qui leur sont favorables.

La répartition des récoltes indique que T. laxum a maintenu une production constante durant ses quatre années d'observation. P. purpureum n'a de rendement stable que dans les régions du plateau central et sa production va en diminuant avec l'âge dans les régions à basse et haute altitudes. Les sétaires produisent généralement de façon constante durant les trois premières années, pour décliner sensiblement par la suite.

Pour conclure, P. purpureum semblerait être la graminée la plus utile, mais comme sa production de matière verte diminue à la longue, on doit échelonner les plantations d'époque en époque dans un même champ afin de maintenir une production globale soutenue. Cette condition ne s'applique pas à T. laxum. La durée de plantation des deux sétaires peut atteindre trois années, après quoi leur résistance à la paissance en fera d'excellents pâturages.

Compatibilité avec les légumineuses

P. purpureum peut aisément être associé à des légumineuses vigoureuses tolérant bien la compétition, telles que Pueraria phaseoloides, Centrosema pubescens et Desmodium intortum. La valeur nutritive de ces mélanges est très satisfaisante et supérieure à celle des graminées pures. Dans les régions élevées, on a cultivé D. intortum en culture intercalaire avec S. splendida et S. sphacelata. Ce mélange a produit en vert 20 % de plus que la sétaire pure. La teneur en protéine brute du mélange a également augmenté, atteignant 6,7 % comparativement à 5,6 % pour les graminées pures. On a utilisé un mélange de Vicia sativa/ S. splendida dans une des régions de hautes altitudes. Il n'a pas augmenté la quantité de matière verte, mais le fourrage avait une grande valeur nutritive.

Effets de la sécheresse et du froid

T. laxum résiste bien à la sécheresse, mais P. purpureum réclame plus de pluie. Après une gelée nocturne en août en régions élevées (-6,9 °C au niveau du sol), on a observé que 5 % des sétaires, 20 % de P. purpureum et 70 % de T. laxum avaient souffert du gel.

S. splendida, qui est native des hautes altitudes, est la plus résistante au gel, suivie d'assez loin par P. purpureum. T. laxum, habitué aux altitudes moins élevées et aux régions humides de l'Amérique centrale, est naturellement le plus exposé.

La rotation comme moyen de combattre Pseudomonas solanacearum

T. laxum, P. purpureum ainsi qu'une jachère de S. splendida peuvent servir de moyen biologique pour combattre la flétrissure bactérienne de la pomme de terre causée par Pseudomonas solanacearum; l'intervalle entre deux récoltes consécutives de pommes de terre est assez long pour rompre le cycle de l'infestation bactérienne.

Distribution aux agriculteurs

Le ministère de l'Agriculture et du Développement

de l'élevage a propagé les cultures des graminées dans divers centres régionaux, la semence étant ensuite distribuée aux propriétaires de bestiaux pour qu'ils ensemencent chacun une parcelle d'environ 0,5 ha. L'intention des pouvoirs publics est de permettre aux agriculteurs de produire les aliments nécessaires à leurs animaux durant la période sèche où le pâturage fait défaut. Les autorités voulaient aussi décourager les migrations du bétail qui se pratiquent à cette époque en fournissant aux éleveurs des espèces fourragères pouvant se faucher et constituer une réserve en vue des pénuries saisonnières d'aliments du bétail.

ÉTUDE DES ESPÈCES RÉCEMMENT INTRODUITES

Le Burundi attache beaucoup d'importance à la résistance des graminées et des légumineuses à la sécheresse. De nouvelles espèces ont été introduites dont l'Institut des sciences agronomiques du Burundi (ISABU) a ensuite suivi le comportement. On mentionnera parmi les graminées : Cenchrus ciliaris, Cenchrus setigerus, Andropogon gayanus, Eragrostis curvula, Panicum coloratum, et parmi les légumineuses : Stylosanthes guianensis, Mucuna utilis, Lablab purpureus. Après quelques années d'expériences, on a retenu trois espèces : C. ciliaris, P. coloratum et S. guianensis, actuellement sous observation à l'ISABU.

Cenchrus ciliaris

Le genre Cenchrus convient aux régions tropicales à pluies saisonnières et longue période sèche. On le rencontre dans les terres basses et chaudes du pays où les précipitations varient de 350 à 1 000 mm par an. La plante préfère les sols légers et biens égouttés.

À cause des piètres facultés germinatives de Cenchrus, le semis direct dans le champ s'est révélé le procédé le plus pratique d'implantation pourvu que l'on dispose de grosses quantités de semences. Plus de 70 % des glomérules ne contiennent pas de graine. Dans les régions de faibles altitudes, Cenchrus fleurit abondamment et il est facile de le récolter à la main. Cependant, on doit conserver la semence pendant un an, au moins, pour interrompre la dormance. Les quantités à semer dans ces régions sont de 15 kg/ha pour les semis

en lignes, et de 25 kg/ha pour les semis à la volée. Avec des précipitations suffisantes, la semence germe après une semaine. C. ciliaris préfère les sols sablonneux légers, sables blancs et terres sablo-argileuses rougeâtres des basses altitudes. Les semis à la volée donnent de bons résultats pourvu qu'on ne ménage pas la semence et que le terrain ait été bien préparé.

Les façons culturales doivent comprendre l'élimination de toutes les mauvaises herbes, surtout la première année où l'on doit pouvoir obtenir un peuplement dense et homogène de fourrage.

Cenchrus peut être pâturé, fauché et fané, ou ensilé. Comme ces modes de conservation sont coûteux, C. ciliaris est surtout utilisé comme pâturage, en particulier en saison sèche. Il est en effet l'une des rares graminées qui reste verte pendant la majeure partie de l'année.

Dans les régions de faible altitude, les rendements varient de 10 à 12 t/ha de fourrage vert dès la première année. On estime que la production annuelle en vert du Cenchrus pourrait se maintenir entre 7 et 8 t/ha pendant environ cinq ans.

C. ciliaris s'est révélé jusqu'à présent la graminée la plus appropriée aux régions sèches à faible altitude. Ses qualités principales sont sa résistance à la sécheresse, sa sapidité et la vigueur de sa végétation qui lui permet de concurrencer les autres espèces pendant la période d'implantation. Il produit une abondance de semences faciles à récolter, et convient bien aux semis en lignes. Son principal inconvénient est le peu de viabilité de la semence et sa sensibilité à la brûlure (pour la production de semences fertiles).

Panicum coloratum

P. coloratum s'adapte aux climats tropicaux et subtropicaux ayant des précipitations annuelles de 500 à 1 200 mm. Il peut survivre à la longue saison sèche des régions basses. Son habitat préféré est les terres fortes, humides et fertiles.

Théoriquement, P. coloratum peut s'implanter par semis, mais comme la production de semences est à peu

près inexistante dans les régions basses du Burundi, on utilise largement des fragments végétatifs. La propagation par ce procédé est cependant lente, la plantation d'un hectare nécessitant cinq hectares de pépinière.

Plusieurs désherbages s'imposent contre la végétation adventice, P. coloratum se défendant mal contre les mauvaises herbes. On ne devrait pas non plus le faire pâturer prématurément parce qu'il ne s'implante que lentement et les animaux pourraient aisément l'arracher. P. coloratum peut être fané ou ensilé mais, au Burundi, il ne sert qu'en pâturage.

Malgré certaines quantités, P. coloratum Makarikariensis ne peut être recommandé à cause d'assez nombreux défauts : il est improductif durant la saison sèche, peu résistant et exige de fréquents désherbages; les boutures, lentes à s'enraciner, s'arrachent facilement sous la dent du bétail. Et dans les conditions propres au Burundi, il est difficile d'en obtenir des semences.

Stylosanthes guianensis

L'introduction de S. guianensis dans les savanes de l'Est remonte à 1953, et à 1970 dans les régions basses où elle a servi à relever la valeur nutritive des pâturages naturels pauvres en légumineuses. À 1 200 m d'altitude, au Mosso, Stylosanthes s'est bien adaptée aux conditions climatiques et son comportement est excellent. Depuis 1982, cependant, l'anthracnose restreint beaucoup la croissance de l'espèce et des études se poursuivent pour y porter remède.

Priorités de la recherche pour les régions de faible altitude

Dans les régions de faible altitude, les précipitations peu abondantes (moins de 800 mm) et la prédominance des sols sablonneux sont autant de facteurs limitatifs. Pour des conditions de ce genre, on devra rechercher des cultivars résistants à la sécheresse, adaptés à des sols peu fertiles et à des méthodes de propagation qui en permettraient l'implantation en terres sablonneuses.

Depuis la fondation de la station de Rukoko, on a introduit plusieurs lignées de S. guianensis. Les types australiens n'ont pas semblé s'adapter aux conditions de semi-aridité des régions basses. Présentement, l'unique variété prometteuse serait celle provenant de la station de Mosso (station de l'ISABU à l'altitude de 1 200 m). Ce type est cependant, semble-t-il, un mélange de divers cultivars dont le "code" a ressorti en raison de sa résistance à l'anthracnose.

La méthode d'implantation de la Stylosanthes dans les régions de faible altitude consiste en un labour et un hersage des champs naturels suivis de l'ensemencement en lignes ou à la volée avec Brachiaria ruziziensis.

À la station de Mosso de l'ISABU, l'implantation s'effectue par semis à la volée de la Stylosanthes sur les pâturages naturels, suivi d'un brûlis, sans autre travail du sol. La méthode du brûlis est rapide et économique : le feu interrompt la dormance de la graine et en favorise la germination. Dans les cas où les brûlis sont interdits, on utilisera de préférence le traitement à l'eau chaude.

On devra tenir compte du rapport existant entre le sol, le fourrage, le bétail, les travaux aratoires et l'importance économique de la plante. Bien que la Stylosanthes fruticosa se soit bien comportée aux altitudes basses, elle n'est pas très appréciée par le bétail. S. guianensis, d'autre part, l'est bien mais malheureusement s'adapte mal à la région.

PRIORITÉS ET STRATÉGIES DE RECHERCHE

L'un des principaux objectifs de notre recherche est l'étude des graminées et des légumineuses indigènes, et l'amélioration des pâturages naturels par l'introduction d'espèces pouvant convenir aux différentes régions. À cette fin, des études sont en cours dans trois zones où les effectifs du bétail sont en augmentation ou devraient s'accroître prochainement, selon les prévisions.

Les études portent d'abord sur l'aménagement rationnel des pâturages (utilisation adéquate, paissance planifiée et division en enclos) suivi de l'introduction

de graminées de haute valeur nutritive et de légumineuses pouvant constituer de bons mélanges avec elles.

Pour 1984-1985, on prévoit l'installation de quatre fermes de semences dans quatre stations de recherche agricole et vétérinaire situées dans les diverses régions géographiques du Burundi. Les semences seront surtout, pour les graminées, de : B. ruziziensis, C. ciliaris, Panicum maximum, Sorghum sudanese, T. trianda, et pour les légumineuses, de : D. intortum, Leuceana leucocephala, S. guianensis, Mucuna sp. et V. sativa.

Un service d'inspection sanitaire sera créé et l'on procédera à des tests réguliers de germination. Les techniques de production de semences se développeront progressivement.

L'introduction d'arbres, de buissons et de haies pouvant servir de fourrages retiendra également l'attention. Mentionnons à ce sujet Prosopis chilensis, L. leucocephala, Chamaecytisus proliferus, Desmanthus virgatus, Medicago arborea, et bien d'autres espèces. On établira également des pépinières pour la production de plants, incluant les diverses espèces correspondant aux expériences poursuivies et aux arrivages des semences commandées.

ÉTAT DE LA RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES À MADAGASCAR

J.H. Rasambainarivo, R. Razafindratsita et M. Rabehanitriniony

Département de recherches zootechniques et vétérinaires,
B.P. 4, Antananarivo 101,
Madagascar

Sommaire *Les Malgaches sont parmi les plus grands consommateurs de viande de boeuf en Afrique. Les bestiaux les plus répandus sont les zébus élevés sur les pâturages naturels, et des bovins laitiers améliorés que l'on trouve sur les hauts plateaux. Les nouvelles espèces à pâturer que l'on a introduites sont au nombre de soixante-douze, dont quatre extensivement cultivées. L'implantation de pâturages semble plus facile à l'état de peuplements purs plutôt qu'en mélanges. Des essais révèlent que la production animale est élevée dans les prairies de graminées ainsi que dans celles à base de légumineuses durant la saison des pluies et la première partie de la saison sèche. La recherche à venir s'attachera surtout au secteur de la petite exploitation laitière et à l'élevage en pâturage des génisses et du jeune bétail zébu.*

La consommation annuelle de boeuf à Madagascar est de 14,65 kg par tête (MDRRA 1980). Ce qui place les Malgaches parmi les plus gros consommateurs de viande en Afrique et, d'autre part, fait ressortir l'importance de l'élevage du bétail dans les abondants pâturages naturels, malgré certaines déficiences du côté de la sélection. Les recherches se poursuivent depuis les 20 dernières années pour améliorer l'affouragement des ruminants. Cette communication résume les résultats obtenus des expériences et propose les priorités de la recherche à venir.

Madagascar est une île située entre les 11^{e} et 25^{e} degrés de latitude S. Sa superficie totale est

d'environ 587 000 km^2. Les principales régions d'élevage des bovins sont les secteurs Ouest et Sud, comprenant les hauts plateaux.

Le climat présente deux saisons : celle des pluies qui débute en novembre, suivie de la saison sèche qui commence entre avril et juin et se poursuit durant six à huit mois. Les précipitations annuelles varient de 400 à 2 000 mm. La végétation se compose principalement d'herbages parsemés de zones boisées.

Le bétail qu'on rencontre le plus à Madagascar est le zébu dont on évalue le nombre à 10 281 000 bêtes. On compte aussi quelque 1 730 000 chèvres et 795 000 moutons (MPARA 1982). Ces bestiaux produisent surtout de la viande, mis à part leur rôle social important. On trouve, sur les hauts plateaux et dans les régions du Moyen-Ouest, 60 000 têtes de bétail laitier de types européens.

Les herbages naturels malgaches sont caractérisés par leur vaste étendue. On peut les classer en quatre catégories qui sont : a) les herbages de l'extrême ouest composés principalement de Hyparrhenia rufa, Heteropogon contortus et Chrysopogon serrulatus. b) Plus au sud les espèces les plus fréquentes sont H. contortus et Cenchrus ciliaris. c) Dans la région communément appelée Moyen-Ouest, les espèces les plus typiques sont H. rufa et H. contortus. d) Dans les pâturages des hauts plateaux dominent Aristida rufescens, Ctenium concinnum et Loudetia simplex.

Dans les pâturages naturels, les gains annuels en poids vif du zébu varient de 40 à 70 kg (Granier et al. 1968; de Reviers 1970). La période de développement coïncide avec la saison des pluies. Les gains peuvent atteindre 50 à 120 kg par tête, mais être suivis d'une perte de 20 à 60 kg durant la saison sèche. La mortalité est élevée parmi les jeunes sujets (de Reviers 1970).

Les pâturages améliorés sont concentrés dans le Moyen-Ouest et sur les hauts plateaux où l'on élève le bétail laitier. Le rendement en lait dans ces pâturages varie de 1 300 à 3 500 litres par lactation (Robert 1979).

INTRODUCTION D'ESPÈCES

Au cours des 20 dernières années, 72 espèces pour pâturages ont été introduites, dont 32 légumineuses, 32 graminées et 8 cactées et espèces de brout. Toutes ont été mises à l'essai dans les quatre régions herbagères principales de Madagascar. Dix, à peu près, se sont révélées adaptables et productives. Les espèces élevées comme le maïs, Pennisetum purpureum et Tripsacum laxum produisent de 18 à 22 t de matière sèche (MS) à l'hectare. Le rendement des espèces plus courtes varie de 7 à 16,4 t MS/ha. Il est bon de noter que des pâturages indigènes peuvent produire jusqu'à 13 t MS/ha (Rasambainarivo et al. 1983).

La légumineuse la plus productive est Stylosanthes guianensis (6 t MS/ha). Stylosanthes hamata, récemment introduite, est considérée comme l'une des légumineuses les plus prometteuses dans plusieurs régions écologiques de l'île. Dans les régions australes sèches, Stylosanthes humilis s'est bien adaptée au cours d'essais, et sur les plateaux plus frais et à saison sèche, l'espèce Desmodium s'est avérée plus recommandable.

Quatre plantes sont surtout très répandues, dont trois graminées : P. purpureum, T. laxum et Chloris gayana, et une légumineuse, S. guianensis.

IMPLANTATION

De façon générale, les expériences ont indiqué jusqu'à présent que les graminées s'implantent plus facilement que les légumineuses, mais les recherches ont porté surtout sur les méthodes les plus rapides et les plus efficaces d'implantation des légumineuses. Cela a conduit à étudier les facteurs susceptibles de favoriser les facultés germinatives des semences, et ensuite ceux touchant la préparation du sol.

Amélioration des facultés germinatives

Nos études ont révélé un taux de germination peu élevé chez S. guianensis et S. humilis (Rasambainarivo et Razafindratsita 1976). On a donc essayé des traitements chimiques et mécaniques dont les résultats ont démontré la possibilité d'améliorer la germination de la

semence. Ainsi, le taux de germination des semences non traitées de S. guianensis qui était d'environ 20 % s'est élevé à 80 % après traitement.

Préparation du sol

On a comparé dans trois régions différentes deux procédés de préparation du sol (Rasambainarivo et Razafindratsita 1980). L'un comporte le semis de légumineuses dans le gazon des pâturages indigènes. L'autre, l'ensemencement d'un sol travaillé à fond, à la charrue et à la herse à disques. Les résultats ont indiqué que les semis de légumineuses sur pâturages indigènes périssent après trois ou quatre ans à cause, essentiellement, de la concurrence de la végétation naturelle qui, peu à peu, prend le dessus sur les légumineuses et en réduit le rendement.

Par contre, dans les sols soumis à une préparation culturale complète, les légumineuses donnent un rendement élevé dès la première année (S. guianensis : 4 à 6 t MS/ha) et le maintiennent pendant plus de cinq ans, selon l'attention apportée à contrôler la paissance. Nous n'avons utilisé des fertilisants que juste avant l'ensemencement. Nous avons également étudié la persistance du pâturage dans ces conditions, sans autre application d'engrais les années suivantes.

Les recherches concernant l'enrobage de la semence avec le rhizobium ne sont pas encore au point et, dans la plupart des cas, nous nous sommes servis d'espèces dont les rhizobiums appartiennent au groupe niébé. À l'avenir, nous devrons essayer l'inoculation parce que nous avons constaté, après essai dans l'ouest de l'île, que les taux de croissance des légumineuses étaient beaucoup plus élevés dans les sols ayant porté une récolte d'arachides.

L'implantation des graminées est plus facile par ensemencement ou à l'aide de fragments végétatifs. En comparant des plantations de maïs, nous n'avons pas trouvé de différences sensibles entre la densité de 71 400 et 128 500 plants à l'ha (Rasambainarivo et Razafindratsita 1979). Dans la région du Moyen-Ouest, on a essayé les semis combinés sans constater de différence de rendement en matière sèche entre les graminées pures (Chloris ou Setaria) et leur association à

Stylosanthes et Siratro (Rasambainarivo et Razafindratsita 1978). Le taux de matière sèche du mélange légumineuses-graminées augmente entre la saison des pluies et la saison sèche.

COMPOSITION CHIMIQUE

La qualité des espèces a été vérifiée par des analyses chimiques dont les conclusions peuvent se résumer comme suit, à l'aide d'échantillons recueillis (Bigot et Razafindratsita 1975; Rasambainarivo et al. 1983).

Protéine brute (Fig. 1)

La teneur en protéine brute des herbes de pâturage décroît de janvier à septembre et se relève ensuite. Pour les espèces de graminées, ce pourcentage est infé-

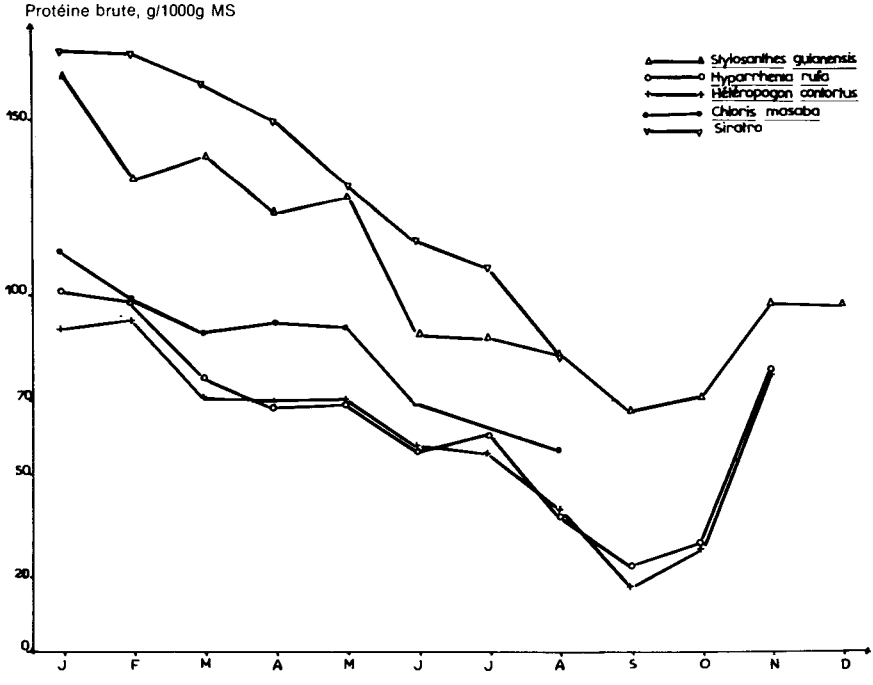


Fig. 1. Teneurs en protéine brute de graminées et de légumineuses de pâturages.

rieur à 7 % au début de mai pour les pâturages indigènes et l'est également, un mois plus tard, pour Chloris gayana. Pour H. rufa, il varie de 10 % en janvier à 2,4 % en septembre. Quant aux légumineuses, leur teneur ne semble pas décroître sensiblement même durant la saison sèche. Le pourcentage le plus élevé est atteint en janvier avec 16,8 % pour Siratro.

Phosphore (Fig. 2)

Pour toutes les espèces, la teneur en phosphore a été inférieure à 2 %, l'année durant, à l'exception de quelques échantillons de Siratro pendant la saison des pluies.

Calcium (Fig. 3)

Les teneurs en calcium sont considérées comme suffisantes pour les besoins du bétail pendant les saisons pluvieuses et sèches. Ces teneurs se maintiennent généralement autour de 2,8 % chez les espèces indigènes.

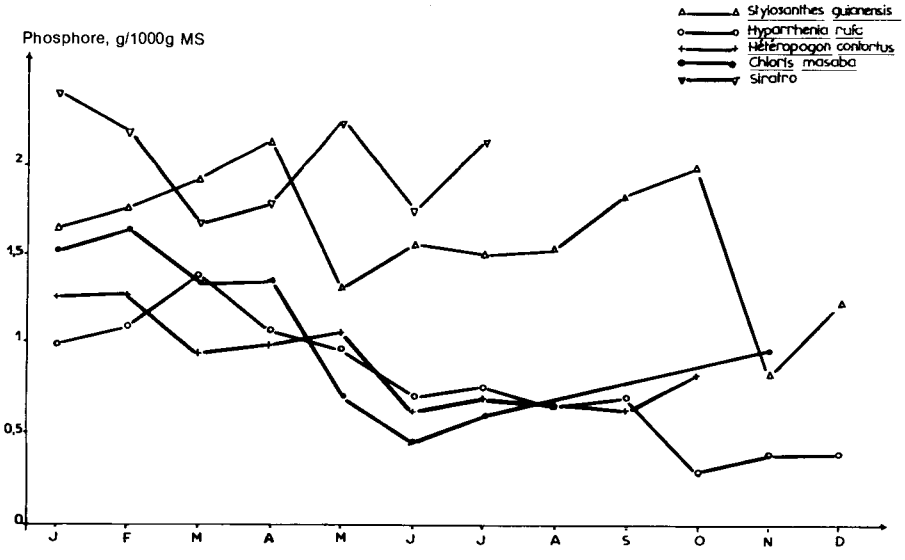


Fig. 2. Teneurs en phosphore de graminées et de légumineuses de pâturages.

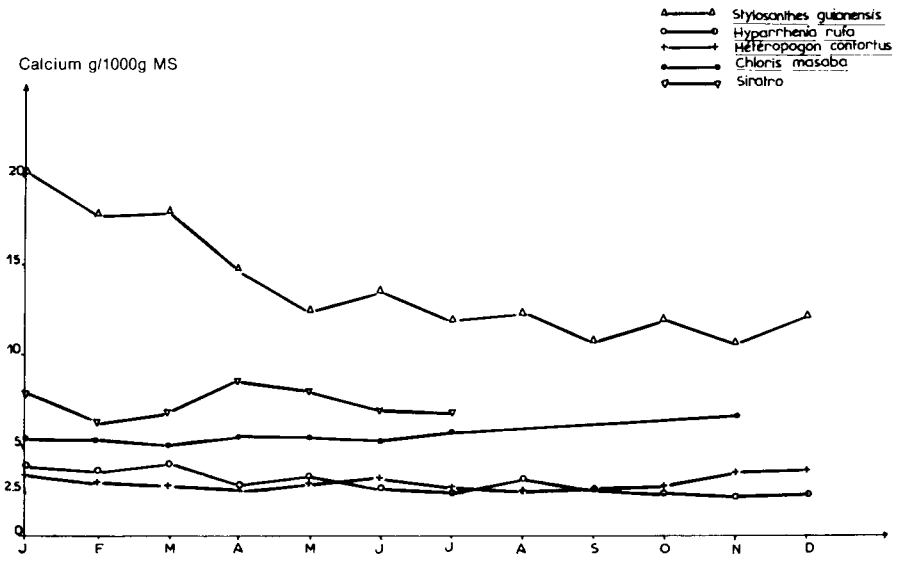


Fig. 3. Teneurs en calcium de graminées et de légumineuses de pâturages.

CONTRÔLE DE LA PAISSANCE ET PRODUCTION ANIMALE

Le plus grand obstacle à l'alimentation du bétail à Madagascar est la durée de la saison sèche. Les essais d'évaluation de pâturages ainsi que les pratiques traditionnelles de l'élevage bovin révèlent que les pâturages sont suffisants durant la saison des pluies et que leur apport nutritif est adéquat à un développement normal du bétail.

Des expériences ont eu lieu en vue d'évaluer le rendement de bovins de boucherie dans des pâturages diversement chargés, généralement, en comparant divers taux fixes de charge dans un régime de paissance continue. Six essais se sont déroulés dans trois régions (tableau 1), avec la conclusion que l'on peut charger les pâturages de légumineuses à raison de 1 à 11 têtes/ha. Les gains de poids vif s'étagent de 0,136 à 0,430 kg/jour (équivalant à 40 à 280 kg de gain/ha). Les principaux facteurs influant sur la production sont les taux de charge et la saison qui se présente. L'augmentation de la charge a entraîné celle de la production animale (fig. 4). À raison de 2 têtes/ha, le gain a été d'environ 50 kg/ha, mais s'est élevé à

Tableau 1. Gains en poids d'un bétail zébu en pâturages artificiels à Madagascar.

Pâturages (régions cultivées)	Pratiques expérimentées	Taux de charge (têtes/ha)	Durée des expériences (jours)	Résultats: Gain moyen journalier (kg)	Résultats: Gain/ha (kg)	Références
Chloris gayana + Melinis minutiflora + Centrosema pubescens + Glycine + Stylosanthes guianensis (1 ha)	"Charge variable"	4			286	Razakabaona (1969)
Stylosanthes guianensis + Chloris gayana (6 ha)	Paissance continue	2	71 (mai-juill.)	0,430	61	Rasambainarivo et Raketozandrindrainy (1977)
		2		0,275	39	
		4		0,331	94	
		4		0,165	47	
Stylosanthes guianensis + Siratro (8 ha)	Paissance continue	0,9	137 (mars-août)	0,350	43	Rasambainarivo et al. (1983)
		1,8	82 (mars-juin)	0,266	39	
		2,8	61 (mars-mai)	0,328	57	
Stylosanthes guianensis + Siratro	Paissance continue	3	125 (févr.-juin)	0,245	81	Rasambainarivo et al. (1983)
		6		0,136	100	
		9		0,174	197	
Stylosanthes guianensis + Siratro + Pennisetum purpureum	Paissance continue	4	125 (févr.-juin)	0,180	78	Rasambainarivo et al. (1983)
		7		0,202	177	
		11		0,204	282	
Sorghum sp. (7,5 ha)	Paissance continue	2,8		0,658	103	Rasambainarivo et al. (1983)
		5,2	70 (sept.-nov.)	0,631	210	
		9,0		0,522	286	
		12,5		0,688	603	

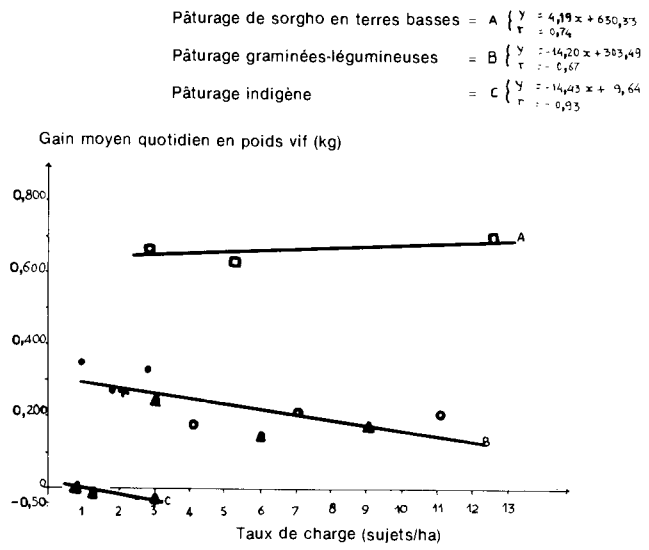


Fig. 4. Rapport entre les gains de poids vif moyens quotidiens et le taux de charge pour trois pâturages de l'ouest de Madagascar.

200 kg/ha avec 11 têtes, même si le gain journalier, par animal, a baissé de 0,220 kg à 0,180 kg. Toutefois, les essais effectués dans la région ouest ont donné des gains de poids vif très considérables sur pâturage de sorgho, les gains journaliers par tête atteignant 0,688 kg et le total à l'hectare environ 603 kg pour un taux de charge de 12 têtes (fig. 5).

Nous avons également tenté l'engraissement du zébu à l'ensilage de maïs et obtenu des gains quotidiens en poids vif de 0,720 kg, mais cet ensilage doit être complété de 1 kg de tourteau de coton par tête et par jour (Rasambainarivo et al. 1978). Par hectare de maïs fourrager, les gains peuvent atteindre 1 100 kg, poids vif.

Ces divers résultats font ressortir les avantages prometteurs des pâturages à base de légumineuses durant

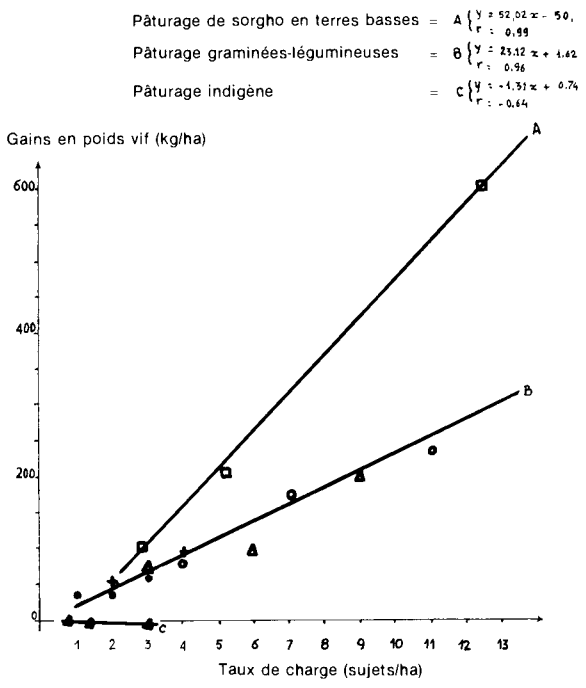


Fig. 5. Rapport entre le taux de charge et les gains de poids vif pour trois pâturages de l'ouest de Madagascar.

la saison des pluies et la première partie de la saison sèche (jusqu'à septembre). Ils permettent des gains appréciables par les zébus et révèlent les possibilités d'utilisation de graminées élevées, soit pâturées, comme fourrage vert ou en ensilage pour le bétail d'embouche.

MÉTHODES DE RECHERCHE

Le pâturage doit servir avant tout à nourrir les animaux qu'on y fait paître. La valeur finale s'exprime donc en termes de production animale. Tel a été l'objet de nos méthodes de recherche qui ont tenu compte également des conditions locales. En raison du manque de personnel compétent, nous n'avons pu former une équipe de recherche sur les pâturages qu'après 1970.

L'histoire de cette recherche, à Madagascar, peut se répartir en trois périodes. De 1960 à 1973, les études ont surtout porté sur les pâturages indigènes et les moyens de les améliorer en adoptant de nouvelles espèces et de meilleures pratiques; de 1974 à 1977, l'introduction de plants s'est poursuivie par des essais d'implantation; enfin, depuis 1978, on a entrepris des essais régionaux de sélection à une échelle réduite en même temps que l'évaluation du pâturage et de l'ensilage d'après les résultats obtenus, surtout en gains de poids vif du bétail. Toutes ces études ont eu lieu dans les stations et centres expérimentaux, et l'introduction de nouvelles espèces a résulté des échanges entre institutions.

Pour les essais de fauchage, les surfaces de parcelles varient de 24 à 50 m^2, et pour les essais de pâturage les superficies cultivées peuvent atteindre 10 ha. Dans ce cas, la pratique courante est la paissance continue avec taux de charge fixes. Le poids de départ pour les zébus est d'environ 250 kg et les expériences durent deux à quatre mois.

PRIORITÉS DE LA RECHERCHE FUTURE

Nous disposons maintenant d'informations sur le rendement des pâturages indigènes et leurs limites, ainsi que de certaines données sur les espèces importées et leur valeur d'adaptation. Pour l'avenir, deux sujets retiendront spécialement l'attention : une compréhension plus approfondie du rôle des pâturages et des techniques agronomiques applicables aux petits producteurs laitiers, ainsi que l'implantation et l'aménagement de pâturages devant permettre de relever le taux de conception des vaches et d'atteindre un développement plus régulier du jeune bétail zébu.

Les recherches seront confiées à des stations et centres expérimentaux, mais nous reconnaissons également l'importance des essais à la ferme. Une recherche sectorielle et multidisciplinaire s'imposera au plan national et à l'échelle internationale.

BIBLIOGRAPHIE

Bigot, A. et Razafindratsita, R., 1975. Étude de la composition chimique de Stylosanthes guyanensis. Rapport annuel, Département de recherches zootechniques et vétérinaires (DRZV).

Granier, P., 1970. Productivité du pâturage naturel de bas-fonds dans le Moyen-Ouest de Madagascar. Terre malgache, 8, 166-178.

Granier, P., Lahore, J. et Dubois, P., 1968. Étude du pâturage naturel de Madagascar. Productivité, conséquence pratique. Rev. élevage méd. vét., pays trop. 21(2), 203-217.

MDRRA (ministère du Développement rural et de la Réforme agraire), 1980. Étude de la commercialisation du bétail et des prix de la viande à Madagascar. Madagascar, ministère du Développement rural et de la Réforme agraire.

MPARA (ministère de la Production agricole et de la Réforme agraire), 1982. Statistique 1982. Madagascar, ministère de la Production agricole et de la Réforme agraire.

Rasambainarivo, J.H., Rakotoarivelo, J. et Rakotozandrindrainy, R., 1978. Utilisation de l'ensilage de maïs pour l'embouche du zébu malagasy en saison sèche. Communication présentée à la séance de l'Académie malgache (août 1978), 12 p.

Rasambainarivo, J.H. et Rakotozandrindrainy, R., 1977. Essai de charge et mesure de la productivité animale sur pâturage de Stylosanthes guyanensis et Chloris gayana. Rapport interne, Département de recherches zootechniques et vétérinaires (DRZV).

Rasambainarivo, J.H., Rakotozandrindrainy, R. et Rabehanitriniony, M., 1983. Productivité de quelques pâturages malgaches. Communication présentée à la séance des Sections scientifiques fondamentales et appliquées de l'Académie malgache (mai 1983).

Rasambainarivo, J.H. et Razafindratsita, R., 1976. Étude de l'amélioration du pouvoir germinatif des graines de Stylosanthes guyanensis et Stylosanthes humilis. Rapport annuel, Département de recherches zootechniques et vétérinaires (DRZV).

1978. Comparaison des productions en cultures pures ou associées de 3 légumineuses et 7 graminées fourragères. Rapport annuel, Département de recherches zootechniques et vétérinaires (DRZV).

1979. Évolution du rendement et de la composition chimique de quatre variétés de maïs plantées à 3 densités. Rapport annuel, Département de recherches zootechniques et vétérinaires (DRZV).

1980. Recherche sur l'alimentation fourragère des bovins dans le Faritany de Mahajanga. Résultats des essais de l'année 1980, Département de recherches zootechniques et vétérinaires (DRZV).

Rasambainarivo, J.H., Razafindratsita, R. et Rakotozandrindrainy, R., 1981. Évaluation des productions bovines sur les pâturages à Sorgho des baibobo d'Anjiajia. Rapport annuel 1981, Département de recherches zootechniques et vétérinaires (DRZV).

Razakabaona, F., 1969. Effets des légumineuses dans les herbages de tanety de la Station du lac Alaotra, Madagascar. Rapport, Institut de Recherche agronomique à Madagascar.

de Reviers, B., 1970. Comportement de bovins d'élevage extensif soumis à l'action d'une saison sèche. Madagascar, Rapport, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux.

Robert, J.P., 1979. Développement laitier à Madagascar. Berne, Suisse, Direction de la Coopération au Développement et de l'Aide humanitaire, 225 p.

REVUE DE LA RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES ET LES PARCOURS NATURELS AU BOTSWANA

D.R. Chandler

Department of Agricultural
Field Services, Ministry of Agriculture, P. Bag 003,
Gaborone, Botswana

Sommaire *Bien que la recherche de base effectuée par la Section de recherche sur la production animale (SRPA), de 1970 à 1980, ait reconnu les avantages afférents à de meilleures techniques agronomiques, notamment un contrôle plus étroit de la charge des pâturages, l'approvisionnement en eau et l'adoption d'enclos clôturés, on est encore mal renseigné sur la relation existant entre le bétail entretenu de la façon traditionnelle et le parcours naturel. La SRPA (ministère de l'Agriculture, Botswana), utilisant des paramètres conventionnels de productivité par tête de bétail, a démontré la supériorité du bétail élevé en ranch sur le cheptel communal.*

Des normes minimales de techniques agronomiques acceptables amélioreront la productivité du bétail. Mais dans 90 % des cas, l'élevage se fait d'après le système communal traditionnel et lorsqu'on en examine la productivité à l'hectare, la "production" représentant la somme des avantages que retire le propriétaire du troupeau, le tableau qui apparaît est très différent. Le lait et la force motrice sont deux appoints importants du bétail dont il faut tenir compte, et lorsqu'on les ajoute sous forme d'énergie extraite de la paissance aux taux de charge déjà biaisés, la productivité calculée par hectare se trouve alors inversée. Cependant, l'augmentation du cheptel, l'ouverture de nouveaux points d'eau dans le veld sableux de l'Ouest, ainsi que les aspects commerciaux évidents de la politique des pâturages tribaux (Tribal Grazing Land Policy ou TGLP) (Livre blanc de 1975), tout cela souligne la nécessité

d'une révision des propriétés. Le ministère de l'Agriculture a réagi à l'article 24 de la TGLP d'après lequel le contrôle des taux de charge et des techniques agronomiques régissant les parcours naturels communaux appartient aux propriétaires de bétail, dont le mode d'occupation du sol ne changera pas.

On recherche des collectivités dont on pourra délimiter les parcours naturels, afin d'amorcer de meilleures techniques d'exploitation. On a créé un comité des ressources fourragères au ministère et la liaison existant avec la SRPA et les régions est satisfaisante. Dès 1984, le Botswana aura mis sur pied un programme de productions fourragères et de multiplication de semences de pâturages et l'on espère qu'au moins un préposé supplémentaire à la recherche sur les pâturages sera nommé à la SRPA.

Le Botswana, d'une superficie de 582 000 km^2, est situé au centre du plateau de l'Afrique australe, à l'altitude moyenne de 1 000 m au-dessus du niveau de la mer. On lui accorde généralement la forme d'une soucoupe, avec reliefs topographiques plus marqués surtout dans l'Est, le long du haut Veld où se trouvent des sols pouvant convenir à l'agriculture dans les années à pluviosité suffisante. Cette bande de terrain varie en largeur de 50 à 150 km. Le bassin central est recouvert assez profondément de sable du Kalahari. Au nord-ouest, le delta de l'Okavango possède un écosystème distinct. L'ensemble du pays s'étend de 16° S. à 27° S. et de 20° E. à 29° E.

Les précipitations annuelles moyennes sont de 475 mm mais varient parfois de 50 % à 70 % d'une année à l'autre. La pluviosité est plus abondante dans le Nord-Est, avec 650 à 700 mm (pouvant varier de 400 à 1 200 mm) et tombe à 400-550 mm (200 à 850 mm) dans les régions centrales, puis à un minimum de 150 à 200 mm (0 à 400 mm) dans le Sud-Ouest. Les précipitations mensuelles ne donnent qu'une mauvaise indication des précipitations réelles : en effet, on estime à 10 mm, au plus, la quantité qui pénètre vraiment dans le sol, à moins de pluies précédentes abondantes. Ainsi donc, 50 % ou plus des précipitations mensuelles peuvent n'avoir aucun effet. L'évaporation est considérable de décembre à mars. Le début et la fin des pluies saisonnières sont également imprévisibles et les cultures

mises en terre en début de saison risquent tout autant de subir une période de sécheresse que les plus tardives, et de ne pouvoir s'implanter.

Le pays peut se diviser en trois zones écologiques principales : celle de l'Okavango, la mieux arrosée au nord-ouest, le système principal du Kalahari, et le haut Veld de l'Est. Cette dernière peut elle-même se subdiviser en forêts de feuillus au nord, en Mopaneveld Nord et central et en complexe d'acacia/combretum au sud. La simplification est sans doute quelque peu excessive. Weare et Yalala, par exemple, en 1971, se référaient à des relevés de la végétation de l'Est et du Nord-Est par Henkel (1931), Pole-Evans (1936), Irvine (1945) et Adcock (1953). De Beer, en 1962, relevait 26 types différents de végétation groupés en six définitions physionomiques. Weare et Yalala en ont présenté 29 types groupés en neuf définitions physionomiques. Et depuis lors, Blair-Rains et McKay ont publié en 1968 "The survey of the Northern State Lands," et Blair-Rains et Yalala, un "Survey of the Central and Southern Lands" en 1969. La photo aérienne a été utilisée dès 1947 et, en 1963, Bawden et Stobbs avaient cartographié 103 600 km^2 du Botswana oriental pour en établir les ressources naturelles.

Ils identifièrent 29 systèmes édaphiques qu'ils divisèrent en neuf catégories d'après leur potentiel agricole. La section d'écologie des parcours naturels a, depuis 1970, cartographié par fluoroscopie presque toutes les zones d'importance du pays et la situation liminaire de la couverture végétale, arbres et herbages est bien établie. Van Ransburg (1970) a identifié une gamme de légumineuses indigènes offrant des possibilités, et a fait divers essais d'espèces à Morale.

En 1973, la Division de l'utilisation des sols du ministère de l'Agriculture du Botswana a établi des postes de contrôle dans huit des ranchs de la SRPA pour surveiller : a) l'accroissement des terrains dénudés, b) l'envahissement des broussailles ligneuses ou des arbres, et c) les changements défavorables dans la composition botanique de la couche végétale inférieure.

La méthode adoptée représente un compromis entre les idées de Walker (1970) et une forme modifiée de la méthode Parker en trois phases utilisée par le Service

des forêts du ministère de l'Agriculture des États-Unis (1951). Une réunion d'experts a recommandé des modifications méthodologiques, qui sont actuellement à l'étude (Prince 1982).

De son côté, la SRPA évaluait l'importance de définir les régions d'érosion et de dégradation des sols. Le contrôle des parcours naturels, qui s'est poursuivi depuis 1973, a fait ressortir que tous les relevés antérieurs avaient omis de constater l'évolution et la régression de ces parcours. On a donc procédé en 1975 à une évaluation permettant d'adopter un simple indicatif pouvant servir à catégoriser les pâturages du Botswana. Ce travail a été rapporté sous le titre "Re-Seeding and Renovation" (APRU 1975) (Réensemencement et rénovation). Citons comme autres publications pertinentes "A Hand Book of Common Grasses in Botswana" (Manuel des graminées les plus fréquentes au Botswana) de David I. Field (1976) et "A Hand Book of Botswana Acacias" (Manuel des acacias du Botswana) de J. Timberlake (1980).

ÉTAT DES MÉTHODES ET DES PRIORITÉS DE RECHERCHE (1964 À 1976)

La Station de recherche de Morale a été fondée en 1931, sur les conseils du professeur R. Lindsay Robb, sous la direction de Sir Russel England. Elle est située au sud de Mahalapye entre 23° S. et 27° E. Les conditions édaphiques, de climat et de végétation sont caractéristiques de l'est du Botswana.

À compter de 1951, on a enregistré le poids des bestiaux et les caractères botaniques du milieu. Divers modes de paissance ont été imposés et leurs résultats vérifiés d'après le poids vif ainsi que les effets sur le veld, et on a également fait l'essai de différents taux de charge des pâturages. En 1953, on a ajouté un parcours défriché. En 1964, la méthode de l'analyse botanique a été modifiée. Les parcours ont été établis en fonction de l'intérêt accordé par des territoires adjacents à la paissance continue, comparée avec la paissance en rotation et la paissance de courte durée. En 1964, on considérait comme peu réalisable, pour les fins poursuivies, de mesurer les changements de façon satisfaisante.

McKay déclarait cependant qu'il n'existait pas de changement d'importance ou évident à évaluer, mais on a estimé qu'il valait la peine de poursuivre l'échantillonnage botanique, et certaines questions restèrent sans réponse, telles que : a) l'influence du taux de charge et de la pluviosité sur le rendement et la composition botanique, b) l'effet d'irrigation d'appoint comme remède au manque de pluies sur le rendement des herbages, et c) l'apport d'un supplément d'azote non protéique (ANP) dans la ration d'hiver du bétail.

On a relevé les changements survenus dans la composition des espèces d'après les divers taux de charge; toutefois, à cause du manque d'homogénéité dans les parcs, on n'a pu en tirer de conclusions significatives. Ces dernières ont été résumées en 1968 par McKay qui a préconisé une méthode mieux au point et l'extension de l'enquête à d'autres types de végétation. Au cours de 1972, neuf stations ont été ouvertes dans les ranchs de la SRPA.

En 1976, la SRPA analysait les conclusions des travaux de recherche précédents afin de découvrir les facteurs variables, propres aux parcours naturels, les plus susceptibles d'influencer la productivité du bétail. Les observations furent résumées dans une série de recommandations :

a) Le manque de phosphore dans les pâturages est endémique et les avantages d'un apport de cet élément ont été démontrés.

b) Les faibles teneurs en protéine brute ainsi que la digestibilité de la matière sèche (MSD) des herbages durant la période sèche varient selon les saisons.

c) Seuls les troupeaux reproducteurs ont semblé répondre économiquement à un supplément de ANP donné durant la saison sèche, mais la quantité totale de MSD ingérée pourrait devenir un facteur inhibiteur à des taux de charge fixes.

d) Il reste nécessaire de déterminer la valeur nutritive des diverses espèces avantageuses ainsi que les moyens d'en encourager l'implantation, notamment contre l'envahissement de la brousse.

e) Il est reconnu que l'évaluation des systèmes pastoraux est une entreprise à long terme mais que l'on doit en poursuivre le contrôle et le mesurage détaillés.

f) Le contrôle des parcours naturels et de l'élevage sur les terres d'État de l'Ouest a été inauguré à cause d'une absence d'information sur la production de cette région, et par suite de la fragilité présumée de son écologie et des indices de paissance excessive relevés au voisinage des points d'eau du bétail.

On savait qu'un contrôle attentif des ressources pastorales pouvait contribuer à l'implantation d'espèces améliorées. La nécessité d'élargir le champ des recherches était évidente et, dès 1977, on pouvait conclure qu'il fallait s'attacher principalement aux possibilités d'introduction de légumineuses, de graminées et de récoltes fourragères dans le système. L'amélioration des parcours naturels étant jugée possible, moyennant un contrôle adéquat, on se devait d'explorer à fond les possibilités de leur réensemencement à l'aide de légumineuses importées. L'économie, la faisabilité et les perspectives d'adoption étaient autant d'aspects dont on devait apprécier l'importance, et l'on s'est d'abord interrogé sur la réaction de diverses espèces introduites à la fertilisation.

Cependant, même sachant que l'on avait pu dans le passé remédier rapidement aux pertes cycliques désastreuses causées au cheptel par la sécheresse, on ne pouvait demeurer indifférent à la dégradation menaçante des parcours qui viendrait modifier ou même rendre impossible à l'avenir ce genre de récupération. La recherche constructive d'espèces pour pâturages et de fourrages adaptables à toutes les circonstances est aujourd'hui d'une importance primordiale reconnue dans l'étude d'ensemble concernant l'élevage et les pâturages. Mais le spectre de la sécheresse ainsi que les mesures de soulagement à prévoir continuent de préoccuper certains planificateurs et plusieurs ont conseillé, au cours des ans, de créer des réserves fourragères constituées d'espèces résistantes à la sécheresse.

Ces suggestions n'ont pas été, jusqu'ici, retenues par les pouvoirs publics. L'histoire de la recherche sur les pâturages, dans son état actuel, doit donc tenir compte d'un manque d'engagement au niveau des mentalités

locales et de la probabilité que les efforts individuels ne parviendront que lentement à faire adopter une amélioration qualitative et quantitative de la biomasse. Il reste vrai que le manque de ressources pastorales est rarement perçu comme le principal obstacle à un élevage plus rationnel.

RELEVÉ GÉNÉRAL (AVANT 1977)

Avant 1976-1977, la recherche s'était attachée principalement à étudier le rendement des parcours naturels et leur composition botanique. L'élargissement de ce point de vue, depuis 1977 seulement, en y incluant l'étude des pâturages, doit être envisagé en fonction de la politique antérieure du Botswana, pays considéré comme une réserve de main-d'oeuvre et de bétail migrants. Il demeure essentiellement une vaste région pastorale productrice de boeuf.

Cependant, bien que le Botswana figure encore parmi les pays les moins densément peuplés du monde, l'accroissement des populations locales, si irrégulier qu'il soit, dans les limites d'écosystèmes très différents, a fortement taxé les ressources naturelles existantes. On ne peut plus guère y porter remède par la pratique immémoriale des migrations durant les périodes cycliques de sécheresse qui se répètent avec une régularité du reste imprévisible. Les simples méthodes de "production commerciale" conventionnelles appliquées par les premiers colons n'ont eu aucun effet sur les peuplades indigènes. Pour les deux groupes, l'irrégularité des pluies saisonnières a donné lieu à une tendance conservatrice où l'économie s'appuie sur l'existence de vastes parcours naturels, accompagnée saisonnièrement de transhumance, d'une réduction des troupeaux ou d'autres mesures d'adaptation aux conditions difficiles de certaines années de sécheresse.

Intensification n'était pas un vocable familier ni pour les colons ni parmi les tribus indigènes. En fin de compte, c'est l'eau dont on pouvait disposer durant les périodes sèches qui réglait l'économie pastorale. On a constaté un déplacement constant des gros propriétaires de troupeaux vers l'ouest et les écosystèmes plus fragiles du Kalahari, accompagné de pressions instantes auprès des pouvoirs publics, depuis 1950, pour que l'on

creuse plus de puits dans les parcours naturels de l'Ouest. Les pressions se sont accentuées par suite de la situation devenue difficile dans le haut veld de l'Est où les populations rurales pratiquaient depuis nombre d'années et inconsciemment une sorte d'agriculture mixte hétérogène; dans ces régions, le terrain se prête à l'accumulation des eaux de surface, la pluviosité moyenne est plus abondante et l'on y trouve des sols au moins marginalement cultivables.

Cette zone compte également 70 % à 80 % de la population et du cheptel. Traditionnellement, c'était les chefs qui délimitaient les terres pastorales et celles à cultiver. On ne peut encore affirmer que l'aspiration à posséder des terres constitue un problème, mais il existe déjà un conflit réel et même aigu dans certains districts concernant la répartition des sols cultivables ou pastoraux. Cette zone du haut veld oriental comprend la plus grande partie des superficies arables du pays. Depuis la promulgation de la Loi sur les terres tribales de 1968 et ses amendements de 1969 et 1970, le pouvoir d'affectation des terres appartient à des Conseils territoriaux. L'occupation par les premiers colons de terres en propriété perpétuelle et libre n'a en rien servi à améliorer des pratiques culturales qui visaient d'abord à assurer, autant que possible, une autosuffisance durant les bonnes années. De façon générale, le climat et la nature des sols s'opposent à des rendements profitables des cultures de céréales, de légumineuses comestibles et d'oléagineux en culture sèche.

À travers le haut veld oriental, cependant, les ménages ruraux ont depuis longtemps pris l'habitude de labourer chaque année une partie des terres allouées, et la comparaison de photos aériennes de 1975 à 1982 montre des superficies considérables de sols précédemment pâturés et aujourd'hui cultivés.

Vers la fin de la période 1960-1970, les pouvoirs publics se sont également rendu compte du problème croissant que posaient l'ouverture inconsidérée et l'abus des points d'eau dans les savanes délicates du Kalahari, et des pressions (d'abord locales) provenant de l'accroissement constant du cheptel, en même temps qu'augmentaient les étendues cultivées dans le haut veld oriental. De là, l'introduction des politiques du LDP 1 et de la TGLP.

LDP 1 -- Livestock Development Project

Le premier projet LDP, ou de Développement de l'élevage, comprenait l'établissement d'un bloc de grands pâturages dans le bas veld occidental, financé conjointement par l'Association pour le développement international (ADI) et l'Organisation suédoise pour le Développement international (OSDI). La région choisie était celle de Ncojane. Le bloc comprenait des ranchs distincts cédés à bail à des éleveurs de bétail, avec une équipe de contrôle écologique de l'OSDI chargée d'en suivre l'évolution depuis 1975.

La SRPA a mis sur pied un régime de contrôle de la productivité du bétail, avec deux zones affectées à l'étude des taux de charge et des systèmes pastoraux dans un environnement reconnu comme délicat et nécessitant un prudent aménagement pour maintenir la production.

Les études ont confirmé que, dans ce genre d'environnement, les taux de charge pastorale sont un facteur critique, et la bonne répartition des points d'eau, primordiale. Une appréciation sommaire suggère une unité d'élevage par 20-25 ha pour les parcours de Schmidtia-Stipagrostis et 30 à 35 ha/UE pour ceux à base d'Aristidia-E. pallens, plus pauvres et plus vulnérables. À peu d'exceptions près, toutes les grandes étendues de prairies sont pâturées à l'excès au voisinage des points d'eau et il est à craindre que les pâturages les plus pauvres ne soient irréversiblement dégradés. Tous les rapports confirment la nécessité d'une extrême prudence dans l'ouverture de cette zone écologique délicate.

TGLP -- Tribal Grazing Land Policy

Le Livre blanc sur cette question date de 1975. Son but était de trouver un mode pratique de contrôle des pâturages et d'améliorer la productivité du bétail, tout en sauvegardant, avant tout, les intérêts des très nombreux membres de tribus ne possédant que peu ou pas de bétail.

L'inquiétude causée par la paissance excessive et la baisse de productivité des pâturages a conduit à proposer un zonage régional qui "désignerait certaines

régions divisées en blocs commerciaux détenus à bail par de grands propriétaires de troupeaux", et d'autres régions servant de "réserves" en vue de répondre à l'expansion prévisible du cheptel général traditionnel avec ses troupeaux d'importance très diverse. Un rapport consultatif de S. Sandford, publié en juillet 1980, exposait certaines des préoccupations majeures concernant l'application de la TGLP.

La SRPA (Recherche sur les parcours naturels) a poursuivi sa tâche d'évaluation dans trois secteurs particuliers (1970) soit : a) mesure de la productivité de l'élevage en parcours naturels, b) mesure de ce que les parcours naturels pourraient fournir au bétail en paissance, et c) mesure des effets de la productivité du bétail sur les parcours naturels. Les animaux en pâturage ont montré une préférence marquée pour les plants plus riches en protéine brute, et on a noté que certaines espèces de graminées indigènes conservaient de bonnes teneurs en protéine brute.

La SRPA avait maintenant établi un réseau de ranchs dispersés à travers le pays, possédant un niveau minimum acceptable de technique agronomique normalisé, à base surtout de pratiques commerciales courantes, et pouvant revendiquer une productivité animale sensiblement supérieure à celle des postes d'élevage traditionnels. Il existait cependant des différences notables d'un ranch à l'autre, ainsi que dans les quantités de matière sèche par hectare de parcours naturels. (Rapport ILCA, 1981, Document de travail n° 6 du Botswana) (LEU, vol. 2, 1982, "Production and Nutritional Value of Range Forage") (tableau 1).

L'effectif du cheptel s'était complètement relevé depuis le cycle de pluviosité insuffisante du début des années 1960 qui l'avait radicalement réduit. L'augmentation annuelle était revenue à 4 % environ (tableau 2). Bien que l'on dût s'attendre que l'application de la TGLP prenne du temps, l'opinion courante était que l'on pourrait améliorer considérablement la productivité de l'élevage en agissant sur sa répartition et sur ses pratiques, et qu'une migration des troupeaux les plus nombreux des pâturages surchargés de l'Est pourrait apporter un soulagement.

Tableau 1. Comparaison du bétail de ranch et des troupeaux communaux.

	Ranch	Postes de bestiaux
Vêlages (%)	74	46
Mortalité	8	10 (12-14)
Poids des veaux à 7 mois (kg)	178	123
Poids des veaux à 18 mois (kg)	278	207
Rendement des vaches à 7 mois (kg)	120	51
Rendement des vaches à 18 mois (kg)	188	86

Tableau 2. Effectifs du cheptel.

Année	Bovins (en milliers)	Ovins	Chèvres
1965 (après 4 années de sécheresse)	1 481	125 335	335 134
1975	2 564	420 000	1 400 000
1983 (Troupeau commercial 410 700)	2 818	164 700	782 800

Rien de semblable ne s'est produit et la situation dans les régions à régime communal continue de s'aggraver au lieu de s'améliorer. Le Livre blanc faisait preuve également d'une naïveté tacite en présumant que a) la mise en place de clôtures permettrait d'accroître la productivité, et que b) les occupants du sol consentiraient à adopter de meilleures pratiques et à respecter les taux de charge recommandés.

Par la suite est intervenue en 1978-1979 la politique de l'ALDEP (Arable Lands Development Programme) ou Programme de développement des terres arables, destiné à apporter une aide pratique aux petits exploitants ruraux les plus désavantagés qui ne bénéficieraient pas des dispositions plus larges de la TGLP. Le but principal

était l'autosuffisance en grains alimentaires de base et l'amélioration des rendements par un ensemble de mesures comportant des subventions aux familles d'agriculteurs. On se préoccupait partout d'un manque de bêtes de trait et, après beaucoup de discussion, on a fini par accepter généralement la nomination d'un préposé aux productions fourragères et pastorales, dans l'idée qu'une meilleure alimentation des boeufs de trait répondrait au but recherché. On discutait encore de cette nomination en 1981, et le préposé n'a été désigné qu'en 1983. À cette époque, le Projet pilote d'agriculture intégrée (PPAI) s'efforçait déjà de répondre à la nécessité d'intégrer de façon plus réaliste les cultures et l'élevage dans un véritable régime de culture mixte, durant deux saisons, l'un de ses objectifs principaux étant la sélection de diverses espèces que l'on pourrait utilement introduire dans les systèmes traditionnels (voir la section sur l'évaluation des besoins d'enquête).

Les évaluations récentes obtenues de la TGLP et de l'ALDEP ont coïncidé avec les cycles de sécheresse actuels et plusieurs séminaires et ateliers internes se sont de plus en plus attachés à des mesures visant à conserver l'environnement et à contrer la sécheresse. Dans un pays exposé à des périodes de sécheresse cycliques quoique imprévisibles, dont les répercussions sur les populations rurales varient en fonction de la gravité des pénuries d'eau, il est inévitable que parmi les remèdes recherchés figure au moins la création d'une sorte de banque fourragère. Plusieurs experts-conseils ont abordé ce sujet dans le passé. Bien que la recherche sur les pâturages ne s'attache généralement pas aux espèces résistantes à la sécheresse, susceptibles d'être conservées pour constituer une réserve fourragère pour les périodes de crise, on notera qu'il y a beaucoup à faire dans ce domaine. (Il n'y a pas eu de réaction officielle aux recommandations des experts-conseils à ce sujet).

En outre, les travaux déjà effectués indiquent comme matière à étude le groupage quantitatif de réserves fourragères locales provenant d'espèces plus courantes ensemencées en profitant des pluies, avec irrigation d'appoint fournie par divers puits d'abreuvage du bétail. L'expérience suggère ici que la récolte devrait être mise en terre de bonne heure, comme assurance contre le manque de pluie à la plantation en mi-saison

ou contre l'interruption prématurée de la saison complète.

Il est significatif que, malgré la multiplication des forages depuis 30 ans, cette situation persiste encore. C'est l'eau qui détermine la répartition des troupeaux, sauf en périodes de grande sécheresse lorsque les désastres causés par la pénurie d'herbages frappent avec une dureté particulière les régions les plus peuplées du haut veld oriental. Les périodes de sécheresse n'en sont pas moins une réalité cyclique qui conditionne l'opinion des planificateurs politiques et des donateurs.

Il existe encore dans le bas veld de l'Ouest des étendues insuffisamment pâturées, demeurées vides par suite du manque d'eau. Dans l'Est, les poches de ce genre sont maintenant réduites mais il en subsiste encore. De vastes étendues de l'Est ont été temporairement dégarnies de bestiaux par leurs propriétaires par suite de la disparition complète de fourrage à consommer.

Malgré ce tableau volontairement noirci, il y a place pour une amélioration de la productivité de n'importe quel sol, en n'importe quelle saison, mais dans des limites très variables selon les extrêmes existant dans la pluviosité saisonnière. Les mesures contre la sécheresse doivent également retenir l'attention. Dans les circonstances actuelles, les prévisions de pluie annuelles et même mensuelles n'offrent guère d'indications.

On a beaucoup appris des essais visant à améliorer et à régulariser le rendement des plantes cultivées, et c'est à ce sujet que l'opportunité d'améliorer la banque de fourrage prend un certain sens. Les progrès réalisés jusqu'à présent justifient déjà l'allégation voulant que, avec de la volonté et de bonnes semences, il est possible en n'importe quelle année de produire pour les ruminants des quantités de fourrages supérieures, pouvant suppléer celles fournies par les parcours naturels. L'irrégularité des précipitations empêche de prédire la méthode qui se révélerait la plus avantageuse d'une année à l'autre, sauf dans les endroits que l'on peut irriguer. D'où la nécessité que l'on a prévue d'explorer diverses options concernant les espèces et

les époques d'ensemencement des plantes annuelles, bisannuelles ou vivaces. On devra développer des procédés de conservation et d'utilisation répondant le mieux aux obstacles, et il est donc peu probable que l'on puisse élaborer une série unique de solutions applicables partout.

L'importance des troupeaux et leur composition, les ressources en main-d'oeuvre familiale, la situation financière des familles, les superficies de sol cultivable et celles habituellement cultivées chaque année sont autant de facteurs qui influenceront les décisions à prendre.

MÉTHODES DE RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES (APRÈS 1976)

L'affectation à l'équipe de la SRPA d'un agent de la FAO, chargé de la recherche sur les pâturages, a permis une revue du travail réalisé et des moyens pratiques de disposer de semences nécessaires à un programme futur. Parmi une longue liste (180 espèces) de papilionacées et de légumineuses herbagères, on a pu recueillir la semence de 12 espèces.

Parmi les graminées, Cenchrus se rencontre localement et l'on peut se procurer Panicum coloratum et Eragrostis curvula dans le commerce. Urochloa mosambicensis, qui pousse en certains endroits, provient de l'Australie. On a décidé d'exclure Chloris guyana à cause de sa faible tolérance à la sécheresse. Mais l'agent de l'ALDEP pour les pâturages réévaluera sans doute cette plante dans les régions au nord de Kasane.

Les premières recherches ont d'abord eu recours à des parcelles de pépinière pour l'évaluation des caractères qualitatifs et la collecte d'autres semences. Siratro, introduit par Van Ransburg (1970), a survécu et on a utilisé sa semence dans des essais de compatibilité avec Cenchrus ciliaris et E. curvula avec application de base de 400 kg/ha de superphosphate simple + trois applications différentes d'azote. Au nombre d'autres espèces survivantes, Rhynchosia sublobata se maintenait toujours mais sans produire de semence. Seuls des plants isolés de Neonotonia wightii ont survécu.

Leucaena

Leucaena glauca, légumineuse fourragère buissonnante ou arbustive, est reconnue depuis longtemps pour sa résistance à la sécheresse (Arnold 1934). Elle fait l'objet d'un renouveau d'intérêt au Malawi (FAO), ainsi qu'en Zambie où les essais ont été moins encourageants.

De la semence de 4 cultivars de Leucaena, Peru, Cunningham, Hawaiian cross et Hawaiian géant, a été obtenue du Malawi et mise en terre en parcelles de 5 m x 5 m, avec rangs espacés d'un mètre et à 10 cm entre les plants. Un engrais composé de 2.3.2 avec zincate a été épandu à raison de 400 kg/ha. Les parcelles furent ensemencées à la mi-janvier; germination et implantation réussirent mais la végétation en parcelle se révéla ensuite très inégale. À la mi-février, les plants atteignaient 4 cm de hauteur et, vers la mi-septembre, certains mesuraient 50 cm sans dépasser cependant, pour la plupart, 15 cm. Hawaiian géant et Cunningham se développèrent le mieux parmi les cultivars. Tous furent légèrement grillés par le gel en juin et juillet.

Dans un autre endroit des parcelles plus grandes (15 m x 8 m) ont été ensemencées à des espacements identiques, avec fertilisation de 250 kg/ha de superphosphate simple. La germination fut bonne, mais malgré un désherbage tous les plants étaient morts à la mi-avril. Le sol de cet endroit était une terre franche sablonneuse à pH de 4,9. Bien que toutes les semences eussent été inoculées avec la souche appropriée de rhizobium, au moment du semis, on n'a constaté aucune nodulation sur Leucaena. Afin de poursuivre les essais, les quatre cultivars ont été implantés en pots, en serre, pour être transplantés en différents endroits.

Cenchrus ciliaris

Les pratiques culturales appliquées au C. ciliaris à la Ferme de recherche du Content comportaient un semis avec un distributeur d'engrais, à raison de 4 kg/ha. La superficie à implanter était d'environ 2 ha, après application de 250 kg/ha de superphosphate simple; le semis a eu lieu au début de janvier.

Tableau 3. Rendement de Cenchrus ciliaris en MS (kg) avec différentes doses d'engrais azotés (parcelle de 0,002 ha)

Traitement	Site 1	Site 2	Site 3
N_1	16,6	15,6	27,3
N_2	21,0	18,0	29,6
N_3	15,3	22,0	40,3
N_4	19,6	24,3	29,6
N_5	19,0	24,6	31,6

Dans le bloc d'essai n° 2, on a établi un schéma d'essai 3 x 3 pour suivre l'effet de N et de P sur l'implantation et la croissance. Les applications d'engrais ont été de : P_0, pas de phosphate; P_1, 200 kg/ha de superphosphate simple; P_2, 400 kg/ha de superphosphate simple; N_0, pas d'azote; N_1, 150 kg/ha LAN; N_2, 300 kg/ha LAN. On comptait quatre replicatifs dans un bloc de configuration aléatoire avec parcelles mesurant 5 m x 5 m. La germination et l'implantation furent bonnes, mais une fois de plus la végétation adventice a été excessive et l'on n'a pu effectuer de coupe d'évaluation.

Diverses quantités de LAN ont été utilisées pour implanter un engazonnement de Cenchrus en trois endroits différents de la ferme de recherche. Les traitements consistaient en applications uniques de LAN à raison de 80, 120, 160, 240 et 320 kg/ha à la fin de janvier. La méthode suivie était celle des configurations aléatoires en bloc avec trois replicatifs par endroit, et des parcelles de 5 m x 4 m. Une coupe d'évaluation en avril n'a révélé aucune différence d'importance dans les résultats, bien que la réaction eût été plus marquée jusqu'à l'application de 180 kg/ha au site n° 3 (tableau 3).

Amélioration des rendements et de la qualité des herbages naturels

Une expérience au ranch de Morapedi a eu pour objet d'étudier l'effet des engrais sur les herbages naturels. Les traitements comportaient de l'azote (N) sous

forme d'urée en doses de 0, 50, 100 et 150 kg/ha, du phosphore (P) sous forme de superphosphate simple en doses de 0 et 33,2 kg/ha, et de la potasse (K) sous forme de muriate de potasse à raison de 0 et 26,2 kg/ha.

Toutes les combinaisons, 4 x 2 x 2, furent disposées en blocs de configuration aléatoire avec deux replicatifs. Les applications d'azote eurent lieu en trois fois : la première, le 11 novembre 1976, en même temps que le phosphore et la potasse; la deuxième, le 14 décembre 1976; et la troisième, le 30 décembre 1976. La parcelle mesurait 10 m x 10 m et la superficie récoltée, 8,3 m x 8,3 m.

Aucune donnée météorologique n'a été relevée, sauf concernant les pluies, mais les chiffres estimatifs ci-après ont été recueillis par la station météorologique de Sebele : températures à midi dépassant généralement 30 °C, évaporation quotidienne de l'humidité de 8 mm en moyenne.

Le tableau 4 donne les rendements en MS séchée au four. Les engrais phosphorés et azotés ont produit des résultats très significatifs, mais non la potasse, en sorte que les chiffres du tableau 4 indiquent la réaction moyenne de l'herbage à l'azote en présence ou en l'absence de phosphore. Tous les résultats figurant dans ce tableau diffèrent nettement du témoin (N_0P_0) à $P < 0,01$.

Après la récolte, des échantillons représentatifs ont été analysés pour en constater la teneur en protéine brute (PB), en phosphore total, et la digestibilité in

Tableau 4. Réponse moyenne des graminées à l'azote en présence ou en l'absence de phosphore (en kg/ha de matière séchée au four).

	P_0	P_1
N_0	1 020	1 386
N_1	1 578	2 026
N_2	1 579	2 696
N_3	1 558	3 148

Note : Écart-type entre deux moyennes = 98 kg.

vitro. Le pourcentage de protéine brute a augmenté de pair avec la dose d'engrais azoté. Aucun des autres engrais n'a eu d'effet significatif sur la PB. La fumure au phosphore a augmenté la teneur en phosphore des graminées de 727 à 1 548 ppm de moyenne. Aucun des autres fertilisants n'a eu d'effets notables dans le même sens. Les différences entre les graminées ayant reçu du phosphore et celles n'en ayant pas reçu sont toutes très marquées.

Le tableau 5 reproduit les pourcentages de digestibilité in vitro. Les apports d'azote, seuls, les ont améliorés. Pour les graminées, notamment, traitées d'après N_2 et N_3, ils ont été nettement plus élevés que ceux obtenus avec le traitement N_0.

Les apports d'engrais ont modifié également la composition botanique des parcelles. De chacune d'elles, on a fauché des sections de 5 x 1 m^2, juste avant la récolte. L'analyse botanique a révélé que les échantillons recueillis se composaient surtout de : Brachiaria nigropedata, Anthephora pubescens, Schmidtia pappophoroides, Eragrostis spp. ainsi que de faibles quantités d'herbes non identifiées et d'espèces autres que des graminées.

Le poids des Eragrostis spp. et des graminées groupées avec elles a augmenté en même temps que la quantité d'azote fournie, et cette augmentation a été notable et rapide.

Il semble exister une interaction entre les engrais azotés et phosphoriques. Dans le cas des espèces

Tableau 5. Pourcentages de digestibilité moyenne par rapport aux traitements avec N.

Traitement avec N	Pourcentages de digestibilité
N_0	41,64
N_1	44,50
N_2	48,54
N_3	46,73

Note : Écart-type entre deux moyennes de traitement = 2,35 %.

Eragrostis, la réponse a été restreinte en l'absence de ces derniers. Le même résultat a été constaté avec B. nigropedata. La croissance de A. pubescens est atténuée avec l'application des plus fortes doses d'azote, alors que ce n'est pas le cas pour S. pappophoroides. D'autres expériences, en plus de celles de Morapedi, auront lieu l'année prochaine aux stations de Sebele et de Morale.

À compter de 1979, quelques espèces de légumineuses ont fait l'objet d'études particulières, notamment Siratro et Stylos; on a comparé divers cultivars de C. ciliaris, et l'on a aussi pu mesurer l'importance des réactions des Cenchrus et Eragrostis à l'apport de diverses doses de N et P. La SRPA sait depuis longtemps que 92 % du bétail du Botswana est élevé d'après des procédés traditionnels. Aussi, depuis 1979, les efforts se sont-ils orientés surtout vers les problèmes particuliers au cheptel appartenant au régime communal.

Siratro

Pour améliorer les parcours naturels, on s'est attaché surtout à introduire Siratro, Leucaena et le genre Stylosanthes. À cette fin, on a créé en 1971 une pépinière expérimentale à Sebele, et une autre à Mahalapye l'année suivante. Les détails de ces débuts et des rendements obtenus ont été publiés par la SRPA (1979). On a établi des parcelles de Cenchrus et de Siratro dont les rendements ont été enregistrés.

La SRPA faisait état en 1980 de quelques succès obtenus à Musi, à Morale et à Tsetseku avec Siratro : dans ces trois fermes, la légumineuse a été semée en bandes dans des sols défrichés. Elle s'est maintenue de façon satisfaisante à Musi et à Morale.

On avait prévu de répéter ce travail dans d'autres ranchs, mais on a décidé d'effectuer des semis préliminaires à une échelle réduite. À cet effet, on a créé une série de lots clôturés de 625 m^2 ou 250 m^2, aux endroits mentionnés dans le tableau 6.

À la saison sèche de 1981, on a tenté de vérifier en parcelle d'essai les effets d'un apport d'oligo-éléments, sans obtenir de résultat significatif.

Tableau 6. Endroits ensemencés en fourrage dans les ranchs de la SRPA.

Endroits	Nombre de parcs	Situation Est	Situation Sud	Pluviosité 1er sept. 1981 - 31 mars 1982
Sunnyside	2	25° 44'	25° 06'	442
Masiatilodi	2	25° 00'	25° 02'	322
Seleka[a]	1	27° 45'	23° 02'	355
Lesego	1	27° 19'	21° 55'	61
Tsetseku	1	23° 10'	20° 10'	234
Morale	2	26° 50'	23° 12'	335
Masama	4	25° 25'	23° 50'	266
Leupane	1	27° 00'	22° 35'	147
Nata	1	25° 57'	20° 00'	s.o.[b]
Dukwe	1	26° 35'	20° 36'	s.o.
Maitengwe[a]	1	27° 25'	20° 40'	s.o.
Matlolakgang	2	25° 10'	23° 54'	351
Impala[a]	1	27° 35'	21° 10'	123
Musi[a]	1	25° 04'	25° 40'	353

[a] Pas ensemencé à cause de la sécheresse.
[b] s.o. = sans objet

La pluviosité était la même aux divers endroits, à l'exception de Sunnyside qui a connu une période de sécheresse entrecoupée de légères averses de la mi-décembre à la fin de février. Siratro a été semé en bandes replicatives de 1 m de large avec différents apports d'engrais phosphatés. Tous les semis ont avorté par suite de la sécheresse qui a fait suite.

Stylosanthes

Un semis de Stylosanthes scabra en 1977 à Sebele a produit une végétation vigoureuse et s'est bien implanté, mais d'autres essais avec la même espèce ont tous échoué en des endroits voisins. S. scabra et S. hamata devraient pouvoir produire dans les conditions locales, mais elles se sont révélées toutes deux très difficiles à implanter. Des semis effectués à Sunnyside, Morale, Dukwe, Nata, Motopi et Sebele se sont bien comportés dans tous les endroits sauf à Masama et à Nata. Les plants ont produit de la semence mais les rendements ont été faibles, et la végétation a été médiocre en hiver.

Une collection de divers types nous est parvenue de la CSIRO en Australie, et une autre moins importante de la Station de recherche en cultures herbagères du Zimbabwe. Ces collections ont servi à des essais d'ensemencement à Morale, mais une seule espèce, S. scabra cv. Fitzroy semble prometteuse en restant verte, l'hiver.

Leucaena leucocephala

Des rapports précédents (SRPA 1979, 1980) ont fait état d'essais d'implantation de Leucaena. On a pu conclure de ces premiers travaux que cette espèce pouvait s'adapter à des régions à faible pluviosité avec un minimum de préparation culturale et un peu d'irrigation au moment de la plantation. Le programme se poursuit avec, pour objectifs actuels, d'observer le rendement de parcelles ensemencées, d'étendre la sphère géographique des plantations à échelle réduite, d'établir à Morale un deuxième grand parc (16 ha) de Leucaena en brout, et d'étudier les possibilités d'intégrer la plante aux régimes agricoles communaux.

On a consigné les rendements en matière sèche des parcelles d'observation de Sebele et de Mahalapye, ainsi que les résultats des récoltes précédentes. La parcelle d'implantation de Moshu (Ngamiland, région de Maun) n'a pas été récoltée mais elle se maintient bien et est conservée comme réserve pour la semence.

ÉVALUATION DES ORIENTATIONS DE RECHERCHE -- 1979-1980

Plusieurs événements survenus à cette époque ont orienté les travaux de recherche vers les problèmes beaucoup plus complexes des zones communales. En 1977, l'agent préposé à la recherche sur les pâturages à la SRPA avait fait remarquer que ni les cultivateurs commerciaux ni ceux de subsistance n'avaient adopté les changements obtenus des travaux antérieurs. À vrai dire, quelques éleveurs commerciaux cultivaient un peu de Cenchrus pour le foin et on observait, de-ci de-là, quelque particulier cultivant d'assez grandes superficies de Lablab non seulement pour le foin mais comme engrais vert avant le maïs. Les quelques exploitants laitiers comptaient soit sur de la luzerne irriguée,

soit sur des fourrages verts à ensiler. Mais, de façon générale, le jugement porté était exact.

En janvier 1979, l'équipe de la section d'évaluation des experts-conseils engagée par le ministère de l'Agriculture pour surveiller et évaluer l'application de la TGLP (Livre blanc n° 2 de 1975) était en fonction. Un an après, ses membres se réunissaient en conférence pour passer en revue les observations et les opinions locales, discuter des orientations désirables de la recherche, et résumer les principaux problèmes.

Le PPAI avait reconnu la nécessité de s'intéresser de plus près à la situation véritable et plutôt désordonnée de l'agriculture de subsistance qui était "mixte". Il avait également acquis du Conseil des terres tribales 5 ha de terre communale pour fins de démonstrations.

En 1979 également prenaient fin les travaux préliminaires du Groupe de travail pour le développement des terres cultivables, et la ligne à suivre commençait à se préciser. Inspirée par une autre consultation d'experts, la nécessité était reconnue d'inclure les fourrages et les pâturages dans les études à poursuivre.

Ces événements ont abouti à une étroite collaboration de la SRPA et du IFPP, et la saison 1979-1980 vit l'aménagement d'une série de parcelles d'essai dans la zone communale. Les espèces mises à l'essai provenaient entièrement de stocks existant au pays; toutefois 0,5 ha fut ensemencé en maïs, le 20 novembre, pour servir de plante-abri; et après les façons culturales 25 espèces différentes furent semées en culture dérobée à la fin de janvier, pour coïncider autant que possible avec l'époque des désherbages effectués par les cultivateurs locaux. Des semis hâtifs d'un certain nombre de graminées et de légumineuses avaient eu lieu, le 30 novembre, en parcelles répétitives. Ce semis hâtif des principales légumineuses annuelles envisagées a servi de base pour toutes les considérations futures.

Les pluies ont été favorables, la végétation s'est bien maintenue et le rendement des espèces retenues, Lablab et la fève Velvet, a été élevé. La nouaison de Velvet a été plus précoce que celle de Lablab. La croissance et le rendement de la fève Phasey et de

Dolichos leichardt ont été décevants au 25°S. Stylos n'a pu s'implanter. Seca et Verana ont été resemées sans succès. Des plantons en pots de Seca, après transplantation, ont survécu improductifs jusqu'aux premières gelées. Toutes les parcelles de 5 m x 5 m étaient replicatives et avaient reçu l'équivalent de 250 kg/ha de superphosphate simple.

Siratro a bien levé et a rapidement recouvert le sol. Les parcelles ont été alternativement fauchées à divers stades de développement, depuis quatre ans, continuant à produire de la semence et à se multiplier vigoureusement. Glycine à Pelotshetlha a survécu sans lui faire concurrence. Cenchrus s'est bien implanté tout comme le teff, en parcelles ouvertes. Lablab, Leichardt, Siratro, Cenchrus, Columbus, Glycine et Teff en culture dérobée se sont également implantés.

Un programme beaucoup plus ambitieux a été mis en oeuvre en 1980-1981 avec la collaboration de la SRPA et de la Division de vulgarisation des ranchs, production animale, du ministère. Une gamme nombreuse d'espèces, semées à différentes dates, ont été mises à l'essai dont deux semis à la dérobée dans du maïs et du sorgho, avec trois traitements aux engrais chimiques, et divers procédés de récolte appliqués aux espèces fourragères à l'essai. Parmi ces dernières, des espèces rustiques résistantes au froid ont été semées à différentes dates pour en évaluer la productivité et la survivance sans irrigation. Le but de ces travaux était de cataloguer les plantes fourragères pouvant s'implanter et produire en certaines périodes critiques de la longue saison sèche. On voulait également vérifier la possibilité d'implanter des bandes resemées dans le veld naturel en recourant aux méthodes les plus simples, les plus rapides et les plus économiques.

Trois endroits des régions pastorales ont été ensemencés à la volée en Siratro, à raison de 6 kg/ha, en bandes de 2 m de largeur préalablement travaillées à la herse à disques. On a épandu en même temps 250 kg/ha de superphosphate simple. La semence, mélangée à 100 kg/ha de LAN, a été enfouie à la herse. Les résultats ont confirmé les constatations de la SRPA pour les ranchs : à moins d'exclure les bestiaux, ceux-ci utilisent les bandes ensemencées comme sentiers et piétinent la végétation naissante.

Les semis à la mi-février se sont révélés trop tardifs et les façons culturales pratiquées doivent s'adapter aux types de sols. Il n'est pas douteux, cependant, que Siratro peut s'implanter et qu'il a donné régulièrement de bons rendements tant en ranch qu'au PPAI, en parcelles et en bandes, dans des conditions normales d'entretien. Ce programme de recherche va se poursuivre. Deux parcelles de ferme clôturées ont été ensemencées avec succès en Siratro et la végétation s'est maintenue même après paissance intensive par des chèvres durant la saison sèche.

Le programme de 1980-1981 a démontré la possibilité d'implantation de graminées et de légumineuses en culture dérobée dans des céréales, ainsi que les bons effets d'un apport de phosphore; le mois de février a été reconnu comme le moins favorable aux semis. Les légumineuses vivaces, comme Siratro et Glycine ont bénéficié de la couverture végétale; la fève Velvet ainsi que Lablab purpureus, plantes annuelles, peuvent donner de bons résultats en culture intercalaire après un semis en janvier et profiter de la couverture végétale pour produire des tiges volubiles plus tard qu'en culture à découvert, pourvu que l'humidité soit suffisante. La protection contre le froid dépendra cependant de l'épaisseur de la plante-abri.

En 1981-1982, l'implantation de graminées et de légumineuses a été renouvelée avec un égal succès dans le maïs ou le sorgho comme plante-abri, mais en recourant à une seule date d'ensemencement (4 février) à cause du manque de pluie à la fin de janvier. Une partie du bloc en sorgho a été ensemencée à la dérobée de diverses espèces fourragères en vue de "renforcer" la quantité de biomasse à obtenir. Cet essai faisait suite à la bonne végétation constatée l'année précédente dans les parcelles replicatives de Columbus dans tous les blocs secondaires des deux plantes-abri. Sept espèces fourragères ont été utilisées en mélange dans des sous-parcelles avec quatre légumineuses différentes, L. purpureus et Leichardt annuelles, et Siratro et Glycine vivaces. La moitié du bloc a été fauchée et mise en moyettes dans la dernière semaine d'avril, et l'autre moitié laissée sur pied. Ce procédé, répétition de l'année précédente, avait pour double but d'observer les résultats obtenus des espèces semées à la dérobée et de comparer le rendement des plantes fourragères ainsi

que les modifications aux teneurs en protéine brute et en MS digestible. En 1979, la SRPA avait entrepris en différents endroits, dont le PPAI, des recherches concernant la mise en moyettes. Elles avaient confirmé, comme on l'avait constaté ailleurs, une baisse significative en qualité et en quantité de la récolte sur pied à compter de la dernière semaine d'avril.

Ces moyennes de rendement en résidus des cultures traditionnelles ont de l'importance comme points de repère. On s'en est servi pour comparer les avantages, dans la production de biomasse, des fourrages cultivés spécialement comme aliments du bétail dans le programme de recherche. L'augmentation moyenne provenant du "renforcement" obtenu d'un semis intercalaire de fourrages s'élève à 1 100 kg. Les moyennes de rendement obtenues ont été : pour les semis fourragers en janvier, 3 600 kg, et pour ceux de février, 2 600 kg; pour les légumineuses annuelles comme Lablab et la fève Velvet, 5 000 kg, pour Siratro, légumineuse vivace, 4 400 kg et pour Cenchrus, graminée vivace, 3 800 kg.

Quant au renforcement des parcelles fourragères avec une légumineuse, des parcelles replicatives de huit variétés fourragères furent ensemencées à deux dates de la saison 1981-1982, et Siratro, L. purpureus et D. leichardt furent semées en croisé à la volée dans des sous-parcelles. L'implantation et la végétation ont été variables pour Leichardt et négligeables avec les semis tardifs (en février) de Lablab, tandis que Siratro a contribué dans tous les cas à améliorer la qualité. L'analyse du foin a indiqué une augmentation moyenne de 2,2 % de la protéine brute. Pour les parcelles replicatives découvertes, on trouvera en annexe la série des espèces mises à l'essai et implantées.

Participation des agriculteurs

On n'a pas connaissance d'efforts délibérés, dans le passé, de la part de particuliers en vue de conserver comme fourrages les résidus de récoltes ou des récoltes sur pied. La clôture de certains champs, avec l'assistance de l'ALDEP, ainsi que la recherche persévérante de cultures fourragères ont donc ouvert de nouvelles perspectives aux propriétaires de bestiaux. Les rendements favorables obtenus en parcelles expérimentales durant les deux saisons de 1979-1981 ont cependant retenu

l'attention des agriculteurs locaux, en particulier avec la légumineuse Lablab. Sept parcelles de ferme de 20 m x 20 m ensemencées en L. purpureus du 12 au 20 décembre 1981 se sont bien implantées et les pluies ont favorisé la végétation. En deux endroits, on a utilisé à la fin de janvier un mélange de Cenchrus-Siratro en sursemis et trois autres ont été ensemencés avec un mélange identique sur des parcelles voisines. La végétation a été arrachée dans toutes les parcelles de Lablab et fanée sur des trépieds, les agriculteurs pouvant utiliser le foin comme bon leur semblait. Quant aux parcelles de Siratro, elles furent pâturées par des chèvres.

Les séances à propos des projets conjoints avaient révélé l'intérêt porté à l'évaluation des fourrages, et les responsables du Projet d'évaluation des systèmes de cultures et des intrants agricoles (PESCIA), opérant dans les territoires au nord de Gaborone, firent appel à cinq agriculteurs pour ensemencer une certaine étendue en Lablab ainsi que des parcelles séparées de millet et de trudan. Le projet se chargea de superviser des parcelles d'essai de niébé du Dr Saunders et un lot de Cenchrus/Siratro. On a obtenu une récolte de fourrage à quatre endroits, mais le Lablab a échoué, tout comme le niébé, par suite de l'envahissement des mauvaises herbes, à l'exception d'un endroit.

L'expérience a été répétée en 1982-1983 avec le millet et le Lablab, avec le concours de 11 cultivateurs. À la même époque, on a établi une parcelle de démonstration de 4 ha en collaboration avec la SRPA. Le PPAI recruta 30 volontaires, et dans tous les endroits on sema un mélange de millet de Lablab en parcelles de 0,25 ha. Quelques cultivateurs offrirent plus de terrain et effectuèrent en janvier un deuxième semis d'un mélange fourrager de Columbus et de sorgho. À cause des pluies et de l'insuccès général des cultures, la saison imposa un fauchage prématuré. Dix-sept des agriculteurs obtinrent cependant un rendement appréciable de Lablab et de fourrage mélangé qu'ils purent récolter, faisant pâturer ensuite de bonne heure la récolte de grain manquée. L'intention de ces agriculteurs de transporter chez eux le fourrage récolté a été jugée encourageante et, cette fois encore, tous furent autorisés à l'utiliser comme ils l'entendaient. Deux

d'entre eux labourèrent des parcelles supplémentaires à ensemencer en 1982-1983.

Afin de répandre l'idée de nourrir le bétail avec du fourrage, on a offert à 12 cultivateurs volontaires du foin pressé provenant de la ferme de Morale de la SRPA en plus des balles de fourrage fournies par les parcelles du PPAI. À la saison sèche de 1982, on construisit dans les kraals de simples râteliers de perches et huit agriculteurs furent invités à servir ce fourrage à leurs boeufs de trait et quatre autres à leurs vaches en lactation ou en état de gestation avancée. Ce dernier groupe reçut le foin de légumineuse, de meilleure qualité, provenant des parcelles de démonstration. Le foin de Morale avait une odeur de moisi et l'affouragement des boeufs ne fut pas un succès.

Pendant l'hiver de 1983, la SRPA et PESCIA recrutèrent ensemble 11 agriculteurs pouvant fournir leur propre fourrage de fanes que l'on compléta avec des fourrages pressés du même genre achetés par la SRPA. Six animaux par ferme furent alimentés de cette façon, soit trois boeufs et trois vaches. L'expérience a été contrôlée par la SRPA.

Pour la saison 1983-1984, 60 agriculteurs offrirent au PPAI de participer. Les 17 qui avaient récolté du fourrage l'année précédente devaient labourer leur propre parcelle. Tous les nouveaux volontaires travaillèrent le premier demi-hectare à la herse à disques et l'ensemencèrent à la volée, mais la saison ne permit d'effectuer la majeure partie des travaux que durant la période de Noël. Des deuxièmes parcelles furent ensemencées, en certains cas pendant les pluies de la deuxième semaine de janvier. Les précipitations firent ensuite défaut. Les quelques parcelles préparées de bonne heure commencèrent à dépérir en février et l'on conseilla aux agriculteurs d'en récolter ce qu'ils pouvaient. Une pluie douce (44 mm), du 21 au 23 mars, fit germer quelques-uns des semis de janvier et d'autres agriculteurs purent en récolter le foin en avril. Tous les semis de grain étaient morts ou n'avaient même pu se faire. Les résultats de la saison firent ressortir les incertitudes et les difficultés à surmonter par les cultures fourragères en terrain découvert. Le bétail eut accès de très bonne heure aux terres cultivables et

l'on conseilla à d'autres agriculteurs de faucher ce qu'ils pouvaient de leur récolte manquée de sorgho.

On ignore, pour le moment, si c'est la sécheresse générale qui a incité les agriculteurs à faucher ce qu'ils pouvaient de foin et à le transporter chez eux, ou si l'idée d'amasser une réserve de fourrage pour leur kraal commence à pénétrer chez eux. La saison prochaine verra s'étendre les options de ce genre offertes aux agriculteurs dont un beaucoup plus grand nombre auront à faire eux-mêmes les travaux nécessaires. L'intention est de poursuivre le réensemencement plus hâtif de bandes dans les parcours naturels et d'inciter un plus grand nombre d'agriculteurs à construire de simples râteliers dans leur kraal, avec des parcs clôturés pour les chèvres et les ovins.

Pour résumer les trois premières saisons de travail expérimental sur les parcelles de démonstration de Pelotsetlha, il importe de considérer les résultats non seulement en fonction de dates, méthodes, taux d'ensemencement, mélanges d'espèces de graminées, de légumineuses et d'autres plantes fourragères, procédés divers de coupe et époques de récoltes, mais aussi de ce facteur éminemment critique qu'est la pluviosité.

Pendant les trois premières des cinq années d'observation qui se sont déroulées, les mois critiques de janvier et février ont offert diverses dates d'ensemencement favorables, en particulier pour un semis tardif sous une plante-abri. Nous rejetons l'allégation qu'il eut peut-être mieux valu éprouver d'abord les frustrations qui ont marqué les deux dernières années. S'il en avait été ainsi, il n'est guère douteux que l'on aurait conclu à l'existence d'un nombre insuffisant d'options à explorer. Les circonstances, par hasard, nous ont permis d'élargir sensiblement le champ des possibilités à étudier, en nous révélant ce que l'on pouvait attendre de meilleur et de pire en qualité comme en quantité dans les choix qui s'offraient à nous.

La période que nous évoquons ici a vu se former une véritable conscience du grand problème qui confronte la majorité silencieuse de nos populations, ces petits propriétaires terriens qui vivent et survivent dans un environnement communal qui ne leur assure même plus un semblant d'équilibre symbiotique. Deux années succes-

sives de sécheresse ont accru cette prise de conscience, mais il est encore prématuré de dire si les anciennes attitudes d'indifférence reparaîtront ou non lorsque de bonnes pluies hâtives auront fait reverdir nos vastes pâturages naturels.

Ce qui est certain, c'est que beaucoup de bestiaux ont péri dont, malheureusement, une proportion élevée de femelles d'élevage, toujours les plus exposées. Plus grave encore, ce sont les petits troupeaux qui, inévitablement, ont dû souffrir le plus. La propriété du bétail est très chaotique. Quarante-cinq pour cent de tous les agriculteurs possèdent moins de 10 têtes; entre eux, ils n'ensemencent que 20 % des terres cultivables et leurs rendements sont les plus faibles (statistiques agricoles, 1983). Ce sont vraiment les plus désavantagés. Les statistiques révèlent aussi que la proportion des vêlages est inférieure à la moyenne et que, presque sûrement, les femelles doivent servir aux travaux des champs.

On peut alléguer, non sans raison, que ce vaste secteur de la collectivité est le moins à même de produire convenablement des fourrages, et que la notion de l'affouragement du bétail viendra aider d'abord les ménages ruraux dont la situation est supérieure à la moyenne. Ce point, cependant, importe peu. Tous utilisent les pâturages communaux. On doit tenir compte également des vastes étendues de terres cultivables mal utilisées et qui, certaines années, ne sont jamais labourées. On comptait 305 000 ha en culture en 1983, soit à peine 12 % de ce qui pourrait l'être.

De grandes possibilités s'ouvriraient si l'on tenait compte des vastes espaces vides du territoire, et tout le monde en profiterait. L'acquisition de meilleurs pâturages n'est pas moins importante pour relever leur capacité de charge et remédier aux déficiences alimentaires des troupeaux. De ce côté, les petits troupeaux seraient avantagés du fait qu'il serait plus facile de répondre à leurs besoins.

Ce qui est surtout souhaitable serait de voir les groupes composant les collectivités rurales s'unir pour résoudre ensemble le problème de façon rationnelle. Le ministère de l'Agriculture étudie actuellement les moyens d'encourager des initiatives en ce sens. Collec-

tivement, les communautés pastorales doivent recevoir l'aide nécessaire pour maîtriser et stabiliser les ressources naturelles dont elles peuvent disposer. Tout le programme des pâturages et des fourrages dont il a été question ne représente qu'un volet du tableau.

BIBLIOGRAPHIE

APRU (Animal Production Research Unit). 1970-81. Range and livestock monitoring in western Botswana. Animal Production Research Unit, Annual Reports. Gaborone, Botswana, APRU.

Field, D.I. 1976. Handbook of common grasses in Botswana, Gaborone, Botswana, Ministry of Agriculture, 163 p.

ILCA (International Livestock Centre for Africa). 1981. Report-Botswana, Working Document No. 6. Botswana, ILCA.

1984. International Livestock Centre for Africa -- Research Brief, July 1984. A comparison between the Productivity of Traditional Livestock Systems and Ranching in E. Botswana. Botswana, ILCA.

LEU (Livestock Evaluation Unit) 1982. Livestock Evaluation Unit Report, Vol. 2. Production and Nutritive value of Range Forage. Botswana, LEU.

Pratchett, D. 1978. Effects of bush clearing on grasslands in Botswana (1st International Rangeland Congress). Gaborone, Botswana, Animal Production Research Unit, Ministry of Agriculture, p. 667-670.

Pratchett, D. et Shirvel, B. 1978. The testing of grazing systems on semi-arid rangeland in Botswana (1st International Rangeland Congress). Denever, Colorado, USA, Society for Range Management, p. 567-568.

Prince, S.D. 1982. UNDP evaluation of range management procedures and monitoring, Botswana. Botswana, UNDP.

Sandford, S. 1980. Keeping an eye on TGLP. A report prepared for the National Institute of Research. Botswana, University College of Botswana, No. 31, 83 p.

Van Rensburg, H.J. 1970. FAO Report on evaluation of indigenous legumes, Botswana. Botswana, FAO.

1971. Range ecology in Botswana. Technical Document No. 2. Botswana, UNDP.

ANNEXE

Espèces utilisées au PPAI, de 1981 à 1984, pour en faire l'étude et l'évaluation

Plantes fourragères

Trudan, Fodderbank, Supergrazer, Haygrazer, Columbus grass, Sweet Sudan grass, millet Babala, Sordan. Importations d'Australie : millet Feedmill II, sorghos fourragers : Jumbo, Sugargrazer, Speedfeed

Graminées

Cenchrus ciliaris, Molopo, Gayndah, É.-U.-Australie O., Panicum coloratum, Bambatsi, panic Sabi, Panicum maximum, Green, Gatton, Digitaria, Smutsii, Erianthe (herbe de Rhodes), Anthephora pubescens, Phalaris tuberosa, fétuque bleue du Kentucky, Setaria, Nandi, Paspalum, plicatulum, notatum, Eragrostis, Teff, Curvula, Ermelo, American leafy

Légumineuses

Dolichos, Lablab, Leichardt, Siratro, fève Phasey, Glycine, Tinaroo, luzerne, Barrel medic, Jemalomg, Vesce, Crown, Wooly pod, sainfoin, Trifolium, repens, Stylosanthes, Hamata, Scabra, Humilis, Guianensis, Cook, Schofield, Endeavour, niébé, colonna, fève Velvet, pois d'Angole.

Fourrages d'hiver

Seigle, polko, koolgrazer, hybrides, Agroticum, Triticale (4), radis, fourrage japonais, satinajina, nooitedacht

REVUE DES ESPÈCES AMÉLIORÉES UTILISÉES POUR ENRICHIR LES PÂTURAGES AU MOZAMBIQUE

Jonathan Timberlake et António Catalão Dionisio

Projet d'enquête sur les ressources naturelles et l'évaluation des sols, FAO, Instituto Nacional de Investigações Agronomica, C.P. 3658, Maputo, Mozambique; et directeur, Empresa de Bovinos de Maputo, ministère de l'Agriculture, C.P. 1863, Maputo, Mozambique, respectivement.

Sommaire *Le Mozambique, dont la superficie est de 779 500 km^2, se distingue par la diversité des conditions écologiques qu'on y trouve. Le régime des pluies d'été varie de 350 à 2 000 mm par an. Le quart austral du pays compte 80 % du cheptel total, en grande partie appartenant au secteur communal, et presque tout le reste aux entreprises de l'État.*

Peu de recherches ont porté sur l'amélioration des pâturages ou des espèces susceptibles de les améliorer et presque toutes les connaissances à ce sujet proviennent de la réussite ou des insuccès obtenus sur les fermes de l'État.

L'herbe à éléphant est largement utilisée comme fourrage frais ou pour l'ensilage, ainsi que d'autres grandes graminées. Parmi les légumineuses, leucaena et siratro semblent prometteuses ainsi que Lablab purpureus à un moindre degré.

On espère pouvoir recourir à l'avenir à la station de recherche actuelle et aux fermes d'État de diverses régions écologiques pour étudier les techniques agronomiques qui s'imposent ainsi que le comportement de certaines espèces pour pâturages et fourragères. L'attention se portera en particulier sur les fourrages verts ou conservés ainsi que sur la production de semences. Diverses espèces pouvant également servir à

l'alimentation humaine dans le secteur communal seront également étudiées.

Un obstacle important à surmonter est le manque de techniciens agricoles et l'insuffisance de cadres possédant une formation pratique. Ce sont là des priorités.

Le Mozambique couvre une superficie de 779 500 km^2 s'étendant de 11° à 27° de latitude S., avec des altitudes variant de 1 600 m à celle du niveau de la mer. La pluviosité annuelle atteint environ 350 mm en moyenne, aux abords des frontières avec l'Afrique du Sud et le Zimbabwe, et s'élève à 2 000 mm sur les hauts plateaux de la province du Zambèze. Les zones écologiques sont donc d'une grande diversité, et la recherche sur les pâturages devra en tenir compte.

La production du bétail peut se répartir entre trois grandes zones générales : le Sud, le Centre et le Nord. La zone sud s'étend sur les provinces de Maputo, Gaza et Inhambane et l'on y trouve 80 % du cheptel national, lequel s'élève à $1,3 \times 10^6$ têtes. Cette partie du pays est exempte de trypanosomiase, à l'exception de quelques endroits abritant la Glossina austeni. C'est sans doute pourquoi la majeure partie du cheptel en propriété communale se trouve concentrée dans cette zone. La végétation se compose surtout de savanes, et une bonne partie des pâturages naturels constitue ce qu'on appelle là-bas le veld mixte et le veld doux, à base de Themeda triandra, Panicum maximum et Urochloa mosambicensis avec quelques espèces de Digitaria et d'Eragrostis. Grâce à des précipitations d'été raisonnables (600 à 800 mm), aux pluies occasionnelles de la saison sèche, à l'absence quasi-totale de gel et à l'existence d'assez vastes étendues de terres d'une assez bonne fertilité, la zone semble bien convenir à l'introduction d'espèces améliorées à pâturer, pour la production de viande et de lait. On trouve également des possibilités d'irrigation le long des cours d'eau les plus importants.

La zone centrale est d'une extrême variété et comprend les plaines d'alluvions de la vallée de Zambézie, les régions sèches de la province de Tete, les zones boisées à pluviosité abondante ici et là dans les provinces du Zambèze et de Manica, ainsi que les vastes plaines côtières de Sofala et du Zambèze. Une partie

de cette zone est boisée en miombo. La trypanosomiase y sévit presque partout et le bétail est, pour la plupart, concentré dans les grandes exploitations, notamment les plantations de cocotiers et de canne à sucre. L'Angonia, à la frontière avec le Malawi, fait exception avec son important cheptel entretenu par le secteur communal. En termes généraux, la région peut être qualifiée de veld mixte, acidifié dans les régions élevées, doux dans les régions plus sèches du Tete. Cette zone offre également de bonnes possibilités d'irrigation.

La zone nord comprend les provinces de Niassa, Cabo Delgado et Nampula. On y trouve, surtout dans les endroits plus pauvres, des terres boisées en miombo et la trypanosomiase y est répandue. Le maigre cheptel observé appartient en partie au secteur privé et en partie à l'État, mais non au secteur communal. L'élevage ne fait guère partie des traditions locales. Bien que la pluviosité soit satisfaisante, la saison sèche dure longtemps et l'herbe est grossière et de qualité médiocre durant presque toute l'année. Les possibilités d'irrigation sont peu reluisantes.

AMÉLIORATION DES PÂTURAGES ET UTILISATION D'ESPÈCES AMÉLIORÉES

La recherche sur les pâturages au Mozambique a consisté surtout en relevés détaillés de la flore composant les pâturages naturels (Myre 1960, 1971, 1972; Lousa 1973), effectués pendant le régime colonial. Plus récemment, on a étudié des méthodes de débroussaillement des parcours naturels (Sweet 1980), mais on n'a guère accordé d'attention à l'amélioration des pâturages. Pour une bonne part, nos connaissances à ce sujet s'inspirent des succès et échecs obtenus sur les fermes de l'État (Servoz 1982). Certaines études ont eu lieu à Mazeminhama (Myre 1969), à Namaacha et à Umbeluzi, dans le sud de la province de Maputo, sur de bonnes terres à fond basaltique, mais elles n'ont que peu de rapport avec les conditions existant dans la majeure partie du pays. Quelques essais de faible importance se poursuivent également dans l'Angonia, près de la frontière du Malawi, concernant l'adaptabilité de certaines espèces à la petite exploitation (Centro Rural de Desenvolvimento 1984).

Le tableau 1 énumère quelques espèces éprouvées au Mozambique, avec indication de leurs emplois et de leur valeur. De façon générale :

Leucaena leucocephala a réussi en beaucoup d'endroits. Elle est consommée verte par le bétail ou pâturée périodiquement. On en a fait l'essai aussi bien en plantations qu'en rangs ensemencés dans les pâturages naturels, par semis direct ou sous forme de plantons venus de pépinière. La récolte de semences couvre actuellement les besoins du pays. Aucun empoisonnement par la mimosine n'a été signalé, mais l'affouragement du bétail avec cette plante ne date pas encore d'assez longtemps.

Siratro (Macroptilium atropurpureum) a pu être cultivé avec succès dans des milieux climatiques très divers : on le recommande généralement pour la production laitière et le renforcement des pâturages naturels. Les porcs le consomment également en vert. Même si la végétation superficielle a été détruite par la sécheresse dans de nombreuses régions, siratro a bien repris après les pluies suivantes.

Lablab purpureus, cultivars locaux. Très prometteuse, apparemment, dans les régions sud, cette plante exige peu de soin et d'engrais et sa production de semences est bonne. Celles-ci ont en outre l'avantage de convenir à l'alimentation humaine.

L'herbe à éléphant (Pennisetum purpureum) est largement cultivée, souvent sous irrigation, comme fourrage vert ou pour l'ensilage destiné au bétail laitier et parfois aux porcs. Toutefois, le manque de fertilisation et une irrigation irrégulière réduisent souvent sa productivité. Le mélange de Siratro et de Glycine cv. Cooper semble donner de bons résultats.

Cynodon plectostachyus a été cultivé avec succès dans certaines fermes laitières irriguées et abondamment fertilisées. Ailleurs, on en a fait du foin. La plante a également bien fait en régions sèches, mais avec de bonnes précipitations.

La luzerne (Medicago sativa) a été cultivée pendant quelques années sous irrigation, pour en produire de la farine de luzerne destinée aux usines de la vallée du

Tableau 1. Légumineuses et graminées améliorées utilisées au Mozambique.

Espèces	Usage, méthodes agronomiques	Résultats	Zones
Légumineuses :			
Cajanus cajan	. fourrages et production de graines comestibles	. bonne dans une foule de régions comme culture vivrière. Haute et ouverte, donc exposée aux mauvaises herbes	Sud
Centrosema pubescens	. pâturages sous cocotiers		
Desmodium uncinatum			
cv. greenleaf cv. silverleaf	. avec l'herbe à éléphant comme fourrage ou pour l'ensilage		
	. cultivée sous irrigation avec Cynodon plectostachyus comme fourrage pour le bétail laitier	. utilisée avec succès	Manica
Lablab purpureus cvs locaux	. fourrage et production de graines comestibles	. bonne végétation; peu d'exigences agronomiques. Bonne production de feuilles et de semences. Pas encore essayée pour le pâturage.	Maputo
Neonotonia wightii cv. Cooper	. avec l'herbe à éléphant pour le fourrage et l'ensilage	. bons résultats	Sud
	. renforcement des pâturages naturels	. assez bons résultats mais résiste mal à la paissance	Sud
cv. Tinaroo	. renforcement des pâturages naturels	. quelque succès; réussit mieux en saison fraîche	Sud
Leucaena leucocephala	. renforcement des pâturages naturels, semis en rang	. très bon succès; à recommander	Sud
	. améliore la fertilité des vieux champs de coton		Nord
	. semis en blocs pour le fourrage; parfois sous irrigation	. pousse bien dans les régions sèches	Pays entier
	. fourrage chez les petits exploitants	. réussit bien; excellentes possibilités	Centre, Sud
Macroptilium atropurpureum	. renforcement des pâturages naturels	. quelque succès; tolérance au feu et à la sécheresse, mais coût élevé	Sud

	. avec herbe éléphant pour fourrage ou ensilage	. très bonne réussite, recommandée; pour bovins laitiers et porcs	Sud, Centre
	. améliore la fertilité des vieux champs de coton		Nord
Medicago sativa	. sous irrigation, comme fourrage pour bovins laitiers	. très exigeante agronomiquement et pour les sols; pas recommandable	Sud
Pueraria phaseolioides	. pâturages sous les cocotiers		Zambèze
	. fourrage	. quelque succès en altitudes élevées; peut se reproduire de stolons	Centre
Mucuna	. avec maïs et sorgho pour l'ensilage dans les régions sèches	. bonne végétation	Sud
Stylosanthes guianensis cv. oxley à tiges fines	. avec Cynodon plectostachys sous irrigation, comme fourrage pour bovins laitiers		Manica
	. renforcement des pâturages naturels	. bons résultats; sans doute la meilleure espèce à cette fin mais donne de meilleurs résultats fauchée que pâturée	Sud
cv. Cook	. renforcement des pâtures naturels		
Stylosanthes hamata cv. Verano	. renforcement des pâturages naturels		
Stylosanthes humilis cv. Townsville	. renforcement des pâturages naturels		
Stylosanthes scabra cv. Seca			
Graminées :			
Cenchrus ciliaris cv. Molopo	. renforcement des pâturages naturels en mélange avec Siratro Stylo cv. Cook, Stylo cv. Verano, Leucaena	. s'est bien implantée mais n'a pas persisté; réussit mieux en régions plus sèches	
Chloris gayana	. renforcement des pâturages naturels en mélange avec Siratro	. bon résultats	

(suite)

Tableau 1. (fin).

Espèces	Usage, méthodes agronomiques	Résultats	Zones
Cynodon plectostachyus	. sous irrigation ou bonne pluviosité et beaucoup d'engrais, comme fourrage pour bovins laitiers	. bons résultats	Manica
Melinis minutiflora			
Panicum maximum cvs	. renforcement des pâturages naturels en mélange avec Siratro, Glycine cv. Cooper, Leucaena		Sud
	. fourrage ou ensilage pour bovins de boucherie ou laitiers	. bons résultats mais plantation à remplacer après 3 ans; recommandée	Sud
Pennisetum americanus cv. Babala	. pour pâturage ou ensilage	. bons résultats préliminaires, récolte à double usage, avec bonne production de semences	Sud
Pennisetum clandestinum	. pour le foin	. réussit bien aux altitudes élevées mais a besoin d'irrigation; rendement plutôt faible	Centre, Sud
	. pour pelouses et pour fixer les sols	. répandue et donne de bons résultats	Pays entier
Pennisetum polystachyon	. pour fourrage ou ensilage pour bovins laitiers	. bons résultats préliminaires; tolérance à la sécheresse et aux inondations	Sud
Pennisetum purpureum	. pour fourrage des bovins laitiers et de boucherie et des porcs, avec ou sans irrigation	. très bons résultats; très répandue, recommandée; la meilleure graminée pour bovins laitiers mais a besoin d'irrigation	Pays entier
	. pour ensilage, seule ou avec Siratro, Desmodium, Glycine	. bons résultats	Pays entier
Setaria sphacelata			
Setaria splendida	. fourrage pour bovins laitiers	. bon rendement, sapide mais réclame beaucoup d'humidité	
Sorghum spp.	. cultivée pour l'ensilage dans les régions sèches, parfois avec Stilozobium	. réussit bien; aussi cultivée largement pour l'alimentation	Sud

Sources : communications des administrateurs de diverses fermes d'État et de Tilak Viegas et al. (1981); Tilak Viegas et Servoz (1981); Servoz (1982).

Limpopo. Plus récemment, on en a fait l'essai dans les terres d'alluvions irriguées du Sud, mais sans grand succès : la superficie cultivée était trop considérable et les méthodes de culture faisaient défaut. La plante demande trop de soins.

Certaines fermes de l'État cultivent des sorghos, de variétés normales ou fourragères (Sorghum alum, S. sudanese, S. vulgare) pour l'ensilage, et parfois aussi le maïs (Zea mays). En mélange avec Stilozobium en régions sèches, le sorgho a très bien poussé et permis d'affourager les troupeaux laitiers.

Les deux procédés d'amélioration des pâturages ont été utilisés : culture d'espèces améliorées, en peuplement, ou sursemis de pâturages naturels. On a essayé le sursemis ou le renforcement de prairies naturelles (Themeda - P. maximum) avec Cenchrus ciliaris, siratro, Neonotonia wightii cv. Cooper, Stylosanthes guianensis cv. Oxley et Cook, et Leucaena mais la plupart n'ont pas persisté sans doute par manque de soins culturaux. Toutefois, les rangs de Leucaena se sont maintenus. L'implantation s'effectuait fréquemment après passage de la herse à disques tirée par un tracteur. On espère, à l'avenir, faire plus large usage de la traction animale dans le secteur communal.

Bien que le Mozambique ait tenté de produire lui-même toutes ses semences, notamment celles de siratro, on constate une pénurie grave (à l'exception de Leucaena) dans tout le pays. La récente période de sécheresse a fortement compromis un programme pilote d'essais à échelle réduite dans une foule de fermes d'État du sud du pays (10) et empêché, de ce fait, la collecte de semences. Quelques producteurs laitiers utilisent des espèces améliorées pour les pâturages mais, en général, tout le bétail du secteur privé comme du secteur communal vit des pâturages naturels.

L'Instituto Nacional de Investigações Agronómica a récemment mis sur pied un petit centre de culture de Rhizobium dont la production actuelle est en majeure partie destinée à l'inoculation du soya, mais certaines installations font aussi la culture d'autres souches de rhizobiums à l'échelle expérimentale. On espère développer ces moyens, à l'avenir.

PRIORITÉS DE RECHERCHE ET STRATÉGIES À VENIR

Étant donné le très petit nombre de recherches sur les pâturages au Mozambique, aucune méthode adéquate ou reconnue n'a encore été mise au point. Ce n'est pas tellement la recherche qui prédomine aujourd'hui, mais plutôt l'utilisation d'espèces et de pratiques déjà établies ou présentant quelques succès.

Cependant, les orientations les plus appropriées et les plus prometteuses de la recherche sembleraient être les suivantes : essais à l'échelle réduite, à la ferme, d'espèces et de variétés nouvelles et prometteuses dans les diverses zones écologiques; détermination des procédés optimums d'implantation, de fertilisation et d'entretien dans ces diverses régions, de siratro, de l'herbe à éléphant, de Leucaena et d'autres, à l'aide de techniques agronomiques plus avancées dans les grandes exploitations privées et étatisées; des objectifs identiques mais d'un niveau technique moins développé, adapté aux besoins réduits du secteur communal, en vue de la production laitière et d'une alimentation plus sélective des bestiaux durant les périodes sèches; techniques de renforcement des pâturages naturels avec des légumineuses telles que Leucaena, Stylosanthes, siratro et Neonotonia au profit des élevages laitiers ou de la production de viande de boucherie; sélection des espèces fourragères les plus avantageuses, seules ou en mélanges, pour l'ensilage, et des combinaisons de graminées/légumineuses pour la production de fourrage en terres irriguées.

Les cultures à double usage pourraient s'avérer particulièrement intéressantes pour les cultivateurs en zones communales. L. purpureus, Cajanus cajan, le sorgho et le millet, par exemple, peuvent entrer dans l'alimentation humaine, et leurs résidus (ou les récoltes manquées) peuvent servir de fourrage pendant la saison sèche.

On espère pouvoir amorcer ces études dans diverses stations expérimentales des principales régions écologiques du pays, ou dans les fermes de l'État en mesure de les effectuer. La recherche devrait également toucher aux aspects économiques découlant de l'amélioration des pâturages. On insistera également sur la production commerciale des semences d'espèces sélection-

nées. La difficulté d'application de ce programme viendra sans doute de la rareté de personnel technique compétent à y affecter.

Des pays comme le Zimbabwe et l'Australie, notamment, ont effectué beaucoup de recherches qui pourraient nous être utiles à l'amélioration des pâturages et des espèces fourragères. Les conclusions obtenues là-bas devront d'abord être mises à l'essai dans les principales zones écologiques du Mozambique avant de les appliquer à un niveau général.

BIBLIOGRAPHIE

Centro Rural de Desenvolviemento, M'tengo Umodzi, Angonia. 1984. Improved pastures and Leucaena. Mozambique, Ministry of Agriculture, Internal Report.

Lousa, M.F. 1973. Agrostological components of the natural pastures of Mozambique. Maputo, Mozambique, Instituto de Investigação Agronómica de Mozambique (IIAM), Communicações 80.

Myre, M. 1960. The principal components of natural pastures in the south of Mozambique. Mozambique, Direcção de Agricultura e Florestas.

1969. Work and experiences at the Agricultural Station of Mazeminhama. Maputo, Mozambique, Instituto de Investigação Agronómica de Mozambique (IIAM), Communicações 43.

1971. The pastures of the region of Maputo. Maputo, Mozambique, Instituto de Investigação Agronómica de Mozambique (IIAM), Memorias No. 3.

1972. Pasture reconnaissance in the Save valley. Maputo, Mozambique, Instituto de Investigação Agronómica de Mozambique (IIAM), Communiçãcoes 75.

Programma Piloto de Pastagens. 1981. Cyclostyled proposal of Direcção Nacional de Pecuária.

Mozambique, Ministry of Agriculture, Direcção Nacional de Pecuária.

Servoz, H.M. 1982. Final report of Intensive Pastures Officer. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), FAO MOZ/75/008. FAO. (Polycopie)

Sweet, R.J. 1980. Programme of management of extensive pastures in Mozambique. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), FAO MOZ/75/008. (Polycopie)

Tilak Viegas, F.J., Figueiredo, O. et Servoz, H. 1981. Course on improved pastures and production of fodder for Basic Level Animal Production Technicians. Mozambique, Ministry of Agriculture, Direcção Tecnica Agraria.

Tilak Viegas, F.J. et Servoz, H.M. 1981. Technical note on the reinforcement of pasture and forages with legumes and the production of seed. Mozambique, Ministry of Agriculture, Direcção Nacional de Pecuaria.

LES PÂTURAGES AU LESOTHO

C.J. Goebel, B. Motsamai et V. Ramakhula

Range Research Section, Farming Systems Project, Research Division, Ministry of Agriculture, P.O. Box 333, Maseru 100, Lesotho; Range Management Division, Ministry of Agriculture, P.O. Box 92, Maseru 100, Lesotho; and Range Research Section, Farming Systems Project, Research Division, Ministry of Agriculture, P.O. Box 829, Maseru 100, Lesotho, respectivement.

Sommaire *Dans le passé, au Lesotho, les études concernant les espèces de plants de pâturage essayées, ou dont l'usage commercial s'est déjà répandu, ont été peu importantes. Le manque général de sélectionneurs et de botanistes a également contribué au retard constaté dans l'amélioration des ressources fourragères. Les investissements à long terme nécessaires ont aussi constitué un autre obstacle. Toutefois, l'empêchement majeur au développement particulier des pâturages provient du régime de paissance excessive auquel ils sont toujours soumis. Aussi longtemps que la charge des parcours naturels sera de deux à trois fois supérieure à ce qu'ils peuvent porter, selon les régions, les semis d'amélioration ne feront qu'aggraver le problème. Les informations obtenues de la recherche sur l'adaptabilité de diverses espèces se révéleront cependant utiles lorsqu'on aura pu ramener les effectifs du bétail à ce que les pâturages peuvent normalement porter.*

La recherche sur les pâturages et l'amélioration des plantes au Lesotho n'ont pas fait de progrès aussi rapides que l'espéraient les spécialistes en cultures fourragères. Smith et Rhind (1984) en donnent plusieurs raisons. Les programmes à longue échéance que nécessite l'amélioration systématique des espèces végétales en sont l'une des principales. Le manque de recherchistes complémentaires en nombre suffisant explique également

les modestes progrès réalisés. Aussi, ceux qui oeuvrent dans ce domaine ont-ils dû s'en remettre aux résultats obtenus dans des secteurs apparentés et dans d'autres pays pour introduire quelques changements dans l'exploitation pastorale.

Comme définition du pâturage, Winburne (1984) propose "une certaine étendue de terre, clôturée ou non, sur laquelle paissent des animaux pour y trouver leur nourriture". D'après cette définition, les parcours naturels du Lesotho conviennent à toute description applicable aux pâturages.

D'autre part, la définition historique des parcours naturels est la suivante : "régions du monde qui, en raison de leurs particularités physiques, du manque ou de l'irrégularité des pluies, d'une topographie accidentée, d'un égouttement défectueux ou de températures froides, sont impropres à l'agriculture, tout en constituant une source de fourrage pour la faune indigène et les animaux domestiques à l'état libre, et en fournissant du bois, de l'eau et du gibier" (Stoddart et al. 1975). Tiedeman et Motsamai (1981) ont défini les parcours naturels du Lesotho comme "des sols impropres à l'agriculture par suite du climat trop froid, trop sec ou trop humide, étant trop rocheux ou trop accidentés". Dans les grandes lignes, les deux définitions disent la même chose, sauf que la seconde ne mentionne pas les autres ressources que peuvent offrir ces régions à part les animaux domestiques et leurs produits. Aujourd'hui les parcours naturels montagneux du Lesotho n'abritent plus guère d'animaux sauvages de grande taille.

En moyenne, les parcours naturels constituent 47 % de la superficie terrestre de notre monde. Au Lesotho, ils couvrent 70 % du territoire. Cette proportion est non seulement l'une des plus considérables de tous les pays, mais presque tout ce terrain est montagneux et à peu près complètement dépourvu de forêts naturelles (Motsamai 1984).

Un rapport du Bureau de la statistique (1984) évalue à 562 372 têtes l'effectif bovin dans les pâturages du pays. On doit y ajouter quelque 1 337 448 moutons et 930 414 chèvres, outre des chevaux. Motsamai (1984) note à ce sujet que "l'on compte actuellement une

unité animale (UA) pour 3 ha, alors que les ressources fourragères ne seraient suffisantes que pour 1 UA/8 ha".

La recherche doit pouvoir nous renseigner sur les propriétés de diverses espèces de plantes et de leurs variétés, et sur les possibilités qu'elles offrent pour améliorer les herbages et la qualité du cheptel du Lesotho. Lorsque les pâturages et les parcours naturels pourront nourrir le nombre d'animaux qu'ils sont capables de porter, les informations recueillies seront de la plus grande utilité.

ESPÈCES FOURRAGÈRES EXOTIQUES

Au Lesotho, la recherche sur les pâturages ne s'est que peu intéressée à l'implantation et, jusqu'à un certain point, à la production d'espèces fourragères. On a rarement tenu compte des travaux antérieurs et, en conséquence, les programmes de recherche ont manqué de continuité, passant d'un scientifique expatrié à un autre, et se divisant en projets séparés. Des efforts considérables ont été entrepris au centre des parcours naturels en montagne, à proximité de Thaba-Tseka. Des études ont été effectuées entre 1975 et 1981, financées par l'Agence canadienne de développement international (ACDI).

La capacité de charge des parcours naturels du Lesotho a régressé par suite de nombreuses années d'incompétence dans l'application des techniques agronomiques, remontant à 1933 lorsque le pays fut frappé par la pire sécheresse de son histoire. L'attention s'est concentrée surtout sur les possibilités d'adaptation des sursemis comme moyen privilégié d'améliorer les parcours naturels et, donc, la charge de bétail qu'ils pouvaient porter. Peu d'agriculteurs sont en mesure de vivre de leurs récoltes et ils constituent, estime-t-on, près de 85 % de la population du Lesotho. Le moment semble donc mal choisi pour se lancer à fond dans la recherche sur les cultures fourragères puisque ces gens n'ont qu'un but, celui de tirer du sol leur propre subsistance. Le régime pastoral communal permet à tout agriculteur le libre accès de ses animaux aux pâturages publics et toute amélioration de ces derniers profiterait à une plus grande partie de la population. Les modifications envisagées au régime des pâturages communaux comprennent

l'introduction d'un permis, qui est déjà en usage, et d'autres projets comme l'imposition d'un droit de paissance dont une partie servirait à l'amélioration des parcours et, donc, de leur capacité de charge.

Essais de sursemis

Les premières recherches entreprises à Thaba-Tseka avaient pour but l'introduction d'espèces pouvant s'implanter rapidement et augmenter le rendement fourrager. Comme autres sujets d'intérêt, nous mentionnerons en outre la sapidité et la valeur nutritive des fourrages à pâturer (Beckman 1981). Entre 1975 et 1979, des essais se sont déroulés sur 172 ha, environ, de parcours naturels.

Des essais de sursemis ont eu lieu tous les mois de l'année à l'exception de la saison d'hiver. Pour la plupart, les travaux nécessaires s'effectuaient de septembre à novembre. L'époque la plus propice aux sursemis se situe entre la mi-décembre et la mi-février, les pluies étant alors fréquentes et le sol et l'air à leur température la plus favorable, sans périodes de grands vents pour disperser la semence et assécher le sol. Les semis effectués après février n'avaient aucune chance de survivre aux conditions hivernales assez rigoureuses des hautes altitudes; les sursemis ont eu lieu pour la plupart entre 2 000 et 2 700 m d'altitude.

Les essais ont tenu compte des orientations géographiques envisagées (nord, est, sud et ouest), ainsi que des situations intermédiaires. Les principaux ont été effectués de novembre jusqu'en février. Plus tard, on a constaté que la germination et l'implantation ont le mieux réussi sur les pentes faisant face au nord, au nord-est et à l'est.

Essais d'espèces de graminées et de légumineuses

Les essais d'adaptabilité des diverses variétés de graminées et de légumineuses ont porté sur des espèces isolées et sur des mélanges (tableau 1).

Dans le cas de ces derniers, on a constaté une bonne germination et une implantation excellente pour certaines des espèces introduites. Les essais de sursemis effectués par Beckman (1981) ont permis d'établir

Tableau 1. Liste de mélanges variétaux de graminées et de légumineuses introduits à Thaba-Tseka.

	Espèces (mélanges)	Nom commun ou cultivars
1.	Lolium perenne	Ariki
		Ruanui
		Tama westerwolds
2.	Lolium perenne	Ariki
		Tama westerwolds
	Dactylis glomerata	Apanui
3.	Lolium perenne	Tama westerwolds
		Ruanui
	Trifolium repens	Trèfle blanc de Nouvelle-Zélande
		Huia
	Trifolium pratense	Trèfle rouge tardif de Nouvelle-Zélande
	Phleum pratensis	Kahu
4.	Lolium perenne	Ruanui
		Tama westerwolds
		Ariki
		Manawa
	Dactylis glomerata	Apanui
5.	Lolium perenne	Ruanui
		Tama westerwolds
		Manawa
	Dactylis glomerata	Apanui
6.	Lolium perenne	Manawa
		Tama westerwolds
	Phalaris tuberosa	Alpiste tubéreux
	Dactylis glomerata	Apanui
7.	Pennisetum clandestinum	Kikuyu

(suite)

Tableau 1. (suite).

	Espèces (mélanges)	Nom commun ou cultivars
8.	Lolium perenne	Tama westerwolds
		Ruanui
	Dactylis glomerata	Apanui
	Trifolium repens	Trèfle blanc de Nouvelle-Zélande
		Huia
	Trifolium pratense	Trèfle rouge tardif (n° 2)
9.	Lolium perenne	Manawa
	Bromus inermis	Brome lisse
	Trifolium repens	Huia
10.	Lolium perenne	Ruanui
		Tama westerwolds
		Ariki
	Dactylis glomerata	Apanui
	Trifolium repens	Huia
11.	Lolium perenne	Ruanui
	Dactylis glomerata	Apanui
	Phleum pratensis	Kahu
	Trifolium repens	Huia
	Trifolium pratense	Trèfle rouge tardif
12.	Lolium perenne	Ariki
		Ruanui
	Trifolium repens	Huia
13.	Lolium perenne	Ruanui
		Manawa
	Dactylis glomerata	Apanui
14.	Lolium perenne	Ariki
	Trifolium repens	Trèfle blanc Ladino
15.	Lolium perenne	Tama westerwolds
	Trifolium pratense	Trèfle rouge géant
16.	Trifolium repens	Trèfle Ladino
	Phalaris tuberosa	Alpiste tubéreux

(suite)

Tableau 1. (fin).

Espèces (mélanges)		Nom commun ou cultivars
17.	Dactylis glomerata	Dactyle pelotonné
	Bromis inermis	Brome lisse
	Trifolium pratense	Trèfle rouge géant
	Trifolium repens	Trèfle Ladino blanc
18.	Eragrostis curvula	Agrostide courbée
	Trifolium repens	Trèfle Ladino blanc
19.	Festuca arundinacea	Fétuque élevée K-31
	Trifolium pratense	Trèfle rouge géant

que : a) L. perenne (ivraies Ariki et Ruanui) et T. repens (trèfle blanc Huia) ont donné les meilleurs résultats dans diverses conditions de parcours; b) les ivraies s'implantaient plus rapidement que les trèfles mais ces derniers se maintenaient plus longtemps dans le gazon; D. glomerata (dactyle pelotonné), T. pratense (fléole), L. perenne (ivraie italienne, manawa) et P. tuberosa (alpiste tubéreux) ont mal réussi; d) la période de la mi-décembre à la mi-février était la meilleure époque pour les sursemis; e) les pentes face au nord ont le mieux répondu aux sursemis. La semence importée au Lesotho, dans le passé, était très souvent de mauvaise qualité, ce que l'on compensait par la densité excessive du semis : jusqu'à 50-55 kg/ha pour les mélanges de graminées et 35-40 kg/ha pour ceux de graminées et de légumineuses, la proportion de ces dernières étant de 20 %; et f) les sursemis coûtaient cependant cher en raison des quantités élevées nécessaires.

Beckman (1981) estimait que les essais avaient le plus souvent échoué parce que le passage répété des bestiaux ne laissait pas aux espèces fourragères le temps de bien s'implanter. Au moins a-t-on pu recueillir quelques indications sur l'adaptabilité de diverses espèces importées.

ESPÈCES INDIGÈNES DES PÂTURAGES ET PARCOURS NATURELS DU LESOTHO

Du côté des espèces indigènes, les efforts se sont portés vers celles qui répondraient le mieux à diverses pratiques culturales, une fois implantées. De façon générale, on recherchait des espèces susceptibles non seulement d'améliorer la qualité des pâturages et des parcours naturels mais de produire une quantité suffisante de semences de bonne qualité.

L'Eragrostis curvula est vivace, robuste et productive. Quoique sa sapidité laisse à désirer, cette graminée revêt une assez grande importance dans la production fourragère actuelle du Lesotho. Elle résiste bien à la paissance et sert à fixer le sol et à le protéger contre l'érosion en terrains accidentés. Ces qualités sont précieuses et cette espèce, largement répandue, mérite qu'on lui accorde plus d'attention.

Les cultivars "Ermolo" et "American leafy" d'E. curvula se sont révélés adaptables à la production de fourrage dans les plaines, les avant-monts et les zones montagneuses du Lesotho. Les rendements ont varié considérablement, comme il ressort d'une étude comparative des deux cultivars dans les avant-monts.

Lors d'autres essais, ermolo a réagi aux engrais chimiques tout comme on l'avait constaté dans d'autres pays de l'Afrique australe. Cependant, pour ce qui est du fauchage, on a constaté qu'en prolongeant les intervalles entre les coupes, l'amélioration du rendement en réponse à la fertilisation ne dépassait pas les 10 semaines d'intervalle. La production du fourrage s'est bien maintenue, oscillant de 1 500 à 9 000 kg de MS/ha, selon les quantités d'engrais et l'intervalle entre les coupes.

ESSAIS FUTURS D'ADAPTABILITÉ AU LESOTHO

On a pu dresser une liste modifiée des espèces végétales propres à l'ensemencement des pâturages et des parcours naturels. Elle s'inspire d'un relevé établi en 1981 par Tiedeman, ancien écologiste à la Recherche sur les systèmes culturaux, Division des parcours naturels du ministère de l'Agriculture. La liste révisée ne

contient pas les noms d'espèces qui n'ont pas réussi en divers endroits. On y trouve, par contre, plusieurs nouveaux cultivars tels que Agropyron spicatum Secar récemment obtenu d'essais dans les parcours naturels des régions sèches. Bien que Agropyron riparian ait seul été introduit au Lesotho, son adaptabilité semble indiquer que le genre peut produire d'autres espèces susceptibles de s'implanter dans les parcours montagneux du Lesotho.

Liste révisée des espèces végétales pouvant servir à l'ensemencement des pâturages ou des parcours naturels au Lesotho

. Graminées pour la réimplantation des parcours naturels dégradés dans les régions à étés frais et à précipitations annuelles de 15 à 23 po (275 à 575 mm). Dans cette zone, les pâturages indigènes sont généralement aussi productifs que les herbages ensemencés (Meredith 1955). Cynodon dactylon, Themeda triandra, Eragrostis lehmanniana, Digitaria pentzil, D. smutsii, Cenchrus ciliaris, Sporobolus fimbriatus, Chloris gayana, Urochloa mosambicensis et Tetrachne dregei.

. Plantes à semer dans les régions fraîches avec précipitations estivales annuelles de 23 à 30 po (575 à 750 mm). (Dans cette zone également, les pâturages indigènes sont généralement aussi productifs que les herbages ensemencés) (Meredith 1975).

a) Zones sèches - Chloris gayana, Panicum maximum, P. coloratum, P. coloratum var. makarikariensis, Digitaria pentzil, D. swazilandenisis, D. smutsii, Cynodon plectostachyus, Cenchrus ciliaris et Agropyron spicatum - secar.

b) Zones humides - Echinochloa pyramidalis, E. holubii, Pennisetum purpureum, Hemarthria altissima, Paspalum dilatatum, P. urvillei et Agropyron riparian.

c) Pour le foin - Eragrostis curvula, E. plana, Cynodon dactylon et Chloris gayana.

. Espèces pour les régions à précipitations estivales annuelles de 30 à 40 po (750 à 1 000 mm) (étés frais) (Meredith 1975) :

a) Zones à pâturages d'été et d'automne - graminées : Pennisetum clandestinum, Paspalum dilatatum, P. urvillei, P. notatum, Acroceras macrum, Hermarthria altissima, et Eragrostis curvula. Légumineuses : Trifolium pratense (variétés Montgomery rouge, kenland rouge et herbe à vache) et Trifolium subterraneum.

b) Zones à sol humide en hiver : Lolium multiflorum, L. perenne, Bromus catharticus, Dactylis glomerata, Festuca elatior, Holcus lanatus, Phalaris tuberosa, Agropyron elongatum - Largo.

c) Pour champs de foin : vivaces - Paspalum dilatatum, P. urvillei et Pennisetum clandestinum. Annuelles - Panicum laevifolium, Setaria pallide-fusca, Digitaria horizontalis et D. sanguinalis.

. Graminées contre l'érosion des sols : prairies humides (très humides) - Phragmites communis, Typha latifolia et Leersia hexandra.

a) Prairies (moyennement humides) : Imperata cylindrica, Paspalum dilatatum, P. urvillei, Hemarthria altissima, Setaria sphacelata (ce type de graminée touffue permet à l'eau d'éroder le sol entre les touffes, le long des pentes), Pennisetum clandestinum (peut se répandre dans les terres cultivables avoisinantes et s'extirper difficilement).

b) Zones sèches - Cynodon dactylon, Digitaria abyssinica et D. scalarum (toutes trois peuvent se répandre dans les terres cultivables avoisinantes et s'extirper difficilement); D. swazilandensis, Panicum repens, Hyparrhenia hirta et H. aucta.

c) Semis en courbes de niveau - Pennisetum purpureum, Setaria sphacelata (var. 1185 et 1193), Paspalum urvillei, P. dilatatum, Hyparrhenia hirta, Chloris gayana et Eragrostis curvula.

d) Le long des cours d'eau - Paspalum dilatatum, P. notatum, Chloris gayana, Digitaria swazilandensis, Hyparrhenia hirta, Eragrostis curvula.

BIBLIOGRAPHIE

Beckman, D. 1981. Report on range improvement and forage experimentation at Thaba-Tseka. Maseru, Lesotho, Ministry of Agriculture.

Bureau of Statistics, 1984. Lesotho agricultural situation report. Maseru, Lesotho, Ministry of Agriculture.

Meredith, D. 1955. Pastures of South Africa. Central News Agency, p. 656-657.

Motsamai, B. 1984. A review of range resource use and management in Lesotho. Moscow, University of Idaho. (Thèse)

Smith, A. et Rhind, J.M.L.C. 1984. Eight decades of pasture plant improvement in South Africa. Journal of the Grassland Society of Southern Africa, Vol. 1.

Stoddart, L., Smith, A. et Box, T. 1975. Range management. New York, USA, McGraw-Hill Book Co.

Tiedeman, J. 1981. List of plant species that have potential for Lesotho. Maseru, Lesotho, Ministry of Agriculture, Agriculture Research Technical Information Report, RD-R-8, Research Division, 3 p.

Tiedeman, J. et Motsamai, B. 1981. What is range management? Circular RM-1. Maseru, Lesotho, Research Division, Ministry of Agriculture.

Winburne, J.H. 1984. Dictionary of Africa and allied terminology. USA, Michigan State University Press.

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT CONCERNANT LES PÂTURAGES EN ZAMBIE

J. Kulich et E.M. Kaluba

Mochipapa National Animal Husbandry and Pasture Research Station, P.O. Box 630090, Choma, Zambia

Sommaire *Cette communication passe en revue les travaux de recherche et de développement déjà effectués ou en cours actuellement sur les pâturages en Zambie. On y trouvera les objectifs du programme actuel qui accorde une attention particulière à la recherche sur l'ensemencement des pâturages, à l'évaluation des récoltes herbagères, à l'amélioration des gazons de dambo et à l'utilisation par les éleveurs de bestiaux des résultats des recherches. On y indique également les priorités et les stratégies qui orienteront les études à venir.*

La Zambie est située entre 8° et 18° de latitude S. et entre 22° et environ 34° de longitude E. Sa superficie est de 756 000 km^2 et les altitudes varient de 900 à 1 300 m au-dessus du niveau de la mer. La pluviosité est surtout abondante dans le Nord (1 000 à 1 400 mm par an) et plus faible dans le Sud (700 mm). Les pluies sont saisonnières et tombent entre novembre et mars. Les températures sont modérées, avec une moyenne minimale de 6 °C dans le Sud en juin-juillet et de 11 °C dans l'Ouest, et une moyenne maximale en octobre de 34 °C dans le Sud et de 30 °C dans le Nord.

On sait depuis longtemps qu'une alimentation insuffisante, la maladie et le manque d'eau sont les principaux obstacles biologiques au développement de l'élevage. Jusqu'à présent, les préoccupations du ministère de l'Agriculture et de l'Aménagement des ressources en eau de la Zambie se sont attachées surtout à améliorer le potentiel de l'élevage et l'hygiène vétérinaire. Ce n'est qu'au début des années 1980 qu'on a

inauguré un programme de recherche sur la production des semences de pâturages, des projets de développement de l'élevage bovin, etc., dans le but principal d'améliorer l'alimentation animale, le grand point faible de l'élevage en Zambie.

Il est clair que le moyen le plus pratique et le plus économique de nourrir les bestiaux est d'améliorer la qualité des pâturages. Les résultats d'expériences indiquent bien que l'on peut ainsi stimuler très nettement la production de viande, de lait et de produits laitiers, aliments de base dans presque tous les pays et nécessaires à une bonne nutrition.

De nos jours, le coût élevé des aliments du bétail ainsi que les prix favorables obtenus pour les produits de l'élevage incitent certains producteurs commerciaux de Zambie à s'intéresser de plus près à la production de leurs pâturages. Mais, généralement parlant, les pâturages aménagés sont encore peu nombreux. Les cultivateurs devront être mieux renseignés à ce sujet, notamment sur les techniques agronomiques s'y rattachant, avant de les voir accepter et appliquer les améliorations nécessaires.

LES PÂTURAGES EN ZAMBIE

Dès le début des années 30, Trapnell et Stent ont passé en revue la recherche sur les pâturages. Stent (1933) a d'abord signalé la rapidité avec laquelle les herbages du veld d'Hyparrhenia perdaient saisonnièrement de leur qualité (d'après les teneurs en protéine brute et en cellulose brute), et observait également que les coupes répétées préservaient mieux cette qualité. Trapnell (1932-1933) et Trapnell et Clothier (1957) ont classé les différents types de terres herbagères des provinces du Sud et du Centre et discuté des pratiques en usage et de leurs effets, en particulier de l'intensité de la paissance sur la rotation des plantes. Ils suggéraient d'étudier l'influence du fauchage, de la paissance en rotation et l'ensemencement du veld. Le rendement total du veld en végétation ininterrompue était d'environ 5 t MS/ha. La croissance après avril devenait à peu près nulle.

Après cette période, le travail de recherche a cessé par suite de la dépression et des compressions budgétaires, pour ne reprendre que dans les années 50. En Zambie, au cours des 30 années suivantes et jusqu'à nos jours, la recherche a bénéficié de nombreux concours, notamment de Smith (1959, 1961a,b, 1962, 1963a, 1964a,b), Brockington (1960, 1961a,b, 1962), Jones (1963, van Rensburg (1965, 1967a,b, 1968, 1969a,b), Astle (1965, 1966), Verboom (1966, 1972), Verboom et Brunt (1970), Rees (1974), Paterson (1975), Thorp (1978), Heery (1979) et d'autres, dont les observations ont été publiées dans différents rapports annuels et publications. Smith (1959, 1961a,b, 1963a,b, 1964a,b), Brockington (1960, 1961a) et Jones (1963) ont étudié les différentes espèces du veld, la production laitière, les réactions aux engrais chimiques, et la capacité de charge du veld qui n'a eu que des effets relativement faibles sur les gains de poids durant la saison des pluies mais des effets linéaires significatifs, et des effets quadratiques moindres en saisons sèches. Quant à la réaction du veld aux engrais, on a noté une augmentation linéaire du rendement et du pourcentage de protéine brute après application de 450 à 900 kg/ha de sulfate d'ammoniaque. La quantité de MS, après application de 200 kg de N/ha sous forme de sulfate d'ammoniaque, a triplé par rapport aux herbages non fertilisés, à base de Hyparrhenia (de 2 à plus de 6 t/ha). L'effet résiduel des engrais chimiques a été faible. Après trois années de traitement, seule l'azote en doses élevées avait encore un effet la quatrième année et il avait disparu dès la récolte suivante. Au début des années 1950 (Smith 1962), des espèces fourragères et de pâturages ont été importées d'Australie et d'autres pays africains, telles que Panicum coloratum, Cenchrus ciliaris, Eragrostis curvula.

Les deux cultivars P. coloratum et Cynodon nlemfuensis et C. aethiopicus ont donné les plus fortes teneurs en matière sèche et en protéine brute, et Cynodon dactylon, Setaria sphacelata et, à un moindre degré, Chloris gayana, les moins bonnes. Smith (1963a) réussit à implanter des légumineuses dans le veld. Des sursemis de glycine et de stylo furent effectués sur un essartage de veld après que le sol eût été remué légèrement à la main en guise de façon culturale. Les deux légumineuses produisirent des nodules sans inoculation. Le stylo doubla la teneur en matière sèche de l'herbage

et augmenta celle de protéine brute, par rapport au veld naturel. Van Rensburg (1969a) a décrit brièvement 15 graminées et leur comportement. Il semble bien que l'on n'ait pu disposer que de quelques bonnes espèces comme C. ciliaris, Panicum maximum et P. coloratum.

Plusieurs légumineuses ont été mises à l'essai et sélectionnées, dont les plus prometteuses ont été Siratro, importée d'Australie en 1962-1963, Glycine, Stylo et Centrosema. Le mélange des trois premières avec l'herbe de Rhodes a donné un rendement en matière sèche et en protéine brute deux fois supérieur à celui de l'herbe de Rhodes seule. Van Rensburg (1969b) a également inauguré une section de sélection de graminées et de légumineuses qui a, notamment, soumis à des essais simulés de paissance et à divers stades de fenaison 44 sélections d'herbe de Rhodes. La meilleure de ces sélections a été la 147B qui a donné 10 t/ha avec coupes mensuelles, et 15 t de MS/ha pour une coupe au stade du foin, suivie d'un regain.

Astle (1965, 1966), Verboom (1966,1972), Verboom et Brunt (1970), Rees (1974) et Heery (1979) effectuèrent ce que l'on peut appeler un relevé écologique des régions du veld sableux des provinces de l'Ouest et du Sud; ils s'intéressèrent à l'écologie végétale des régions à inondations saisonnières communément appelées "dambo", c'est-à-dire les terres herbagères (mbuga ou vlei) de la province méridionale, au point de vue surtout de leurs ressources fourragères. Ces lits d'inondation sont d'une extrême importance comme pâturages en saison sèche. L'enquête a révélé que le mode actuel d'utilisation du sol est extensif et gaspilleur des ressources naturelles. Les espèces composant la région herbagère de dambo autour de Choma ont été décrites. Dans ces endroits, les herbages de Loudetia simplex sont six fois plus répandus que ceux de Leersia hexandra. Leur productivité en saison humide était un peu plus élevée dans les endroits à base de L. hexandra que dans ceux à base de L. simplex. Certains pâturages implantés (Panicum repens et Acroceras macrum) des dambos ont aussi fait l'objet d'observations. Dans des conditions favorables, A. macrum - herbe du Nil - a donné une meilleure couverture du sol, un herbage de meilleure qualité et se développant mieux après le mois d'août et, probablement, un meilleur rendement en saison humide que P. repens - Torpedo grass - dans les mêmes

conditions. Dans les situations moins favorables, Torpedo grass a semblé mieux réussir. L'étude de l'engazonnement à découvert des lits d'inondation au voisinage de Mongu, dans la province de l'Ouest (Kulich 1973, 1976, 1977) a révélé que les herbages naturels sont relativement riches en espèces végétales.

Dans le lit d'inondation (où environ 75 % du bétail trouve un bon pâturage de juin, environ, à décembre), on a étudié l'effet de l'engrais, de l'irrigation et de la fréquence des coupes sur la production et sur la composition chimique et botanique de l'ensilage et du foin. Les résultats principaux de cinq années d'étude sont résumés ainsi :

a) Engrais chimiques : réaction très significative à l'azote (jusqu'à 500 kg de N/ha) ainsi qu'au phosphore (jusqu'à 100 kg de P/ha). Celle de la potasse a été nulle. Le bore et le soufre ont tendance à accroître le rendement, mais seulement de façon marginale.

b) Irrigation : cinq fréquences différentes à différents pourcentages de capacité hydrique du sol (CHS) - 60 % à CHS témoin. L'irrigation débutant à la mi-août a donné les plus hauts rendements avec deux coupes. Avec un début plus tardif (mi à fin octobre), on a obtenu un bon rendement avec une seule coupe, mais seulement parce que des pluies très tardives ont permis un fauchage vers la fin de janvier. Le bloc d'irrigation à 80 % de CHS a donné le plus haut rendement en MS.

c) Ensilage et foin : rendements de 8 t MS/ha (30 t/ha d'ensilage et 9 t/ha de foin) avec 400 kg de N/ha, et 14 % PB.

d) Influence de la fréquence des coupes : importante réaction linéaire jusqu'à la dose d'engrais la plus forte, avec trois coupes (octobre, novembre et janvier).

e) La végétation typique existant durant la saison des pluies et celle de l'inondation comprend Vossia cuspidata, Echinochloa stagnina, E. pyramidalis, Oryza barthii, et une faible proportion de légumineuses (3-5 %) -- Sesbania spp. et Aeschynomene fluitans, A. macrum, P. repens, Paspalum spp. et Setaria spp.

deviennent dominants avec un régime de fertilisation et d'irrigation dans la période fraîche et sèche.

Brout

La saison sèche en Zambie s'étend de mars-avril à novembre. À partir de juin ou juillet, lorsque les herbes des zones sylvestres abondamment pâturées sont desséchées, les espèces de brousse commencent leur nouvelle éclosion saisonnière de feuilles riches en protéine brute. Lawton (1968) a suggéré que, lors du défrichement d'une terre boisée à des fins de pâturage, on devrait conserver à l'état de taillis les espèces pouvant être broutées par le bétail. Un peu partout, en Zambie, se sont développées diverses formes d'un système agricole mouvant, appelé Chitemene. Dans la province du Nord, à la Station de recherche régionale de Misamfu, Kasama (Hood 1972), où s'est effectuée cette étude, le système Chitemene comporte le défrichement d'une section boisée de miombo, de dimensions égales à 10 fois celles du jardin cultivable que l'on veut obtenir. On coupe les branches qui sont transportées jusqu'à l'endroit du futur jardin où on les entasse en couches circulaires de 0,7 m d'épaisseur auxquelles on mettra le feu. Ces bûchers laissent sur place un épais lit de cendres qui enrichit le sol en minéraux, en azote et en phosphore, et qui sera ensuite ensemencé. Le jardin ainsi créé aura une durée de quatre ou cinq ans et le terrain sera ensuite abandonné. Le Chitemene est couramment appliqué dans l'agriculture de subsistance. C'est pourquoi on a décidé d'en incorporer certains aspects dans les plans de culture des sols boisés du miombo. Après élagage des arbres selon la coutume Chitemene, la repousse riche en protéine brute, après avoir atteint une haute suffisante, est broutée par le bétail. En août, la végétation ainsi consommée contenait 12,5 % de PB, comparativement à 2 % pour les herbages à la même époque. Il semble bien, actuellement, que le brout ainsi obtenu pourrait devenir une source utile pour répondre aux besoins protéiques et énergétiques du bétail par la paissance.

Légumineuses

On peut résumer dans les termes qui suivent les recommandations et les conclusions des recherches entreprises par Potter (1972), Paterson (1975), Prins (1975)

et Craufurd (1978) : on recommande une forte densité des semis en cultures dérobées, par exemple 3 kg/ha dans les régions humides, jusqu'à 5 kg/ha pour celles à pluviosité moyenne, et jusqu'à 8 kg/ha pour celles à faible pluviosité.

La recherche effectuée durant les années 70 portait sur l'implantation et les pratiques agricoles applicables aux légumineuses et aux mélanges de légumineuses et de graminées, y compris la légumineuse indigène Rhynchosia sublobata précieuse pour la précocité de sa repousse à la fin de la saison sèche et sa résistance aux brûlis.

Une série d'essais d'implantation de légumineuses dans la province du Sud (Paterson 1975) a révélé que les meilleurs résultats obtenus avec Stylo et Siratro l'ont été après des façons culturales comprenant : travail du sol à la herse à disques, semis à la volée avec engrais, et passage d'un rouleau à disques. Cette façon de procéder a mieux réussi que le semis en lignes au semoir Nisbett, la plantation à la main dans le fumier du kraal et d'autres pratiques sans travail à la herse à disques et au rouleau. Pour les semis à la dérobée d'un mélange de graminées/légumineuses dans du maïs, on a semé ce dernier à la mi-novembre après préparation du sol et fertilisation habituelles, dont l'azote en couverture. Immédiatement après le dernier traitement herbicide, on a semé en lignes les légumineuses du pâturage (Siratro, desmodie Silverleaf, Glycine et Archer), à raison de 2-4 kg/ha dans un intervalle sur deux des rangs de maïs. Deux semaines plus tard, l'autre intervalle a été planté avec des stolons de chiendent de Nlemfu provenant de semences d'herbe de Rhodes. Pendant les saisons suivantes, le mélange de graminées et de légumineuses n'a reçu comme engrais que 200 kg/ha de superphosphate simple par an. Les expériences ont démontré que, sans utilisation d'herbicides, les meilleurs résultats obtenus de sous-semis de légumineuses dans du maïs l'ont été après un ensemencement aussi hâtif que possible.

La culture intercalaire de légumineuses dans du maïs, après deux années d'expériences, offre de belles perspectives aux régions où la pluviosité est suffisante pour les deux sortes de plantes. On a pratiqué deux méthodes de culture intercalaire. L'une consiste à semer les légumineuses en rangs de même largeur que ceux

du maïs et à en récolter la semence durant la saison sèche pour récupérer le coût du travail avant de semer le maïs, la deuxième année. Préalablement, les intervalles destinés à recevoir ce dernier auront reçu un minimum de façons culturales préparatoires et de désherbage. Le maïs est ensuite semé, avec les désherbages nécessaires durant la saison de végétation. Après la récolte du maïs, le bétail pâture les fanes ainsi que les légumineuses vertes pendant la saison sèche. Un deuxième semis de maïs s'effectue de la même manière, durant les pluies suivantes. Moyennant les pratiques culturales nécessaires, ce système peut donner de bons résultats durant beaucoup d'années.

La deuxième méthode consiste à semer les légumineuses en lignes ou à la volée, à en récolter la semence durant la saison sèche, puis à labourer et à herser le terrain au début des pluies de la deuxième année, le désherber avec un herbicide sélectif comme le Preforan ou le Lasso et laisser ensuite à la légumineuse la possibilité de se reconstituer à partir des plants ou des semences restant de la saison précédente. Le maïs grain une fois récolté, le bétail pâture le chaume de fanes et de légumineuses pendant une brève période, après quoi on laisse les légumineuses fleurir et donner de la semence. Dès les pluies suivantes, on laboure et on recommence l'opération.

Les légumineuses pour le fourrage seront fauchées vers le début de mars, lorsque la production atteint son maximum. En raison des rythmes variables de croissance, de résistance au feu, au gel et à la sécheresse, on recommande de semer deux ou trois légumineuses en mélange. On conseille également des intervalles de repos de 12 à 18 semaines entre les périodes de paissance, pour obtenir un rendement élevé en matière sèche.

Graminées

Pour obtenir une couverture complète de chiendent de Nlemfu en une saison, on recommande l'implantation de boutures à 0,5 cm x 0,5 cm d'intervalle. Le sol doit être d'une fertilité suffisante.

Pour l'affouragement en saison sèche, on recommande de préférence le fanage ou l'ensilage des graminées, bien que la végétation du veld avec 10 % de mélasse

enrichie d'urée donne des gains de poids supérieurs pendant cette période. En général, on a constaté que les graminées peuvent produire beaucoup de fourrage après une fertilisation adéquate avec N et P (de 8 à 15 t de MS/ha).

Même les meilleures graminées n'apportent pas la protéine suffisante à l'entretien du bétail durant la seconde moitié de la saison sèche, bien que la conservation des fourrages puisse y suppléer partiellement. Pour le programme de production des espèces à pâturages, Craufurd (1978) a commencé à sélectionner le chiendent de Nlemfu et l'herbe de Rhodes ainsi que les légumineuses glycine, Siratro et Stylo, au début des années 1970. Toutefois, les souches de semences d'herbe de Rhodes ont été fortement mélangées et doivent être plus sélectionnées. Les quatre sélections de chiendent de Nlemfu (4, 5, 6 et 24) ont été implantées en parcelles de multiplication pour en distribuer ensuite la semence. Les expériences de Craufurd ont révélé que la production de semences au Mont Makulu était peu satisfaisante à cause des différences de rendement suivant le degré de froid en mai, juin et juillet, d'une année à l'autre.

Pâturages irrigués

Le projet sur les pâturages irrigués et les récoltes fourragères, inauguré par Thorp en 1978 à la Station nationale de recherche en irrigation (Mazabuka), avait pour but l'étude de techniques agronomiques applicables aux légumineuses et aux graminées indigènes et importées, et autres espèces fourragères, et à leur rendement sous irrigation. Dans le cas de la luzerne, le cultivar commercial courant, Hairy Peruvian (souche Gilboa) paraît s'être bien adapté aux conditions d'irrigation des provinces du Centre et du Sud. Les rendements normaux varient de 1,5-3 t de MS/ha pour les coupes en saison sèche. La période d'ensemencement recommandée se situe de mars à juin, à raison de 15-25 kg/ha. Le cultivar Hairy Peruvian peut donner jusqu'à 10 coupes et plus par an, au début de floraison. Cette fréquence aide à combattre les mauvaises herbes et tend à réduire les risques de maladie.

À sa première année, la luzerne a besoin de beaucoup de phosphore, soit environ 80 kg/ha. Elle ne

montre pas d'exigence spéciale pour la potasse, mais on devrait néanmoins lui en fournir chaque année (60 kg/ha pour la première) pour compenser les quantités prélevées par les coupes fréquentes. On n'a constaté aucune réaction au soufre en terre franche argilo-sableuse, mais il est bon de lui en fournir 20 kg/ha annuellement, particulièrement en sols sableux. Les années suivantes, la luzerne a besoin de 40 kg de P, 30 kg de K, 4 kg de Bo et 20 kg de S à l'hectare. Les mauvaises herbes sont un problème majeur pour la luzerne, en Zambie. Des résultats préliminaires indiqueraient que le meilleur herbicide pour le pays serait le Dacthal à 75 %, utilisé la première année en doses de 6-8 kg/ha. On recommande fortement l'inoculation des semences avec une souche appropriée de rhizobium.

Pour le chiendent de Nlemfu, la sélection 5 semble être la plus prometteuse en termes de rendement en matière sèche, qui peut atteindre 20 t/ha par an. Cette graminée répond bien à l'irrigation et à la fumure azotée durant la période chaude et sèche de septembre à novembre, mais plutôt mal durant la période fraîche et sèche de mai à août, en raison surtout des températures nocturnes fraîches. Aucune des légumineuses tropicales essayées n'a donné de rendements comparables à la luzerne pendant la saison fraîche. Parmi les légumineuses évaluées, Leucaena leucocephala, Desmodium intortum, D. uncinatum, Neonotonia wightii et Lablab purpureus ont été sensibles à l'irrigation durant la période chaude.

Deux graminées vivaces ont semblé prometteuses et méritent peut-être de retenir l'attention. Ce sont Festuca arundinacea et Phalaris tuberosa. L'avoine (Avena sativa) a donné de bons rendements, sous irrigation, durant la saison sèche. Pour les mélanges de chiendent de Nlemfu et de légumineuses, les plus prometteuses paraissent être Nlemfu-luzerne et Nlemfu-desmodie Silverleaf sous irrigation pendant la période de septembre à novembre, et la saison de pluies suivante. Les conditions de fertilité, surtout pour l'azote, étaient médiocres. D'autres mélanges prometteurs de graminées et de légumineuses sous irrigation et en sols peu fertiles ont été C. ciliaris et P. coloratum, cv. Bushman Mine avec M. sativa, N. wightii ou D. uncinatum.

En Zambie, de 1978 jusqu'au début des années 80, le travail de recherche sur les pâturages a été presque complètement interrompu. Cependant, la réorganisation de la Direction de la recherche et sa division entre plusieurs équipes pluridisciplinaires ont amené la création d'une section de zootechnie et d'une autre pour la recherche sur les pâturages, ce qui a ranimé les activités.

TRAVAIL ACTUEL

Les principaux objectifs recherchés sont d'organiser et de mettre en oeuvre les efforts nécessaires pour répondre aux buts assignés dans le Troisième plan de développement national (TPDN) et dans les programmes futurs d'expansion. Voici quelles sont les principales activités de la Section de recherche sur les pâturages (comprenant deux préposés à la recherche, un inspecteur en chef de l'agriculture et deux adjoints agronomes) :

a) Étudier le développement et les techniques agronomiques applicables aux pâturages améliorés ainsi qu'à une meilleure utilisation des pâturages indigènes.

b) Fournir un service consultatif à l'intention des producteurs de semences de pâturages et d'autres personnes intéressées à l'amélioration des pâturages.

c) Produire et entretenir une réserve de semences pour les pâturages et pallier le manque de bonnes semences de légumineuses et de graminées.

d) Mettre au point des méthodes de production stables de légumineuses et de graminées, et une technologie exigeant peu d'intrants pour l'amélioration de l'élevage.

e) Étudier les moyens d'améliorer les pâturages du dambo, dont de vastes étendues couvrent notamment près de 30 % de la superficie cultivable de la province méridionale. L'utilisation plus efficace de ces sols pourrait remédier aux difficultés que pose la saison sèche à la production du bétail, et améliorer la valeur du veld naturel (évaluation des récoltes pastorales et recherche sur le dambo).

Le besoin d'espèces végétales cultivées est reconnu depuis longtemps en Zambie mais la pénurie et le coût des semences pour pâturages a toujours été un obstacle sérieux à leur production. Pour y remédier, GRZ/SIDA ont mis sur pied un programme conjoint de recherche et de production de semences en Zambie, à caractère nettement prioritaire. On a ainsi retenu les espèces suivantes : légumineuses - Macroptilium atropurpureum, D. uncinatum, Macrotyloma axillare, N. wightii, Stylosanthes guianensis, M. sativa, Crotalaria juncea, Mucuna pruriens, L. leucocephala et graminées - Chloris gayana, C. ciliaris, P. maximum, C. nlemfuensis, Pennisetum purpureum, A. macrum et P. repens.

Les résultats à ce jour confirment les possibilités de produire sur place différentes sortes de semences pour pâturages à condition de s'aider de bonnes techniques agronomiques et d'un programme efficace et permanent de sélection (Kulich 1981, 1982, 1983). Des progrès considérables ont été réalisés avec siratro, par exemple, dont le rendement annuel en semences a varié de 220 kg à 500 kg/ha. Parmi d'autres espèces, Neonotonia a produit de 200 à 400 kg/ha, la luzerne cv. Hairy Peruvian, de 300 à 400 kg/ha, Lablab n° 16 a produit de 4 à 6 t/ha et cv. Somerset de 2 à 4 t/ha. La production du chanvre Sunn a été de 1 à 1,5 t/ha, de desmodie Silverleaf, 70 à 90 kg/ha; l'herbe de Rhodes cv. Boma a donné un excellent rendement en semences de 500 kg/ha, l'année de son implantation. Deux autres de ses cultivars, Katombora et Mbarara, ont également atteint leur production maximale, la première année, avec 150 à 450 kg/ha, et panic vert a donné 200 kg/ha, etc. Il apparaît que les principaux facteurs responsables de ces différences de rendement d'une année à l'autre sont l'abondance plus ou moins grande des pluies et l'époque des précipitations, les problèmes causés par la machinerie d'irrigation, l'âge des pâturages et d'autres interactions.

Le programme d'évaluation des divers mélanges de légumineuses et de graminées pour pâturages a utilisé 14 légumineuses, 9 graminées et 23 mélanges des deux. Les premiers résultats indiquent que 14 rendements seraient très prometteurs, par exemple 5-10 t/ha de MS pour les légumineuses, 4-7 t/ha pour les graminées, et 4-8 t/ha pour les mélanges.

Quatorze essais d'amélioration des pâturages de dambo se poursuivent en différents endroits de la province méridionale sur des pâturages ensemencés en herbe du Nil et en Torpedo grass suivant différentes techniques agronomiques. Les espèces implantées ont nettement surpassé le rendement des herbages naturels du dambo, et Torpedo grass s'est montrée plus productive en MS que l'herbe du Nil. Les rendements totaux en MS des herbages ont augmenté avec une fumure azotée. Pour les gazons naturels de dambo, l'augmentation a été de 3 à 7 t/ha, comparativement à 4 à 8,5 t/ha pour l'herbe du Nil, et pour Torpedo grass de 4 à 10,5 t de MS/ha.

Mise en pratique de l'information scientifique par les éleveurs du bétail

Le succès de toute recherche, en agriculture comme ailleurs, se mesure aux résultats pratiques dont peuvent profiter les usagers auxquels on la destine. En Zambie, une visite à certaines fermes d'élevage permet de constater qu'elles tirent parti des nouvelles techniques, bien qu'il soit difficile de quantifier les résultats par manque de renseignements suffisants.

On trouve, en Zambie, trois types principaux de cultivateurs-éleveurs que l'on peut décrire, en gros, comme suit : a) les producteurs commerciaux, b) les sub-commerciaux, et c) les cultivateurs traditionnels ou de subsistance. Les producteurs commerciaux sont évidement plus enclins à utiliser les résultats de la recherche que les agriculteurs traditionnels et ceux qui tentent d'améliorer leur sort. Dans la production pastorale, par exemple, un nombre croissant de producteurs commerciaux, autour de Lusaka, Chisamba, Muzabuka et Choma cultivent davantage de mélanges de légumineuses et de graminées pour compenser les conséquences économiques de la cherté des engrais chimiques. Les éleveurs traditionnels et les intermédiaires profitent dans une certaine mesure des résultats de la recherche en adoptant des pratiques agricoles que leur enseignent les préposés à la vulgarisation.

Pour accélérer la mise en pratique des résultats dans ce secteur, certains progrès récents de la science et de la technique agricoles sont en voie d'application dans les centres régionaux d'amélioration de l'élevage disséminés dans le pays.

SECTEURS PRIORITAIRES ET STRATÉGIES DE RECHERCHE À VENIR

Sur le plan national et régional

Économiquement parlant, la production fourragère intensive à l'aide de techniques, d'un matériel et de carburants onéreux n'est pas à la portée de la plupart des agriculteurs de Zambie. Le but principal de nos recherches permanentes devrait être plutôt l'élaboration d'une technologie peu coûteuse applicable aux pâturages et tenant compte également de la fertilité des sols.

Nous disposons à l'heure actuelle de certaines connaissances de base récemment acquises, mais la recherche doit se poursuivre dans les secteurs suivants : collecte, sélection et évaluation de plasma germinatif adaptés aux climats, aux sols, aux maladies et aux parasites; les meilleures méthodes et les plus économiques d'implantation de légumineuses dans les pâturages actuels; recherche de techniques peu coûteuses de production de semences; avancement des techniques de production fourragère sous irrigation, et mise au point de méthodes complémentaires de production animale, d'hygiène vétérinaire et de techniques agronomiques.

Parallèlement à ces travaux de recherche, on doit également insister sur l'extension de la vulgarisation pour en répandre au moins les résultats partiels. La préparation d'une documentation destinée aux cultivateurs ainsi que la formation de préposés à la vulgarisation dans le domaine des pâturages sont autant d'aspects du programme qui devront dorénavant mériter plus d'attention.

BIBLIOGRAPHIE

Astle, W.L. 1965. The vegetation of the sand veld areas of Choma and Kalomo Districts and a report on pasture work therein. Final report. Zambia, Mount Makulu.

1966. The edaphic grasslands of Zambia. In Proceedings of 9th International Grassland Congress. Departamento da Produção Animal da Secretaría da Agricultural do Estado de Sao Paulo, p. 363-373.

Brockington, K.R. 1960. Studies of the growth of Hyparrhenia dominant grassland in Northern Rhodesia. I. Growth and reaction to cutting. Journal of the British Grasslands Society, 15, 323-338.

1961a. Studies of the growth of Hyparrhenia dominant grassland in Northern Rhodesia. II. Fertilizer response. Journal of the British Grasslands Society, 16, 54-60.

1961b. The growth, yield and protein content of twelve cultivated grasses in Northern Rhodesia. Empire Journal of Experimental Agriculture, 30, 345-354.

1962. Fertilizer trials on some cultivated grasses in Northern Rhodesia. Empire Journal of Experimental Agriculture, 30, 345-354.

Craufurd, R.Q. 1978. Pasture grasses and legumes report on plant breeding at Mount Makulu 1967-1978. Zambia, Research Memorandum No. 26, MRD.

Heery, S. 1979. Vegetation ecology of dambos around Choma, Zambia 1976-1979. Zambia, Research Memorandum No. 27, MAWD.

Hood, R.J. 1972. The development of a system of beef production for use in the Brachystegia woodlands of Northern Zambia. University of Reading. (Thèse)

Jones, D.I. 1963. The mineral content of six grasses from a Hyparrhenia-dominant grassland in Northern Rhodesia. Rhodesian Journal of Agricultural Research, 1, 33-38.

Kulich, J. 1973. Production and fertilization of natural flood plain sward under irrigation in the Western Province. Zambia, Mongu Research, Department of Agriculture, Memo No. 30, MRD.

1976. A review of pasture work in Western Province during the period 1971-1976. Zambia, Research Memorandum No. 17, MRD.

1977. Production of natural flood plain sward under irrigation and fertilizer regimes in Western Province in Zambia. In Proceedings of 13th International Grassland Congress, Section 7, Leipzig.

1981, 1982, 1983. Annual reports of the Research Branch, Department of Agriculture. Zambia, Department of Agriculture, MAWD.

Lawton, R.M. 1968. The value of browse in the dry tropics. East African Agricultural and Forestry Journal, 33, 227-230.

Paterson, R.T. 1975. A review of pasture and animal research at Mochipapa prior to 1973. Zambia, Research Memorandum No. 16, MRD.

Potter, H.L. 1972. Pasture research for beef cattle in the Southern Province in Zambia. Farming in Zambia, 7(2), 10-11.

Prins, W.H. 1970. A review of pasture research work in the Mount Makulu and Mazabuka areas during the period 1950-1969. Zambia, Research Memorandum No. 16, MRD.

Prins, W.H. 1975. Plan production and protection with special reference to pasture research and extension in Zambia. Terminal Report AG: AD/ZAM/68/008. Zambia, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Rees, W.A. 1974. Preliminary studies into bush utilization by cattle in Zambia. Journal of Applied Ecology, 11, 207-214.

Rensburg, H.J. van, 1965. Development of planted fallows of short duration to replace long-term bush fallows. African Soils, 10, 381-386.

1967a. Albizia versicolor, Welw. a poisonous plant. Rhodesia, Zambia, and Malawi Journal of Agricultural Research 5, 109-110.

1967b. Pasture legumes and grasses in Zambia. Zambia, Government Printer Lusaka.

1968. Growth and seasonal composition of natural grassland in Zambia. Journal of the British Grasslands Society, 23, 51-52.

1969a. Legume/grass pastures in Zambia. Farming in Zambia, 4, 2-14.

1969b. Selection of productive strains of Chloris gayana in Zambia. Zambia, Government Printer Lusaka.

Smith, C.A. 1959. Studies on the Hyparrhenia veld of Northern Rhodesia. Part 1. The grazing behaviour of indigenous cattle at light and heavy stocking rates. Journal of Agricultural Science, 52, 370-375.

1961a. Studies of the Hyparrhenia veld of Northern Rhodesia. Part 2. Seasonal milk production using natural veld. Journal of Agricultural Science, 56, 11-15.

1961b. Studies of the Hyparrhenia veld of Northern Rhodesia. Part 3. The effect on the growth and grazing - behaviour of indigenous cattle of restricting daily grazing time by night kraaling. Journal of Agricultural Science, 56, 243-248.

1962. Tropical grass/legume pastures in Northern Rhodesia. Journal of Agricultural Science, 59, 111-118.

1963a. Oversowing pasture legumes in the Hyparrhenia grasslands of Northern Rhodesia. Nature, 200, 811-812.

1963b. The yield and utilisation of the Hyparrhenia grasslands of Northern Rhodesia. Proceedings of the Central Agricultural, Scientific, and Medical Congress.

1964a. Studies on the Hyparrhenia veld of Northern Rhodesia. Part 4. The effects of nitrogen fertilizer and defoliation. Journal of Agricultural Science, 62, 299-306.

1964b. Studies on the Hyparrhenia veld of Northern Rhodesia. Part 5. The yield of veld compared with Giant Rhodes grass (Chloris gayana). Journal of Agricultural Science, 63, 75-79.

Stent, H.B. 1933. The seasonal changes in the chemical composition of pasture grasses. 3rd Annual Bulletin. N. Rhodesia, Department of Agriculture.

Thorp, T.K. 1978. Irrigated pastures and fodder crops. Terminal report. Zambia 71/523. Zambia, United Nations Development Programme/Food and Agriculture Organization of the United Nations (UNDP/FAO).

Trapnell, C.G. 1932. The grassland types of the central pastoral region of Northern Rhodesia. Annual Bulletin. N. Rhodesia, Department of Agriculture.

1933. The soils, vegetation and agriculture of North-Eastern Rhodesia. Zambia, Government Printer Lusaka.

Trapnell, C.G. et Clothier, J.N. 1957. The soils, vegetation and agricultural systems of North-Western Rhodesia. Report of the ecological survey. Zambia, Government Printer Lusaka.

Verboom, W.C. 1966. The grassland communities of Barotseland. Tropical Agriculture (Trinidad), 43, 107-115.

1972. Grasslands of the Southern and Central Province of Zambia, with annotated lists of the grasses, sedges and herbaceous legumes. Government Printer Lusaka, Zambia.

Verboom, W.C. et Brunt, M.A. 1970. An ecological survey of Western Province, Zambia, with special reference to the fodder resources. Tolworth, Surrey, England, Land Resources Division, Directorate of Overseas Surv.

TENDANCES PASSÉES ET ACTUELLES DE LA RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES AU KENYA

Abdullah N. Said

Department of Animal Production, University of Nairobi, P.O. Box 29053, Nairobi, Kenya

Sommaire *Cette communication examine les étapes de la recherche sur les pâturages, au Kenya, au cours des 80 dernières années. Elle passe en revue les différents modes de production agricole pour faire connaître au lecteur les antécédents historiques de la recherche qui, à ses débuts, était surtout orientée du côté des grandes exploitations de culture mixte. Les changements qui ont suivi l'accession à l'indépendance, en 1963, à la fois dans la propriété du sol et dans la taille des fermes, ont entraîné la révision des objectifs de la recherche et de la vulgarisation.*

Les recherches poursuivies entre les années 20 et 70 ont répondu avantageusement aux besoins de l'époque, insistant d'abord sur la production de plantes herbagères, telle qu'elle se pratiquait dans le régime de culture mixte de l'époque. Elles portaient sur les pâturages et les fourrages de légumineuses, et les résultats étaient transmis aux agriculteurs lors de visites des fermes, d'expositions agricoles et de démonstrations, ainsi que par voie de bulletins techniques et de publications agricoles locales.

À compter du début des années 70, la recherche a continué de s'intéresser aux plantes herbagères et à l'obtention de plasma germinatif. Plus tard, et au début des années 80, on s'est penché de plus près sur les besoins du petit exploitant habitant les régions à bonnes possibilités, aussi bien que les zones agricoles marginales. Une conscience mieux éclairée du rôle des régions pastorales arides dans la survivance d'un élevage viable a conduit à une accélération de la recherche

dans ces deux disciplines, tant de la part du gouvernement du Kenya que sous forme de projets subventionnés par des organismes internationaux.

Le manque de bonnes terres et la vive concurrence des cultures commerciales dans les régions les plus prometteuses, en raison des coûts élevés des produits, ont incité les chercheurs à se concentrer sur la production intensive de plantes fourragères, l'utilisation de sous-produits agricoles et le développement d'autres ressources pour l'alimentation du bétail.

En conclusion, le défi qui se pose à la recherche et à la vulgarisation, au Kenya, est de répondre à la demande nationale de viande et de produits laitiers, qui augmente d'environ 5,3 % annuellement.

Cet exposé traite de l'impulsion que l'on a donnée dans le passé et que l'on accorde actuellement à la recherche sur les pâturages suivant les différents modes de production agricole et les époques. On peut se procurer, en s'adressant aux différentes stations de recherche figurant dans l'annexe 1, les documents publiés dans les journaux scientifiques ou sous forme de thèses, brochures, dépliants, ou de rapports et documents de travail.

Le Kenya a une superficie totale de 569 260 km^2, et peut se diviser en six zones écoclimatiques; les zones 1 à 6, selon la classification de Griffiths (1962). L'ensemble du pays connaît deux saisons bien distinctes, propres à presque toutes les régions. Les époques de grande pluie se situent aux environs d'avril et de novembre. Environ 72 % du territoire reçoit moins de 500 mm de pluie annuellement, 13 % de 500 à 750 mm, 12 % de 750 à 1 250 mm et seulement 4,3 % plus de 1 250 mm (Potter 1983).

Les différences saisonnières de température sont peu tranchées mais les hauts plateaux sont plus frais. La température moyenne de l'air au bord de la mer est d'environ 27 °C et elle baisse progressivement d'après l'altitude à raison d'environ 5,3 °C par 1 000 m. Des différences diurnes de 10 °C sont courantes à l'exception des côtes, où elles sont moins prononcées, et des altitudes dépassant 2 000 m où elles sont généralement plus marquées (Pratt et Gwynne 1978).

MODE DE PRODUCTION AGRICOLE

La recherche sur les pâturages au Kenya a sans doute été influencée par les systèmes de production agricole appliqués au pays. Nous nous attarderons donc quelque peu à ceux de ces systèmes qui avaient cours avant l'indépendance, en 1963, et au canevas nouveau sur lequel nous devons travailler depuis cette époque.

Plus de 80 % du territoire du Kenya, ou 46×10^6 ha, est impropre à une agriculture de labour, comme à un élevage intensif du bétail, parce que la pluviosité est insuffisante et que d'autres sources d'eau font défaut. On trouvera dans le tableau 1 les exploitations agricoles existant dans les six zones écoclimatiques.

Dans un ouvrage compilé par Heyer et al. (1976), Senga, Smith, Okoth-Ogendo, Heyer et Waweru, Hinga et Heyer, et Kaufmann, respectivement, passent en revue le secteur agricole du Kenya : politique de développement agricole, réforme de l'occupation du sol, et développement des régions à petits exploitants, de celles à grandes exploitations et des régions à parcours naturels.

Durant la période de 1890 à 1950, le développement agricole du Kenya a été presque entièrement déterminé en fonction des intérêts des colons européens bien que, depuis 1930 jusque vers le milieu des années 50, on ait aussi accordé quelque intérêt à l'agriculture africaine. À cette époque antérieure à l'indépendance, il existait une distinction très nette entre la petite et la grande exploitation pour ce qui est du mode d'occupation du sol. La grande exploitation était entre les mains de non-Africains et constituait ce qu'on appelait les "zones classées". Les fermes africaines, elles, formaient les zones "non classées". En 1960, les premières comprenaient environ 3×10^6 ha dont $1{,}4 \times 10^6$ en cultures mixtes et le reste, $1{,}6 \times 10^6$ ha, en plantations et en ranchs (Senga 1976).

Comme nous l'avons signalé, on commença vers le milieu des années 50 à accorder quelque attention au progrès de l'agriculture africaine, mais ce n'est guère qu'après la publication du fameux "Plan Swynnerton", en 1953, que l'on songea à l'intensifier réellement. Ce plan ébauchait également diverses stratégies applicables

Tableau 1. Les six zones écoclimatiques du Kenya et leurs activités agricoles principales (d'après Senga 1976).

Zones	Superficies	Activités agricoles
1	800 km^2 - 1 % de la superficie des terres	En haute altitude, au-dessus de la limite des arbres. Généralement stérile sauf quelques landes et herbages çà et là. Utilisation principale : tourisme et captage des eaux.
2	53 000 km^2 - 9 % de la superficie des terres, comprenant la masse des régions offrant le meilleur potentiel agricole	Englobe la masse des forêts naturelles ou prévues du Kenya. Potentiel agricole très important, surtout sur les hauts plateaux. Café, thé et pyrèthre sont les principales cultures commerciales. Plus bas, le coton réussit bien. Les petits exploitants pratiquent la culture intensive de légumineuses comestibles, pommes de terre, maïs et légumes. La production laitière, de la volaille et un peu de porc s'y pratique aux altitudes plus élevées.
3	53 000 km^2 - 9 % de la superficie des terres. Potentiel agricole moyen	Renferme la proportion la plus élevée des grandes exploitations agricoles mixtes cultivant le maïs hybride, le blé et l'orge. Les petits exploitants cultivent le maïs, le coton, les arachides, des légumineuses et des oléagineux. Plus bas, vers la côte, on cultive aussi la noix d'acajou et la noix de coco. Le bétail réussit bien dans toutes les exploitations.

(suite)

Tableau 1. (fin).

Zones	Superficies	Activités agricoles
4	53 000 km^2 - 9 % de la superficie des terres. Potentiel agricole marginal	La plupart des ranchs primitifs se trouvent dans cette zone. L'agriculture de subsistance et l'élevage sont les principales activités des petits exploitants. La plus grande partie du gibier du Kenya se trouve dans cette zone. Le pastoralisme y tient une place importante.
5	300 000 km^2 - 52 % de la superficie totale des terres	La faune indigène est importante dans beaucoup de régions. Potentiel réduit de développement des parcours naturels. Cette zone est un centre d'attraction de plusieurs des programmes actuels et futurs pour le développement de l'élevage. Le pastoralisme y occupe une place importante.
6	112 000 km^2 - 20 % de la superficie des terres, couvrant la plus grande partie du nord du Kenya. Précipitations rares et irrégulières. Des herbes annuelles poussent après les pluies	Région surtout pastorale. Un peu d'élevage s'y pratique mais la production dépend de l'usage du sol, des possibilités de peuplement, d'une infrastructure, de l'accès aux marchés, de l'aménagement des ressources, etc.

aux différentes régions du pays en tenant compte de la densité des populations, des précipitations, et d'autres traits climatiques et de production.

La tendance connut un regain d'intérêt à la veille de l'indépendance, en 1961, avec l'avènement du "Projet

de recasement d'un million d'acres", prévoyant le rachat de 1,2 x 10^6 acres de cultures mixtes de l'ancien secteur "classé" pour les distribuer aux Africains (Senga 1976). Après l'indépendance, de nombreux autres projets de recasement furent mis de l'avant par les pouvoirs publics du Kenya, avec la collaboration du gouvernement britannique. Le transfert de terres s'accompagne également de transactions entre particuliers ou avec des coopératives d'achat, tandis qu'un certain nombre d'exploitations étaient annexées aux terres de l'État pour en préserver l'importance et les moyens de production. Le plus souvent, les terres achetées par les coopératives furent ensuite subdivisées en lots pouvant recaser de nombreuses familles.

Le tableau que nous avons aujourd'hui sous les yeux est celui d'une agriculture très diversifiée. Cependant, la majorité des plantations et des ranchs sont encore entre les mains de non-Africains en raison de capitaux considérables qu'exigeraient leur rachat et leur gestion. Bon nombre de grandes exploitations mixtes ont fini par être divisées en lots mais certaines sont demeurées intactes et appartiennent toujours à leurs anciens propriétaires ou ont été cédées à d'autres. Ces changements ont eu pour résultat de stimuler la production dans les anciennes zones "non classées" et dans les secteurs de recasement, toute liberté ayant été laissée aux fermiers indigènes de pratiquer les cultures et l'élevage de leur choix. De 1954 à 1962, la contribution des petits exploitants à la production agricole brute commercialisée est passée de 18 % à 22,2 % et elle s'élevait à 52,5 % en 1972 (Senga 1976). Ces proportions ne tiennent pas compte des produits consommés à la ferme même.

La principale activité des petits exploitants des anciennes zones "classées" et "non classées", en ce qui concerne l'élevage, est la production laitière. En 1970, on estimait à 418 000, ou 60 % du cheptel national, le nombre de bovins laitiers sans race appartenant à de petits exploitants et à 284 000 têtes seulement l'effectif encore dans les grandes fermes (Chema 1983). Les statistiques dont nous disposons indiquent qu'en 1978 les petits exploitants ont fourni 69 % des quelque 901 x 10^6 litres de lait consommés par la population, la part de la grande exploitation étant de 17 % et les 14 % restant celle d'éleveurs pastoraux et d'herbagers

commerciaux. Les petits exploitants élèvent aussi un certain nombre de moutons et de chèvres destinés à certains rituels ou, parfois, comme source accessoire de revenus. Le ministère de l'Agriculture, de concert avec Winrock International, étudie cependant l'introduction de chèvres laitières dans les petites exploitations des districts du Nyanza et du Kenya occidental.

De nombreux ranchs de grande étendue sont toujours exploités et il s'en est créé quelques nouveaux surtout dans la province côtière. Toutefois, les grandes entreprises d'élevage, soit de bovins, d'ovins ou de chèvres, dépendent toujours d'éleveurs pastoralistes. Des collectivités agraires des régions marginales élèvent également quelques têtes de bétail, des moutons et des chèvres.

LA RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES JUSQU'AUX ANNÉES 70

Jusqu'à un passé récent, le Kenya comptait sur la production de ses régions herbagères les plus favorables pour élever des bovins laitiers, des ovins et du bétail de boucherie de bonne qualité. Les prairies temporaires remplissaient un rôle important dans un régime de culture mixte. Quelques grandes fermes utilisaient des pâturages améliorés pour l'élevage de ces divers bestiaux et, comme nous l'avons signalé plus haut, le rôle des petits exploitants en ce sens était presque nul. C'est pourquoi, tout naturellement, la recherche sur les pâturages était surtout orientée vers "les besoins du jour", c'est-à-dire principalement la production des prairies temporaires, des légumineuses et autres plantes fourragères.

En 1908, la première ferme expérimentale du gouvernement était établie à Kabete en vue de la formation et de l'acclimatation de futurs colons européens. Parmi ses activités figurait l'évaluation des espèces pour pâturages; elles se sont développées en 1922 avec la création des laboratoires agricoles Scott (aujourd'hui les National Agricultural Laboratories). Le premier spécialiste en pâturages, que l'on devait appeler Préposé à l'amélioration de l'agriculture herbagère, a été nommé en 1930. Kabete et des fermes de démonstration établies à Njoro, Molo, Kitale et Rongai faisaient l'évaluation de graminées, de légumineuses implantées et

d'autres fourrages intéressant les principales régions agricoles herbagères. D'autres études sur la paissance des herbages indigènes s'amorçaient à Kabete, Naivasha, Ngong et Machakos, à l'intention surtout des principales régions d'élevage en ranch (ministère de l'Agriculture 1980).

On a essayé, en 1935, de s'intéresser aux zones pastorales. Des blocs destinés à la paissance ont été établis à Maasai pour étudier la végétation, mais la tentative fut abandonnée à cause de la difficulté de contrôler la paissance en raison du manque de points d'eau et des modes traditionnels d'occupation du sol.

Après une revue en 1950 de toutes les activités relatives à l'agriculture herbagère, il fut décidé de fonder des centres régionaux qui desserviraient les principales zones écologiques. Ol Joro Orok, créé six ans plus tôt, Molo et Kitale furent affectés aux régions élevées, les plus humides, et Katumani et Marigat aux régions plus sèches de moyenne altitude. En même temps débutait un programme de recherche visant à mieux informer le petit exploitant agricole africain. Il apparaissait, en effet, que les risques de famine pourraient mettre à dure épreuve les ressources du gouvernement central. Les programmes des principales stations furent coordonnés avec les travaux de sous-stations comme celles d'Embu, Kiali, Kakamega, et aussi de fermes expérimentales en vue de faire face au plus vaste éventail possible de situations. Pour accroître l'aire géographique des études, la recherche sur les pâturages s'étendit, en 1960, à la province côtière.

Depuis le début des années 50, il existait à Muguga un programme de recherche agricole et vétérinaire intéressant surtout l'Est africain. Il comprenait une Division de la production animale ayant pour tâche, entre autres, d'établir la valeur de divers modes d'alimentation parmi lesquels, le pâturage.

Compte tenu des besoins de l'époque, les réalisations de cette recherche sur les pâturages sont loin d'être négligeables. On obtint des variétés locales de bonnes espèces fourragères, vigoureuses, persistantes, de bonne valeur nutritive et produisant suffisamment de matière sèche. Les facultés germinatives et la résistance aux maladies retinrent également l'attention.

Parmi les variétés intéressantes de graminées de pâturages, mentionnons Chloris gayana et ses cultivars, ainsi que Setaria sphacelata (lignées Setaria). Dans les régions élevées on rencontrait couramment des graminées exotiques de pâturage telles que les fétuques et les ivraies vivaces avec ou sans légumineuses. On recueillit également diverses autres espèces de graminées et de légumineuses dont on fit la description botanique des écotypes, ainsi que l'évaluation de leur adaptabilité à différentes zones climatiques.

Pour toutes les espèces fourragères prometteuses ou cultivées, graminées, légumineuses ou autres, on adopta des pratiques agricoles appropriées : préparation du sol, dates d'ensemencement, espacements et quantités à semer. On étudia également les traitements herbicides, l'épandange d'engrais, les époques les plus favorables pour la récolte et la paissance, la hauteur et la fréquence des coupes. Les méthodes de conservation, comme foin, fourrage sur pied, ou ensilage, retinrent également l'attention (Orodho 1983). Le tableau représentatif des régions de haute altitude, les plus prometteuses, vers les années 50 et 60 est celui d'un système agricole hautement complexe comprenant des pâturages de graminées et de légumineuses très productifs et diverses autres cultures fourragères. La qualité de l'exploitation agricole dans ces régions pouvait se comparer à n'importe quelle autre dans le monde.

Les résultats de ces recherches étaient transmis aux groupements de colons sous forme de vulgarisation comportant des communiqués émis par les stations de recherche et distribués à l'occasion de journées agricoles et d'expositions ainsi que de visites aux fermes. De la documentation parvenait également aux agriculteurs par le truchement de journaux comme le "Kenya Farmer", le "Royal Agricultural Society journal" ou le "Kenya Weekly News". Diverses communications à caractère scientifique paraissaient aussi dans des publications internationales (annexe 2).

LA RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES, DE 1970 À NOS JOURS

Les changements survenus dans la propriété des terres et dans la taille des exploitations conduisirent à modifier quelque peu les objectifs précédents de la

recherche sur les pâturages. L'attention se porta plus directement sur les petits exploitants des régions les plus peuplées, mais certaines des stations de recherche les plus importantes n'en poursuivirent pas moins des études peu en rapport avec cette orientation, ce qui devait susciter des critiques du comité spécial créé pour examiner l'état de la recherche sur le maïs et les pâturages au Kenya (ministère de l'Agriculture 1980).

La création d'une Division pour la gestion des parcours naturels au sein du ministère de l'Agriculture témoigne de la volonté des pouvoirs publics de développer les zones de cette nature. Le programme concernant les zones sèches, d'abord confié aux stations de Marigat et de Katumani, a été séparé de la station mère de Kitale. Le travail sur ce sujet se poursuit à Katumani et à la station de recherche sur les parcours naturels nouvellement créée à Kiboko, en 1967.

Les programmes dépendant de Kitale, y compris ceux confiés à ses stations affiliées, ont été renforcés d'une série de projets d'aide technique. En 1966, le projet de sélection des graminées avec le concours des Hollandais s'est chargé d'étudier spécialement la production des graminées de pâturages. De 1971 à 1977, le gouvernement britannique a financé un projet de recherche à Kitale dont le mandat, tel que décrit par Goldson (1977), était le suivant :

a) Fournir une aide scientifique permettant l'acquisition de connaissances sur les pâturages et les espèces fourragères, mesurables en termes de production animale et pouvant s'intégrer aux procédés agricoles en usage.

b) Contribuer à la vulgarisation des résultats obtenus aux alentours de Kitale et de Molo dans la recherche sur les pâturages et les espèces fourragères, et en faire profiter d'autres régions écologiques pouvant pratiquer l'élevage intensif des bestiaux.

Le rapport mentionné contient un relevé détaillé des activités couvertes par le programme, ainsi qu'une liste des rapports techniques colligés.

En 1974 a été inauguré le projet de l'Organisation pour l'agriculture et l'alimentation (FAO) des Nations

Unies avec le concours de Norad pour la collecte et l'évaluation des graminées afin de constater l'utilité éventuelle, à l'échelle nationale, des espèces végétales susceptibles d'améliorer la production animale. Des travaux en ce sens ont été confiés à toutes les stations de recherche énumérées dans l'annexe 1 afin de couvrir les vastes régions écologiques du Kenya. L'année 1980 a marqué le début d'un projet conjoint de la FAO/Programme de développement des Nations Unies pour l'extension des cultures fourragères et de la multiplication des semences. Il a pour mandat de développer la production de certaines espèces fourragères reconnues prometteuses dans des études précédentes, en produisant de la semence ou du matériel génétique et par des essais préliminaires de diffusion dans les champs d'agriculteurs spécialement choisis.

Outre la réorganisation de la station de Kitale lui assignant des objectifs plus vastes et plus pertinents, exposés par Orodho (1983), d'autres stations de recherche ont accordé une importance accrue aux besoins régionaux concernant les pâturages. La Station de recherche agricole d'Embu a modifié ses objectifs pour s'attacher à la production de récoltes fourragères à grand rendement, à l'aide de techniques appropriées aux petites exploitations qui produisent du lait sans paissance, ou presque pas.

À compter du milieu des années 60 jusqu'à la fin des années 70, l'Institut de recherche agricole du Kenya (KARI), anciennement l'Organisation de recherche agricole et forestière de l'Est africain, a concentré ses travaux sur l'accroissement de la production bovine dans les régions semi-arides. Présentement, un programme restreint de recherche sur les parcours naturels se poursuit et s'est, depuis peu, spécialement attaché à la production laitière par le petit exploitant en utilisant comme ressources alimentaires l'herbe de Bana, le fumier de volaille et l'effeuillage systématique du maïs. Durant les prochains mois, on prévoit la publication de bulletins techniques sur ces recherches, dont pourront se servir les agriculteurs et les préposés à la vulgarisation.

En majeure partie, la recherche sur les parcours naturels s'effectue à la station de Kiboko. Celle de Katumani se concentre sur les conditions de la petite

exploitation telles qu'elles se rencontrent dans le Katumani et ses environs. Ses objectifs actuels, tels que décrits par Orodho (1983), sont les suivants :

a) Choisir les fourrages et les cultures fourragères et en améliorer la valeur nutritive pour servir de complément au pâturage naturel en vue, particulièrement, de maintenir la production animale durant la saison sèche.

b) Étudier les possibilités de constituer des réserves fourragères en vue de la saison sèche, en recourant par exemple à des espèces fourragères arborescentes ou buissonnantes résistantes à la sécheresse, et en faisant l'expérience de procédés de conservation des fourrages à l'échelle réduite.

c) Maximiser la production et l'utilisation de méthodes permettant la consommation par le bétail des sous-produits et des résidus agricoles.

d) Accroître le rendement individuel des animaux en recourant à de meilleurs régimes d'alimentation.

La Station de recherche agricole de la région côtière, comprenant Mariakani et Mtwapa s'adresse, respectivement, à la zone côtière humide et à son hinterland moins humide. On s'y occupe spécialement d'identifier et de faire l'essai des plantes adaptables à ces régions.

Au début des années 70, un projet fructueux de recherche conjointe PNUD/FAO sur la production du boeuf, à Lanet, s'occupa de l'ensilage de maïs pour passer, après quelques années et jusqu'à présent, à celui de sorgho fourrager. À compter de 1979, à peu près, un programme conjoint d'encouragement à la recherche sur les petits ruminants a été inauguré avec la collaboration du gouvernement du Kenya et d'un consortium d'universités américaines sous la direction de Winrock International. Au Kenya, le programme avait pour objet les chèvres laitières. Parmi ses objectifs figure l'étude des ressources alimentaires utilisables par les petits ruminants ou dans les régions de petite exploitation, ainsi que des effets de ces aliments sur la nutrition et le métabolisme des animaux (communication personnelle de Sid Ahmed et Onim).

En 1976, on a mis sur pied un projet intégré pour les sols arides (IPAL) avec, entre autres sujets d'études, la biomasse représentée par les fourrages, les taux de charge, les effets de la paissance et du broutage par le petit bétail et les chameaux, ainsi que la valeur nutritive des aliments naturels disponibles dans les régions arides et semi-arides à l'étude.

Au Collège d'Egerton, on observe actuellement du bétail laitier en étable. Le Département de la production animale de l'Université de Nairobi a, pour sa part, effectué un travail assez considérable sur la digestibilité et l'utilisation des herbes de pâturages, fourrages et sous-produits des cultures comme les fanes de patate douce et de maïs, la paille de blé, d'orge et de riz. (Les publications mentionnées dans l'annexe 2 et précédées d'un astérisque traitent des sous-produits de cultures).

Le personnel universitaire du Département de la production animale collabore également aux recherches du programme d'encouragement mentionné plus haut et diverses stations de recherche du ministère de l'Agriculture ont parfois collaboré aux recherches de l'IPAL.

RÉALISATIONS ET VULGARISATION DES RÉSULTATS

Les réalisations de près de 80 années de recherche sont consignées dans différents ouvrages qui ont été publiés. Orodho (1983) a dressé une nomenclature générale de ces publications. Les réalisations les plus tangibles étaient cependant survenues dans les grandes entreprises d'élevage qui prospéraient dans les années 40 à 60 dans les régions "classées". Actuellement, des réalisations non moins remarquables se produisent dans les régions de petite exploitation des zones 2 et 3.

Mais, jusqu'à 1980 encore, on s'interrogeait sur la pertinence de la recherche sur les pâturages depuis la période de l'indépendance. On a noté l'importance accordée à la collecte d'un grand nombre de plantes fourragères qui a abouti à la création d'une "banque" considérable de plasma germinatif à Kitale. Les efforts ont d'abord porté sur l'évaluation des espèces recueillies, au point de vue agronomique, et de la valeur au titre de la production animale. On a noté

également que la recherche agronomique sur les pâturages n'avait pas été suffisamment appuyée par une évaluation de la productivité animale, et que celle touchant la production de plantes fourragères résistantes à la sécheresse et destinées aux régions marginales laissait à désirer. Ces observations défavorables sont en voie de correction et on peut espérer qu'en orientant plus spécialement la recherche du côté de la petite exploitation des régions marginales et de celles à bon potentiel agricole, la situation s'améliorera encore. Il faut ajouter à ces changements d'orientation la nécessité constatée d'un personnel plus nombreux et mieux qualifié dans les secteurs de la recherche et de la vulgarisation concernant les pâturages. Cette vulgarisation des résultats s'effectue à divers échelons par des visites, journées d'étude, démonstrations, conférences, expositions agricoles, informations, communiqués. Le programme "visiter et instruire", récemment adopté par le ministère de l'Agriculture sous le patronage de la Banque mondiale, a eu des effets positifs sur les récoltes, mais sans résultats comparables sur les productions animales.

Le défi qui se pose à la recherche et à la vulgarisation est de répondre à la demande prévisible de produits du bétail, en lait et en viande, dont la consommation augmente d'environ 5,3 % annuellement. Pour le lait, cette augmentation devrait être couverte par les petits exploitants des régions à potentiel élevé, fort enclins d'autre part à consacrer plus de terre à la production de récoltes commerciales - dont les produits sont sans doute plus rémunérateurs - qu'au développement des pâturages. Quant à la production de viande, c'est sur les régions marginales et sous-marginales que l'on continuera de compter mais on devra mieux comprendre les multiples facteurs complexes qui interviennent et disposer des infrastructures indispensables. Le défi à relever est d'envergure!

Remerciements

Je tiens à remercier D.B. Thomas de la Faculté d'agriculture de l'Université de Nairobi pour le temps et les fructueuses discussions qu'il a consacrés aux premières études sur les pâturages au Kenya, ainsi que pour l'autorisation qu'il m'a accordée de puiser dans la documentation accumulée par lui. Mes remerciements vont

également à H.L. Potter, de KARI, Kenya, qui a mis à ma disposition la bibliographie qu'il a dressée sur la recherche des pâturages au Kenya.

BIBLIOGRAPHIE

Chema, S., 1984. Small-scale milk production in Kenya. In Kategile, J., ed., The Potential for Small-Scale Milk Production in Eastern and Southern Africa. Ottawa, Canada, International Development Research Centre (IDRC), IDRC-MR98e, pp. 34-47.

Goldson, J.R. 1977. Final report of the Pasture Research Project. Nairobi, Kenya, Ministry of Agriculture.

Griffiths, J.F. 1962. The climate of East Africa. In Russell, E.W., éd., The Natural Resources of East Africa. Nairobi, Kenya, D.A. Hawkins, Ltd. in association with East African Literature Bureau.

Heyer, J., Maitha, J.K. et Senga, W.M. 1976. Agricultural development in Kenya - An Economic Assessment. Nairobi, Kenya, Oxford University Press.

Ministry of Agriculture 1980. Report of the Ad Hoc Committee on maize and pasture research. Nairobi, Kenya, Ministry of Agriculture.

Orodho, A.B. 1983. Pasture research in Kenya, Kitale, Kenya, National Agricultural Research Station, P.O. Box 450, Kitale.

Potter, H.L. 1983. Aspects of climate, herbage growth and livestock production in a semi-arid area of Kenya. Nairobi, Kenya , University of Nairobi. (Thèse).

Pratt, D.J. et Gwynne, M.D. 1978. Rangeland management and ecology in East Africa. London, England, Hodder and Stoughton.

Senga, W.M. 1976. Kenya's agricultural sector. In Agricultural Development in Kenya - An Economic Assessment. Nairobi, Kenya. Oxford University Press.

Swynnerton, R.J.M. 1954. A plan to intensify the development of African agriculture in Kenya, Nairobi, Kenya. Ministry of Agriculture.

ANNEXE I : STATIONS ET ORGANISMES EFFECTUANT DE LA RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES ET DES QUESTIONS S'Y RAPPORTANT

National Agricultural Research Station, P.O. Box 450, Kitale.

Western Agricultural Research Station, P.O. Box 169, Kakamega.

Nyanza Agricultural Research Station, P.O. Box 523, Kisii.

Small Ruminant Collaborative Research Support Programme, P.O. Box 252, Maseno-Kisumu.

Marindas Agricultural Research Station, P.O. MOLO.

Nyandarua Agricultural Research Station, P.O. OL JORO OROK.

National Animal Husbandry Research Station, P.O. Box 25, Naivasha.

Beef Research Station, Private Bag, Nakuru.

Department of Animal Production, University of Nairobi, P.O. Box 29053, Nairobi.

International Livestock Centre for Africa (Kenya), P.O. Box 46847, Nairobi.

Kenya Agricultural Research Institute (Muguga), P.O. Box 30148, Nairobi.

Embu Agricultural Research Station, P.O. Box 27, Embu.

Integrated Project in Arid Lands (IPAL/UNESCO), P.O. MARSABIT.

National Dryland Farming Research Station - Katumani, P.O. Box 340, Machakos.

Kiboko Range Research Station, P.O. Box 12, Makindu.

Bachuma Range Research Station, P.O. Makinon Road.

Animal Husbandry Research Station, P.O. Box 30, Mariakani.

Coast Agricultural Research Station, P.O. Box 16, Kikambala.

ANNEXE 2 : BIBLIOGRAPHIE COMPLÉMENTAIRE

Abate, A. 1978. Dry matter and nutrient intake by grazing dairy heifers from a predominantly Chloris gayana pasture. Nairobi, Kenya, University of Nairobi. (Thèse)

Ball, R.S. 1935. The cultivation of Lucerne. East African Agricultural Journal, 1, 29-36.

1936a. Mixed farming in East Africa. 1. Grassland and arable dairying in certain parts of Kenya. Timboroa, Molo, Upper Gilgil. Thomson Falls, Njoro, Rongai, Subukia. East African Agricultural Journal, 1, 339-411.

1936b. Experimental work with crops and pastures in the Rift Valley and Molo areas of Kenya 1934-36. East African Agricultural Journal, 2, 254-269.

Birch, W.R. 1958. Observations on the flowering of exotic pasture grasses in Kenya. East African Agricultural Journal, 24, 142-47.

1959a. High altitude ley agronomy in Kenya Part I. Observation on the climate and soil. East African Agricultural Journal, 25, 35-40.

1959b. High altitude ley agronomy in Kenya Part II. The effects of Phosphorus and Nitrogen. East African Agricultural Journal, 25, 113-120.

1960. High altitude ley agronomy in Kenya Part III. The effects of lime, molybdenum and some observations on the use of legumes. East African Agricultural Journal, 25, 156-164.

1964. The germination purity of some Kenya grasses. The results of ten years of seed testing in Kenya. East African Agricultural Journal, 30, 105-116.

Bodgan, A.V. 1949a. Observations on palatability of some leguminous plants of Kenya. East African Agricultural Journal, 15, 38-40.

1949b. Two species of Star grass in Kenya. East African Agricultural Journal, 15, 102-03.

1956. Indigenous clovers of Kenya. East African Agricultural Journal, 22, 40-45.

1959. The selection of tropical ley grasses in Kenya. General consideration and methods. East African Agricultural Journal, 24, 206-217.

1960. The breeding behaviour of molasses grass in Kenya. East African Agricultural Journal, (3) 26, 49-50.

1961. The depth of planting Rhodes grass seed. East African Agricultural Journal, 26, 187.

1965a. Cultivated varieties of tropical and subtropical herbage plants in Kenya. East African Agricultural Journal, 30, 330-338.

1965b. Vegetative propagation of fodder and pasture grasses. The Kenya Farmer.

1965c. Pasture and fodder grasses and legume for medium and low altitudes. The Kenya Farmer.

Bogdan, A.V. et Kidner, E.M. 1967. Grazing natural grassland in Western Kenya. East African Agricultural Forage Journal, 33, 31-34.

Bodgan, A.V. et Mwakha, E. 1970. Observations on some grass/legume mixtures under grazing. East African Agricultural Forage Journal, 36, 35-38.

Boonman, J.G. 1971. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. I. General introduction and analysis of problems. Netherlands Journal of Agricultural Science, 19, 23-26.

1977. On Rhodes grass breeding, seed yield and herbage quality. Kitale, Kenya, NARS, Box 450. Technical Report GBP/June/77/1.

Bouwer, W.A.C. et Strange, L.P.N. 1948. Temporary ley grass trials on the Uasin Gishu Plateau Kenya Colony. East African Agricultural Journal, 13, 203-206.

Brainthwaite, D.P. 1952. The hydrocyanic acid content of perennial Kavirondo sorghum. East African Agricultural Journal, 18, 54-58.

Briggs, C.E.J. 1935. First steps in planning a holding for a native farmer. East African Agricultural Journal, 57-60.

Bumpus, E.D. 1955. Grassland research progress (1954). The Royal Agricultural Society of Kenya, No. 7, 30-32.

1957. Legume inoculation in Kenya. I. Exploratory field experiments. East African Agricultural Journal, 23, 91-99.

Cassady, J.T. 1973. The effect of rainfall, soil moisture and harvesting intensity on grass production on two rangeland sites in Kenya. East African Agricultural Forage Journal, 39, 26-36.

Davidson, B.R. 1958. The climatic limitations of mediterranean clovers in Kenya. East African Agricultural Journal, 15, 38-40.

Dougall, H.W. 1953. Fertilizer experiments on ley establishment. Established leys and natural pastures in the Kenya Highlands. East African Agricultural Journal, 19, 36-7.

1962. The chemical composition of some species and varieties of Trifolium. East African Agricultural Journal, 27, 142-44.

Dougall, H.W. et Bogdan, A.V. 1958a. Browse plants of Kenya - with special reference to those occurring in south Baringo. East African Agricultural Journal, 23, 236.

1958b. The chemical composition of the grasses of Kenya, I. East African Agricultural Journal, 23, 17-27.

1960. The chemical composition of the grasses of Kenya, II. East African Agricultural Journal, 25, 241-244.

1965. The chemical composition of the grasses of Kenya, III. East African Agricultural Journal, 314-319.

1966. The chemical composition of some leguminous plants grown in the herbage nursery at Kitale, Kenya. East African Agricultural Journal, 32, 45-49.

Edwards, D.C. 1935. A further note on Rhodes grass. East African Agricultural Journal, 1, 233-235.

1936. Report on grassland improvement in Kenya 1934. East African Agricultural Journal, 1, 269-277.

1939. National reversion to grass. Observations on the effect upon soil fertility of (a) established grass and (b) clover as compared with Natural reversion to grass. East African Agricultural Journal, 4, 141-144.

1941a. The progress of grassland research in East Africa. East African Agricultural Journal, 6, 141-144.

1941b. A new fodder crop: perennial Kavirondo Sorghum. East African Agricultural Journal, 6, 183-185.

1941c. The possibility of establishing grass under maize. East African Agricultural Journal, 6, 233-234.

1943. The Nziia type of Rhodes (Chloris gayana) for temporary leys. East African Agricultural Journal, 9, 62-68.

Etherington, J.W. 1945. More about grass leys on the Kinangop, Kenya. East African Agricultural Journal, 9, 67.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1969. Management and utilization of pastures: East Africa. A report compiled by H.J. van Rensburg. Rome, Italy, FAO.

Fiennes, R.N.T.W. 1940. Pasture research: a new method of measuring ground cover and composition of permanent pastures. East African Agricultural Journal, 6, 59-60.

French, M.H. 1935. The place of silage in the dietary of livestock. East African Agricultural Journal, 4, 206-210.

1939. The comparative feeding value of grass when fed green as hay, or silage. East African Agricultural Journal, 4, 261-264.

1943a. Feeding value of stubble from maize, millet, and bulrush millet. East African Agricultural Journal, 9, 88-89.

1943b. The feeding value of green Lucerne hay. East African Agricultural Journal, 8, 241-243.

1946. Mineral deficiencies and excesses in pastures. East African Agricultural Journal, 11, 189-191.

1949. Some use and misuse of shrubs and trees as fodder. East African Agricultural Journal, 14, 157-165.

French M.H. et Purvis J.T. 1935. Maize silage in East Africa: Its preparation, quality and feeding value. East African Agricultural Journal, 1, 229-232.

Gathecha, T.W. 1970. The maintenance and improvement of soil fertility under arable crops and grass leys in the 1st and 2nd rotation cycles of a fertilizer trial at Embu. East African Agricultural Forage Journal, 35, 246-253.

Glover, P.E. 1966. Masai and Kipsigis notes on East African plants. Part 1: Grazing, browse, animal associated and poisonous plants. East African Agricultural Forage Journal, 32, 184-191.

Glover, P.E., Stewart, J. et Gwynne, M.D. 1966. Masai and Kipsigis. Notes on East African Plants. Part I: Grazing, browse, animal associated and poisonous plants. East African Agricultural Journal, 32, 184. Part II: Domestic uses of plants. East African Agricultural Journal, 32, 192-199. Part III: Medicinal uses of plants. East African Agricultural Journal, 32, 200-207.

Goldson, J.R. 1967. Under sowing as a means of establishing the leys in Western Kenya. East African Agricultural Journal, 32, 274-281.

Gwynne, M.D. et Ndawula-Senyimba, M.S. 1971. A purch-card method based on vegetative characters for identifying East African grasses. East African Agricultural Forage Journal, 36, 334-339.

Halcrow, M. 1938. Pasture problems in the Trans Nzoia. East African Agricultural Journal, 4, 165-182.

Hall, T.D. et Allen, B. 1938. Intensive grazing on Kenya veld. East African Agricultural Journal, 4, 165-182.

Harker, K.W. 1954. The establishment of Chloris gayana under a sorghum silage crop. East African Agricultural Journal, 20, 54-56.

Itulya, S. 1975. A summary of the experimental work carried out between 1954-1975 at Nyandarua Agricultural Research Station, Ol Joro Orok. Nairobi, Kenya, Ministry of Agriculture, p. 1-86.

Jones, R.J. et Evans, T.R. 1961. The establishment and production of a ley. East African Agricultural Journal, 27, 85-90.

Jordan, S.M. 1957. Reclamation and pasture management in the semi-arid areas of Kitui district Kenya. East African Agricultural Journal, 23, 84-88.

Karachi, M.K. 1979a. Development, yield, chemical composition and response to phosphorus by some cultivars of lupins species in Kenya. East African Agricultural Journal, 45, 117-123.

1979b. Germination of Eragrostis superba, Peyr. East African Agricultural Forage Journal, 44, 249-251.

1979c. The effect of phosphorus on growth of four tropical pasture legumes. East African Agricultural and Forestry Journal, 44, 249-251.

Karue, C.N. 1975. Intake and digestibility of Themeda triandra hay by age-pared Boran-Hereford steers. East African Agricultural Forage Journal, 41, 35-41.

Kayongo-Male, H., Karue, C.N. et Mutiga, E.R. 1977. The effect of supplementation on the growth of dairy heifers grazed on medium quality pasture under East African conditions. East African Agricultural Forage Journal, 42, 435-440.

Kenya Seed Company 1962. Guide to the growing of grass and legume seed. Kitale, Kenya, The Kenya Seed Company, P.O. Box 553.

*Kevelenge, J.E.E. 1978. The nutritive value of four arable farm by-products commonly fed to dairy cattle by small scale farmers. Nairobi, Kenya, University of Nairobi. (Thèse)

*Kevelenge, J.E.E., Kiflewahid, B. et Said, A.N. 1983. The nutritive value of four arable farm by-products commonly fed to dairy cattle by small scale farmers in Kenya. III. Nitrogen and ruminal retentions by wether sheep. Tropical Animal Production, 8, 180-186.

*Kevelenge, J.E.E., Said, A.N. et Kiflewahid, B. 1983. The nutritive value of four arable farm by-products commonly fed to dairy cattle by small scale farmers in Kenya I. Organic structural components and in vitro digestibility. Tropical Animal Production, 8, 162-170.

*1983. The nutritive value of four arable farm by-products commonly fed to dairy cattle by small scale farmers in Kenya. II. The utilization of nutrients by wether sheep. Tropical Animal Production, 8, 171-179.

Keya, N.C.O. 1974a. Grassland/legume pastures in Western Kenya. I. A comparison of the productivity of cut and grazed swards. East African Agricultural Forage Journal, 39, 240-246.

1974b. Grassland/legume pastures in Western Kenya. II. Legume performance at Kitale, Kisii and Kakamega. East African Agricultural Forage Journal, 39, 247-257.

*Keya, N.C.O., Olsen, F.J. et Holliday, R. 1971. Over-sowing improved pasture legume in natural grasslands of the medium altitudes of Western Kenya. East African Agricultural Forage Journal, 37, 148-155.

1972. Comparison of seed beds for over-sowing a Chloris gayana Kunth/Desmodium uncinatum (Jacq.) mixture in hyparrhenia grassland. East African Agricultural Forage Journal, 37, 286-293.

---

*Les publications précédées d'un astérisque concernent les ouvrages publiés sur l'utilisation des sous-produits des cultures.

Keya, N.C.O. et van Eijnatten, C.L.M. 1975. Studies on oversowing of natural grasslands in Kenya. I. The effect of seed threshing, scarification and storage on the germination of Desmodium uncinatum (Jacq.) D.C. East African Agricultural Forage Journal, 40, 261-263. II. The effects of seed inoculation and pelleting on the modulation and productivity of Desmodium uncinatum (Jacq.) D.C. East African Agricultural Forage Journal, 40, 351-360. III. The seeding rates for the establishment of Desmodium uncinatum (Jacq.) D.C. when oversown or sod-seeded in Hyparrhenia grassland, East African Agricultural Forage Journal, 40, 359-371.

Kidner, E.M. 1963. Milk yields in relation to pasture composition. East African Agricultural Journal, 29, 125-130.

1966a. Beef production from pasture. Some factors involved in the liveweight progress of calves from birth to slaughter. East African Agricultural Journal, 31, 389-391.

1966b. Seasonal body weight changes in suckled Boran cows at pasture and their probable association with the intervals between calvings. East African Agricultural Journal, 31, 399-404.

1966c. Beef production. Part I. Nutrient requirements for normal and rapid growth with fattening in relation to pasture composition. East African Agricultural Journal, 32, 34-37.

1966d. Beef production. Part II. Production from unrestricted access to pasture and from restricted access but with supplementary feeding. East African Agricultural Journal, 16, 43-46.

Ledger, H.P. 1950. The effect of lime on a Chloris gayana ley. East African Agricultural Journal, 16, 43-46.

Maher, C. 1935a. Mixed farming in East Africa. II. Grassland and arable diarying in the Trans Nzoia District. East African Agricultural Journal, 2, 12-27.

1936b. Elephant grass (Pennisetum purpureum) as a cattle fodder in Kenya. East African Agricultural Journal, 1, 340-342.

1945. The goats, friend or foe. East African Agricultural Journal, 11, 115-120.

Malcrow, M. 1937. Experimental work on pastures in the Trans Nzoia District Kenya Colony. 1935-36. East African Agricultural Journal, 3, 109-112.

Marshall, B. 1967. The nutritive value of Themeda triandra. East African Agricultural Forage Journal, 32, 375-379.

Marshall, B. et Long, M.I.E. 1967. The digestible energy content of some East African grasses. East African Agricultural Forage Journal, 33, 64-66.

Masefield, G.B. 1946. Agricultural extension methods amongst African peasant farmers. East African Agricultural Journal, 11, 214-221.

McDonald, J. 1935. The inoculation of leguminous crops. East African Agricultural Journal, 1, 8-13.

McKay, A.D., Frandsen, P.E., Odero, J.C., Sondergaard, M. et Nganga, S.P. 1969. Chemical composition of herbage from Themeda grassland in Kenya before and after collection from oesephageal fistulated steers. East African Agricultural Forage Journal, 34, 190-196.

Mitaru, B.M. (1979). Nutritive value of maize and forage sorghum silages. Nairobi, Kenya, University of Nairobi. (Thèse)

Moore, C.E.M. 1965. Production of pasture seeds from medium altitude. Kenya Farmer, p. 16-17.

Morrison, J. 1966. The effect of nitrogen, phosphorus and cultivation on the productivity of Kikuyu grass at high altitudes in Kenya. East African Agricultural Journal, 31, 291-297.

1966b. A note on the factors concerned in the establishment of grass: Glover swards at high

elevations in Kenya. East African Agricultural Journal, 31, 448-448.

1966c. Productivity of grass and grass/legume swards in the Kenya Highlands. East African Agriculture Journal, 32, 19-24.

1966d. Effects of cover crop and sowing dates on Grass/Clover swards in the Kenya Highlands. East African Agricultural Journal, 32, 25-30.

*Musimba, N.K.R. 1980. Digestibility and nutritive value of maize stover, rice straw, wheat straw and oat straw treated with sodium hydroxide (NaOH) and Magadi Soda. Nairobi, Kenya, University of Nairobi (Thèse)

*1981. Chemical composition of maize stover, rice straw and wheat straw treated with sodium hydroxide (NaOH). Proceedings Symposium of a Workshop on Utilization of Low Quality Roughages in Africa (1981) - Tanzania. Bibliographic Index 15 BN 82-575-9000-2, p. 17-20.

Mwakha, E. 1971a. Germination depth of Bungoma grass Entolasi imbricata stapf. East African Agricultural Forage Journal, 37, 26-28.

1971b. Effect of cutting frequency on productivity of Napier and Guatemala grasses in Western Kenya. East African Agricultural Forage Journal, 37, 206-210.

1969. Observations on the effect of temperature on the growth of Trifolium senipilosum (Pres.). East African Agricultural Forage Journal, 34, 289-292.

*Nang'ole, F. 1979. The nutritive value of treated maize cobs. Nairobi, Kenya, University of Nairobi. (Thèse)

*Nang'ole, F., Kayongo-Male, H. et Said, A.N. 1983. Chemical composition digestibility and feeding value of maize cobs. Animal Feed Science and Technology, 9.

Naveh, Z. 1966. The determination of range condition and trend on East African range lands. East African Agricultural Journal, 32, 159-161.

Nightingale, J.M. 1946. Conversion of Veld Grazing into ley pastures in Kenya Highlands. East African Agricultural Journal, 12, 84-87.

Okwaro, G.O.A. 1980. Nutritive value of some sorghum (sorghum bicolor, L. Moench) varieties. Nairobi, Kenya, University of Nairobi. (Thèse)

Okwareo, G.A., Kayongo-Male, H. et Karue, C.N. 1978. The effect of variety and location on the nutritive value of nine sorghum varieties grown under Kenyan conditions. East African Agricultural Forage Journal, 43, 185-192.

Otieno, N.C. 1967. The anatomy of common pasture grasses in Kenya. II. Digitaria scalarum chiovi (African couch grass). East African Agricultural Forage Journal, 33, 23-30.

Peers, A.W. et Jones, R.J. 1962. Establishment of grass leys by undergrowing to cereals. East African Agricultural Journal, 27, 145-149.

Pereira, H.C. 1959. Lessons gained from grazing trials at Makavete, Kenya, East African Agricultural Forage Journal, 25, 59-62.

Pratt, D.J. 1963. Reseeding denuded land in Baringo District, Kenya. East African Agricultural Journal, 29, 78-91.

1964. Reseeding denuded land in Baringo District, Kenya. I. Techniques for dry alluvial sites. East African Agricultural Journal, 30, 127-125.

Pratt, D.J. et Knight, J. 1964. Reseeding denuded land in Baringo District, Kenya. III. Techniques for capped red loam soils. East African Agricultural Journal, 30, 127-125.

Said, A.N. 1971. In vivo digestibility and nutritive value of Kikuyu grass, Pennisetum clandestinum, with a tentative assessment of its yield of nutrients. East African Agricultural Forage Journal, 37, 15-21.

1974. The nutritive value of some Kenyan feedstuffs and the effect of protein and energy rich concentrates supplementation on the utilization of Chloris gayana hay by wether sheep. Nairobi, Kenya, University of Nairobi. (Thèse)

1981. Sodium hydroxide and ammonia treated maize stover as a roughage supplement to sheep and beef feedlot cattle. Proceedings Symposium of a workshop on Utilization of Low Quality Roughages in Africa (1981) - Tanzania. Bibliographic Index ISBN 82-575-9000-2, p. 107-112.

Said, A.N., Sundstol, F., Tubei, S.K., Musimba, N.K.R. et Ndegwa, F.C. 1983. Use of by-products for ruminant feeding in Kenya. In Kiflewahid, B., Potts, G. et Drysdale, R., ed., By-Product Utilization for Animal Production. Proceedings of a workshop on applied research held in Nairobi, Kenya, 26-30 September 1982. Ottawa, Canada, International Development Research Centre (IDRC), IDRC-206e, p. 60-70.

Said, A.N., Wheeler, J.L. et Lindstad, P. 1977. The effect of sodium and sulphur supplements on the cyanide potential of Sorghum almum on the growth of Corriedale lambs in East Africa. Forage Resources, 3, 75-81.

Sands, E.B., Thomas, D.B., Knight, J. et Pratt, D.J. 1970. Preliminary selection of pasture plants for the semi-arid areas of Kenya. East African Agricultural Forage Journal, 36, 49-57.

Schwartz, H.J. et Said, A.N. 1981. Dietary preferences of goats and nutritive value of forages in semi-arid pastures in northern Kenya. Proceedings of an International Symposium on Goat Production, 12-13 May 1981. Tours, France, p. 1-18.

Strange, R. 1954a. The production and handling of herbage seeds. The Royal Agricultural Society of Kenya, No. 3, 18-21.

1954b. Ley establishment at medium altitudes. The Royal Agricultural Society of Kenya, No. 4, 13-20.

1955a. The management of permanent pastures in the high rainfall mixed farming areas. The Royal Agricultural Society of Kenya, No. 7, 5-7.

1955b. Forage legumes for medium altitudes in Kenya. East African Agricultural Journal, 20, 221-224.

1958a. Preliminary trials of grasses and legumes under grazing. East African Agricultural Journal, 24, 92-102.

1958b. A summary of some important indigenous and exotic pasture plants for use in temporary leys in Kenya. Published in 6 monthly instalments in the "The Kenya Farmer" January, June 1958.

1959. Observation on the growth of non-irrigated lucerne. East African Agricultural Journal, 24, 171-173.

1960a. The effects of four management treatments on temporary leys. East African Agricultural Journal, 25, 251-254.

1960b. Observations on grasses and legumes under grazing. East African Agricultural Journal, 26, 54-55.

1961. Effects of legumes and fertilizers on yield of temporary leys. East African Agricultural Journal, 26, 231-234.

Sturdy, D. 1939. Leguminous crops in Native agricultural practice. East African Agricultural Journal, 5, 31-33.

Suttie, J.M. 1965. The establishment of pastures at medium altitudes. The Kenya Farmer, p. 16-17.

1968. Pasture legume research in Kenya. East African Forage Journal, 33, 281-285.

1970. The effect of single superphosphate on the yield and chemical composition of a grazed grass/legume pasture at Kitale. East African Agricultural Forage Journal, 35, 359-363.

Taerum, R. 1970a. A study of root and shoot growth on three grass species in Kenya. East African Agricultural Forage Journal, 36, 155-171.

1970b. A note of chemical content of some East African grasses. East African Agricultural Forage Journal, 36, 171-176.

Thomas, C. 1977. The effect of supplementing hay with pyrethrum marc on voluntary intake and digestibility. East African Agricultural Forage Journal, 42, 337-341.

Thomas, D.B. 1961. Reports of pasture research at Katumani Experimental Farm - 1957-61. (Communications personnelles)

1972. Observations on lucerne as a pasture legume on volcanic ash soil at Njoro, Kenya. East African Agricultural Forage Journal, 37, 336-340.

Thomas, D.B., Pereira, H.C. et Hosegood, P.H. (1961). The productivity of tropical semi-arid thorn shrubs country under intensive management. Empire Journal of Experimental Agriculture, 29, 267-286.

*Tubei, S. 1981. Alkali treatment of maize cobs and maize stover to improve their nutritive value. Nairobi, Kenya, University of Nairobi. (Thèse)

*Tubei, S.K. et Said, A.N. 1981. The utilization of ammonia-treated maize cobs and maize stover by sheep in Kenya. In Kategile, J.A. et Said, A.N., ed., Utilization of Low Quality Roughages in Africa. Proceedings of a workshop held in Arusha, Tanzania, 18-22, January 1981. p. 151-56.

UNDP/FAO (United Nations Development Program/Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1968-76. Collected working papers Vol. 1 - Beef Industry Development Project, Kenya. Nairobi, Kenya, UNDP/FAO.

Van Rensburg, H.J. 1948. Pasture management. East African Agricultural Journal, 14, 26-28.

Ware et Austin W.D. 1963. Napier grass for milk production in the Trans Nzoia. East African Agricultural Journal, 28, 223-227.

Wheeler, J.L. et Jones, R.J. 1977. The potential for forage legumes in Kenya. Tropical Grasslands, II, 273-288.

RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES EN TANZANIE

A.B. Lwoga, M.M.S. Lugenja et A.R. Kajuni

Université d'agriculture de Sokoine, C.P. 3001, Morogoro, Tanzanie; Centre de recherche sur l'élevage de TALIRO, C.P. 5016, Tanga, Tanzanie; et Centre de recherche sur l'élevage de TALIRO pour l'ouest du Kilimanjaro, C.P. 103, Hai, Tanzanie, respectivement.

Sommaire *La recherche sur les pâturages, en Tanzanie, a débuté dans les années 30. Depuis lors, les enquêtes se sont poursuivies sur divers aspects de la production, de l'agronomie et de l'utilisation des pâturages et des parcours naturels, ainsi que sur l'introduction et l'évaluation d'espèces végétales appropriées. Cette communication passe brièvement en revue ces recherches, en mentionnant l'organisation actuelle qui les poursuit et les secteurs principaux auxquels elles s'intéressent dans le domaine des pâturages.*

D'une superficie totale de 939 701 km^2, la Tanzanie s'étend approximativement du 1er au 12^{e} degré de latitude S. et du 29^{e} au 40^{e} de longitude E. C'est essentiellement un pays de plaines, de vallées, de plateaux et de montagnes dont l'altitude varie du niveau de la mer à plus de 5 900 m, au sommet enneigé du Kilimanjaro.

Le climat, très influencé par l'altitude, varie du tropical subhumide au semi-aride. D'après la classification écologique de Pratt et Gwynne (1977), 74 % de la superficie du pays reçoit des précipitations annuelles ne dépassant pas 1 500 mm, ce que l'on considère comme insuffisant pour la production de la plupart des cultures, sans irrigation. En conséquence, l'élevage constitue la principale activité de ces régions relativement sèches. Les différences dans la pluviosité influencent également la répartition des populations. Les régions

recevant plus de 1 500 mm de pluie sont généralement plus peuplées que celles qui en reçoivent moins.

En 1978, la Tanzanie comptait une population de 17,5 x 10^6 habitants dont 94 % vivant dans les régions rurales. Quant au cheptel, on dénombrait environ 12,1 x 10^6 bovins, 5,5 x 10^6 chèvres et 3,6 x 10^6 ovins (Ministry of Agriculture 1979).

LA RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES

La recherche sur les pâturages, en Tanzanie, remonte aux années 30 et a été inaugurée par des scientifiques qui avaient pour nom : Staples (1937, 1938, 1945), Staple et al. (1942), French et Van Rensburg (1952, 1956, 1958), entre autres. Les enquêtes qui se sont poursuivies depuis lors ont été passées en revue (Mehta 1974), et l'exposé suivant en donne un aperçu.

Écologie et étude de la végétation des parcours naturels

L'écologie et la végétation de diverses régions du pays ont été étudiées par de nombreux intéressés, parmi lesquels Philips (1930), Greenway (1933), Scott (1934), Pielou (1951), Walker (1974) et Kahurananga (1979). Les résultats de certaines de ces études, et d'autres, ont permis de réaliser la cartographie végétale de la Tanzanie et de l'Est africain, dans son ensemble (p. ex., Gillman 1949; Heady 1960; Pratt et Gwynne 1977).

Pratiques agronomiques et utilisation des parcours naturels

Les capacités de charge des parcours naturels ont fait l'objet d'études dans diverses zones écologiques du pays (Staples 1938; Walker et Scott 1968, Broatch 1970; Lugenja et Kajuni 1979). Les régimes de paissance (en rotation continue, différée, et leurs combinaisons) ont été évalués dans les régions subhumides à semi-arides (Staples 1937, 1945; Walker 1968; Walker et Scott 1968). Walker et Scott (1968) en ont conclu que la combinaison de la paissance en rotation et différée donnait de meilleurs résultats que les autres régimes utilisés séparément.

Des efforts considérables ont été consacrés à la lutte contre la brousse et les mauvaises herbes dans les parcours naturels à l'aide de troupeaux mixtes de bovins et de chèvres (Hornby et van Rensburg 1948), du brûlage (Staples et al. 1942; van Rensburg 1952, 1958) et de moyens mécaniques (Brzostowski 1960). Toutefois les résultats, pour la plupart, n'ont pas été suffisamment répandus parmi le grand public (on trouvera, sur le sujet, une abondante information, par exemple, dans les rapports bisannuels de la recherche sur les pâturages de Kongwa 1962, 1968).

On a constaté que les engrais chimiques augmentaient le volume et la qualité des fourrages des prairies naturelles en divers endroits de la Tanzanie (Evans et Mitchell 1962; Anderson 1965, 1968; Walker 1969b; Hendy 1975), mais le manque d'humidité dans les régions à faible pluviosité en restreint radicalement les effets (Lwoga 1981).

Introduction et évaluation des graminées et légumineuses de pâturages

On a entrepris l'introduction, l'évaluation et la sélection des espèces pour pâturages pour les régions subhumides à humides (Naveh 1966; Naveh et Anderson 1966; Anderson et Naveh 1967; Hopkinson 1979), pour les régions subhumides à semi-arides (Walker 1969a; Van Voorthuizen 1971) et pour les régions semi-arides (Owen et Brzostowski 1967; Wigg 1973). Voici les principaux critères d'évaluation qui ont été retenus : persistance, rendement en matière sèche, résistance à la paissance et à la sécheresse et qualité. Des études précédentes avaient porté sur la qualité (principalement la composition chimique et la digestibilité in vivo) de diverses espèces de graminées et de légumineuses et de leurs mélanges ainsi que de plantes de brout (French 1939, 1941, 1945, 1950, 1957; van Rensburg 1956). Les résultats d'analyses plus récentes (p. ex., Lane et Lwoga 1978; Mukurasi 1978; Myoya 1980) n'ont pas encore été publiés sous une forme accessible aux lecteurs étrangers à la Tanzanie. Certains de ces résultats ont cependant servi de base à des recommandations sur les possibilités d'implantation de diverses graminées et légumineuses de pâturages dans les différentes zones écologiques du pays (tableau 1).

Tableau 1. Graminées et légumineuses pouvant convenir à l'implantation de pâturages en Tanzanie.

Graminées	Légumineuses
Zones écologiques humides à subhumides	
Setaria splendida	*Neonotonia wightii*
Panicum maximum	*Medicago sativa*
Setaria anceps	*Desmodium uncinatum*
Chloris gayana	*Desmodium sandwicense*
Pennisetum purpureum	*Desmodium intortum*
	Dolichos formosus
Zones écologiques subhumides à semi-arides	
Chloris gayana	*Medicago sativa*
Setaria anceps	*Neonotonia wightii*
Panicum coloratum	*Clitoria ternatea*
Panicum maximum	*Dolichos formosus*
Panicum antidotale	*Rynchosia sennaarensis*
Cenchrus ciliaris	*Lotononis bainesii*
	Desmodium sandwicense
	Desmodium uncinatum
	Desmodium intortum
	Stylosanthes guianensis
	Centrosema pubescens
	Macroptilium atropurpureum
Zones écologiques semi-arides à arides	
Cenchrus ciliaris	*Clitoria ternatea*
Cynodon plectostachyus	*Centrosema pubescens*
Chloris gayana	*Stylosanthes scabra*
	Macroptilium atropurpureum
	Rhynchosia sennaarensis
	Styosanthes humilis

Implantation, pratiques agronomiques et utilisation des pâturages

On possède assez peu d'informations sur les différentes méthodes appropriées d'implantation des pâturages

par semis, mais plusieurs intéressés (Northwood et Macartney 1969; Lane et Lwoga 1978; Rukanda et Lwoga 1981) ont souligné l'efficacité d'un minimum de préparation du sol, avec ou sans recours à des herbicides, pour l'implantation de légumineuses dans les pâturages naturels des régions subhumides.

De nombreuses expériences ont révélé les bons effets des engrais chimiques sur le rendement et la qualité des pâturages ensemencés, lorsque l'humidité est suffisante (Owen 1964; Owen et Mukurasi 1973; Marandu et al. 1975). Walker (1973) estimait peu économique l'emploi d'engrais azotés sur les pâturages ensemencés en graminées dans le nord-ouest semi-aride de la Tanzanie, et il recommandait l'utilisation de légumineuses dans les pâturages mixtes comme moyen pratique d'accroître la quantité de matière sèche et la valeur protéique.

La pénurie de fourrage et sa mauvaise qualité, durant la saison sèche, soulèvent d'importants problèmes pour l'élevage en Tanzanie. Il n'existe cependant que de rares études sur la conservation des fourrages et leur utilisation comme réserve saisonnière. Des premières expériences (French 1938, 1939, 1956, 1957) ont permis d'évaluer la valeur nutritive de divers foins et ensilages de graminées, mais plus récemment l'attention s'est portée sur l'utilisation des déchets de récoltes comme moyen d'améliorer l'alimentation des bestiaux durant la saison sèche (Kategile 1979; Edelsten et Lijongwa 1981).

ORGANISATION ACTUELLE DE LA RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES

À la suite de la réorganisation de la recherche en agriculture de 1981, celle qui concerne les pâturages dépend principalement de la Tanzania Livestock Research Organization (TALIRO) (Organisation pour la recherche en élevage de la Tanzanie). Deux autres institutions, l'Université d'agriculture de Sokoine et le Centre d'agriculture d'Uyole effectuent également des recherches dans divers secteurs connexes.

Voici quels sont les principaux secteurs qui retiennent l'attention:

Parcours naturels : contrôle, amélioration par sursemis de l'engazonnement, réglage de la paissance et lutte contre la brousse;

Pâturages ensemencés : méthodes d'implantation, pratiques agronomiques, régimes de paissance et conservation; et

Déchets de récoltes et autres fourrages grossiers : valeur nutritive, modes de traitement, utilisation. En outre, les diverses stations produisent des semences à une échelle réduite.

BIBLIOGRAPHIE

Anderson, G.D. 1965. Estimates of the potential productivity of some pastures in Mbulu Highlands of Tanganyika by application of fertilizers. East African Agricultural and Forestry Journal, 30, 206-218.

1968. Effects of fertilizers on botanical composition and productivity of pasture on the sandy soils of the Tanganyika coast. East African Agricultural and Forestry Journal, 34, 207-216.

Anderson, G.D. et Naveh, Z. 1967. The introduction and selection of promising plants for northern Tanzania. V. Overall comparison of promising plants. East African Agricultural and Forestry Journal, 84-105.

Broatch, R.F. 1970. An investigation into the optimum stocking rate of the natural pasture of Tanga coast region. Annual Report 1969. Tanga, Tanga Research and Training Institute.

Brzostowski, H.W. 1960. Sodom apple control. East African Agricultural and Forestry Journal, 25, 214-219.

Edelsten, P. et Lijongwa, C. 1981. Utilization of low quality roughages - economical considerations in the Tanzanian context. Utilization of Low Quality Roughages in Africa. Aas, Norway, AUN-Agricultural Development Report, p. 189-200.

Evans, A.C. et Mitchell, H.W. 1962. Soil fertility studies in Tanganyika. I. Improvement of crop and grass production on a leached sandy soil in Bukoba. East African Agricultural and Forestry Journal, 27, 189-196.

French, M.H. 1938. The effect of certain legumes on the feeding value of hay from a mixture of grasses. Annual Report. II. Research. Dar es Salaam, Tanzania, Department of Veterinary Science and Animal Husbandry, p. 46.

1939. The comparative feeding value of grass when fed green, as hay and as silage. East African Agricultural and Forestry Journal, 4, 261-267.

1941. The nutritive value of some Tanganyika grasses. Empire Journal of Experimental Agriculture, 9, 23-28.

1945. The composition of different types of star grass. East African Agricultural and Forestry Journal, 11, 100-103.

1950. The nutritive value of East African grass and fodder plants. East African Agricultural Journal, 15, 214-220.

1956. The nutritive value of East African hay. Empire Journal of Experimental Agriculture, 24, 53-60.

1957. Nutritive value of tropical grasses and fodders. Herbage Abstracts, 27, 1-9.

Gillman, C. 1949. A vegetation-type map of Tanganyika Territory. Geographical Review, 39, 7-37.

Greenway, P.J. 1933. Vegetation of Mpwapwa, Tangayika Territory. Journal of Ecology, 21, 29-43.

Heady, H.F. 1960. Range management in East Africa. Nairobi, Kenya, Department of Agriculture and the East African Agriculture and Forestry Organization cooperating with the United States Educational Commission in the United Kingdom.

Hendy, K. 1975. Review of natural pastures and their management problems on the north coast of Tanzania. East African Agricultural and Forestry Journal, 41, 52-57.

Hopkinson, D. 1970. The potential of some pasture plants in the sisal areas of the Tanga region of Tanzania. East African Agricultural and Forestry Journal, 35, 299-310.

Hornby, H.E. et Rensburg, J.J. 1948. The place of goats in Tanganyika farming system. I. In deciduous bushland formation. East African Agricultural Journal, 14, 94-98.

Kahurananga, J. 1979. The vegetation of the Simanjiro Plains, Northern Tanzania. African Journal of Ecology, 2, 65-83.

Kategile, J.A. 1979. Performance of heifers fed on diets based on NaOH - treated maize cobs and the effect of supplementary urea and source of carbohydrates. Animal Feed Science and Technology, 4, 97-107.

Kongwa Pasture Research Station Biannual Report. 1962-64. Dar es Salaam, Ministry of Agriculture, Food and Cooperatives, Kongwa Pasture Research Station.

1968-70. Biannual Report. Dar es Salaam, Ministry of Agriculture, Food and Cooperatives, Kongwa Pasture Research Station.

Lane, I.R. et Lwoga, A.B. 1978. Pasture research at Morogoro - pasture agronomy and improvement of natural pasture. In Proceedings of the fifth scientific conference of the Tanzania Society of Animal Production, Tanga, p. 134-148.

Lugenja, M.M.S. et Kajuni, A.R. 1979. Range management in Central Tanzania - results of grazing management systems at Pasture Research Station, Kongwa. In Proceedings of the seventh scientific conference of the Tanzania Society of Animal Production, Tringa, p. 24-51.

Lwoga, A.B. 1981. Nitrogen on East African pasture. In Proceedings of the third general conference of the Association for the Advancement of Agricultural Sciences in Africa, Ibadan, Nigeria, Vol. II, p. 133-162.

Marandu, W.Y.F., Uriyo, A.P. et Mongi, H.D. 1975. Residual effects of NPK fertilizer application on the yield of maize and pasture on a ferrisol at Morogoro. East African Agricultural and Forestry Journal, 40, 400-407.

Masada, A.P. et Kusekwa, M.L. 1984. The role of pastures and fodders in the livestock industry in Tanzania. Paper presented at International Workshop in Tropical Pastures and Fodder Seed Production, Queensland, Australia 1984. (Polycopie).

Mehta, R.K. 1974. Tanzania's grassland resources. Paper presented at Annual meeting of Senior Livestock Officers 1974. Dar es Salaam, Tanzania, Ministry of Agriculture, 19 p.

Ministry of Agriculture, Tanzania. 1979. The 1978 livestock count in Mainland Tanzania and beef demand and supply. Dar es Salaam, Tanzania, Ministry of Agriculture, 554 p.

Mukurasi, N.J. 1978. Feed science at Uyole. In Proceedings of the sixth scientific conference of the Tanzania Society of Animal Production, Tanga 1978, p. 166-173.

Myoya, J.J. 1980. Pasture research 1970-78. In Research Report No. 28, U.A.C., Mbeya, 1980.

Naveh, Z. 1966. Selection of promising pasture plants for northern Tanzania. III. The early performance of drought resistant Glycine javanica L. ecotypes. East African Agricultural and Forestry Journal, 32, 103-107.

Naveh, Z. et Anderson, G.D. 1966. Selection of promising pasture plants for northern Tanzania. II. A comparison of drought resistant selections of Rhodes grass (Chloris gayana) and Buffel grass (Cenchrus ciliaris). East African Agricultural and Forestry Journal, 32, 96-102.

Northwood, P.J. et Macartney, J.C. 1969. Pasture establishment and renovation by direct seeding. East African Agricultural and Forestry Journal, 35, 185-189.

Owen, M.A. 1964. A note on the effect of a late application of nitrogenous fertilizer on hay quality. East African Agricultural and Forestry Journal, 29, 322-325.

Owen, M.A. et Brzowstowski, H.W. 1967. Grass establishment under semi-arid conditions in central Tanganyika. Tropical Agriculture (Trinidad) 44, 275-291.

Owen, M.A. et Mukurasi, N.J. 1973. Influence of farm yard manure and nitrogen fertilizers on sown pasture and on seed yield and quality of Cenchrus ciliaris L., Kongwa Tanzania. East African Agricultural and Forestry Journal, 38, 367-374.

Phillips, J. 1930. Some important vegetation communities in the central province of Tanganyika Territory. Journal of Ecology, 18, 193-234.

Pielou, E.C. 1952. Notes on the vegetation of the Rukwa Rift Valley, Tanganyika Territory. Journal of Ecology, 40, 383-392.

Pratt, D.J. et Gwynne, M.D. 1977. Rangeland management and ecology in East Africa. London, U.K. Hodder and Stoughton.

Rensburg, H.J. 1952. Grass burning experiments on the Msima River Stock Farm, Southern Highlands Tanganyika. East African Agricultural Journal, 17, 119-129.

1956. Comparative value of fodder plants in Tanganyika. East African Agricultural Journal, 22, 14-19.

1958. Grassland trials at Tarime, Lake Province, Tanganyika. East African Agricultural Journal, 23, 190-192.

Rukanda, N.A.K. et Lwoga, A.B. 1981. The role of legumes in improving natural grasslands for livestock production. In Katagile, J.A., Said, A.N. et Sundstol, F., éd., Utilization of Low Quality Roughages in Africa. Aas, Norway, AUN - Agricultural Development Report 1, p. 185-188.

Scott, J.D. 1934. Ecology of certain plant communities of central province, Tanganyika Territory. Journal of Ecology, 22, 177-229.

Staples, R.R. 1937. Rotational grazing. In Annual Report, Department of Veterinary Science and Animal Husbandry, Dar es Salaam, Tanzania, p. 36.

1938. Run-off and soil erosion tests in semi-arid Tanganyika Territory. In Annual Report, Department of Veterinary Science and Animal Husbandry, Dar es Salaam, Tanzania, p. 109.

1945. Deferred grazing and bush control. East African Agricultural Journal, 10, 217-222.

Staples, R.R., Hornby, H.E. et Hornby, Robina M. 1942. A study of the comparative effects of goats and cattle on a mixed grass-bush pasture. East African Agricultural Journal, 8, 62-70.

Voorthuizen, E.G. van. 1971. The effects of cutting frequency and height on four naturally occurring pasture grasses in Tanzania. East African Agricultural and Forestry Journal, 37, 258-264.

Walker, B. 1968. Grazing experiments at Ukiriguru, Tanzania. I. Comparison of rotational and continuous grazing systems on natural pastures of hard pan soils. East African Agricultural and Forestry Journal, 34, 224-234.

1969a. Herbage plants for pasture improvement in Western Tanzania. East African Agricultural and Forestry Journal, 35, 1.

1969b. Effects of nitrogen fertilizer on natural pastures in western Tanzania. Experimental Agriculture, 5, 215-222.

1973. Effects of nitrogen and phosphate on Cenchrus ciliaris at Ukiriguru, western Tanzania. Experimental Agriculture, 9, 107-112.

1974. An account of the vascular plant species occurring on the main soil types at Ukiriguru, western Tanzania. Tanzania Notes and Records, 73, 19-34.

Walker, B. et Scott, G.D. 1968. Grazing experiments at Ukiriguru, Tanzania. III. Comparison of stocking rate on the productivity and botanical composition of natural pastures of hard pan soils. East African Agricultural and Forestry Journal, 34, 245-255.

Wigg, P.M. 1973. The role of some pastures in semi-arid central Tanzania. East African Agricultural and Forestry Journal, 38, 375-382.

LES LÉGUMINEUSES FOURRAGÈRES DANS LES SYSTÈMES DE PRODUCTION AGROPASTORAUX DE LA ZONE SUBHUMIDE DU NIGÉRIA

M.A. Mohamed Saleem

Agronome en fourrages, International Livestock Centre for Africa, 8, Alkali Road, PMB 2248, Kaduna, Nigeria

Sommaire *L'utilisation du sol dans la zone subhumide du Nigéria se modifie rapidement par suite de l'afflux d'agriculteurs et d'éleveurs de bestiaux quittant les régions densément peuplées du pays. La terre étant la propriété de collectivités d'agriculteurs, les pâturages traditionnels ont tendance à être fortement mis à contribution par les troupeaux nouvellement installés et les animaux nomades. La prospérité de l'élevage dans la zone subhumide dépendra donc à long terme de l'intégration de la production fourragère et des autres cultures.*

Les méthodes d'amélioration de la production fourragère à l'aide des Stylosanthes dans les régimes agropastoraux s'adressent aux régions agricoles et de jachères. Comme les exploitations agricoles et l'élevage sont généralement l'affaire de groupes ethniques distincts, il est opportun de montrer les avantages directs dont les agriculteurs profiteraient en introduisant dans leur assolement une légumineuse pour améliorer la production fourragère dans les régions cultivées. On insiste également sur le besoin de sélectionner d'autres légumineuses destinées aux régimes agropastoraux, en raison de la vulnérabilité à l'anthracnose des cultivars de stylo dont on dispose actuellement.

La répartition du sol dans la zone subhumide (ZSH) du Nigéria subit une évolution rapide. Bien que cette zone jouisse d'une pluviosité satisfaisante (900 à 1 500 mm) et d'une longue période de végétation (180 à 270 jours), sa densité de population est peu élevée.

Jusqu'à récemment, sa fonction principale était d'assurer la subsistance d'un cheptel nomade durant la saison sèche.

Le pastoralisme, au Nigéria, est concentré dans le Nord aride, mais il souffre d'une trop brève saison humide. La surcharge des pâturages a entraîné un déséquilibre des ressources d'affouragement et forcé le bétail à refluer vers la ZSH, surtout durant la saison sèche où la mouche tsé-tsé migre vers le sud.

Depuis 1979, des relevés aériens et terrestres répétés des régions subhumides du Nigéria, par le Centre international pour l'élevage en Afrique (ILCA), ont permis de constater que la population humaine et le cheptel y sont plus considérables qu'on ne le croyait (Bourn et Milligan 1983). La migration vers la ZSH d'agriculteurs forcés de quitter les régions les plus peuplées et les plus intensivement cultivées du pays a commencé à prendre de l'ampleur vers 1950 et s'est intensifiée dans les années 60 (Agboola 1979). Les infestations de tsé-tsé ayant semblé diminuer à cause d'une mise en culture du sol et de programmes de pulvérisation instaurés par les pouvoirs publics, les animaux tendent à séjourner en plus grand nombre et plus longtemps dans la zone (Bourn et Milligan 1983). La sécheresse du Sahel a sans doute contribué également à cet accroissement du cheptel.

D'après les estimations de van Raay (1975), plus de la moitié du Fulani, dans le nord du Nigéria, est occupée ou semi-occupée. Dans la ZSH, par exemple, les éleveurs traditionnels de bestiaux commencent à se fixer à proximité des régions cultivées. Jusqu'ici, d'après le mode d'occupation observé, il y aurait corrélation positive entre le cheptel et les superficies cultivées, jusqu'à ce que 50 % du sol soit affecté à l'agriculture (Bourn et Milligan 1983).

D'après l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO 1983), outre la possibilité accrue d'utiliser les résidus de récoltes, d'autres motifs incitent les éleveurs à s'installer et à intégrer leur bétail à la production agricole. En voici quelques-uns :

a) l'impossibilité de subsister avec les produits

et les revenus de l'élevage, à cause des sécheresses et des maladies;

b) les régimes traditionnels d'élevage deviennent de plus en plus difficiles à maintenir par suite de la transformation des pâturages en superficies cultivées;

c) le développement de la région, le long des routes et des voies d'eau, coupe les voies de déplacement traditionnelles des troupeaux;

d) les restrictions aux déplacements des troupeaux sous forme de mesures sanitaires (quarantaines) ou fiscales;

e) la nécessité pour les agriculteurs de s'établir pour bénéficier de services vétérinaires, se procurer des provendes et profiter de certains avantages sociaux comme l'instruction et les services de santé; et

f) l'acquisition d'animaux en paiement du bétail entretenu appartenant à des agriculteurs locaux.

Pour ces raisons, la sédentarité constitue une étape de la progression du pastoralisme vers une intégration plus étroite des régimes agropastoraux. Au Nigéria, cultures et élevage sont pratiqués généralement par des groupes ethniques différents, mais les agriculteurs reconnaissent les avantages que leur procurent des bestiaux, que ce soit sous forme de produits, de fumier, de bêtes de trait et de moyen de transport (FAO 1983). Des exemples de ce genre de progression abondent dans la ZSH où des agriculteurs ont de plus en plus tendance à investir dans l'élevage le surplus qu'ils retirent de leurs récoltes.

Le développement des cultures et de l'élevage, séparément ou par intégration, se répercutera davantage sur les quelques terres encore utilisables et fera diminuer naturellement les superficies affectées aux pâturages et aux jachères. La culture ininterrompue et la paissance réduiront rapidement le potentiel de production céréalière et fourragère des sols. Le rôle éventuel des légumineuses fourragères dans les régimes de production agropastoraux sera abordé ici en s'appuyant sur les constations de l'équipe de l'ILCA pour la zone subhumide.

Voici comme De Leeuw et Agishi (1979) ont résumé la recherche sur les pâturages au Nigéria :

> Même si les recherches de près de trois décennies nous ont permis d'accumuler une somme considérable de connaissances utiles concernant le rendement, la qualité et la performance des espèces végétales appropriées dans diverses conditions agronomiques, on ne peut encore observer de résultats tangibles au niveau des exploitations agricoles commerciales. L'identification des objectifs de la recherche est donc demeurée avant tout la prérogative de spécialistes qui n'ont pas bénéficié en retour, jusqu'ici, de l'expérience pratique des entrepreneurs.

En raison de la trypanosomiase qui sévit dans la ZSH, celle-ci n'était même pas comprise dans le programme de recherche mentionné par De Leeuw et Agishi. Non seulement le programme de l'ILCA est limité à la région subhumide, mais il s'effectue à l'intérieur du régime pastoral et mesure son succès uniquement d'après l'accueil que les éleveurs réservent à ses interventions. Le programme applique une méthode pluridisciplinaire à ses recherches sur les régimes pastoraux.

MODES DE PRODUCTION ET DIFFICULTÉS

Les méthodes actuelles de culture et d'élevage du bétail au Nigéria sont le fruit de nombreuses années de tâtonnements en vue d'assurer aux producteurs un niveau de subsistance suffisant. Les régimes de production sont adaptés aux conditions climatiques et édaphiques, aux types de sol, aux ressources financières et humaines et aux capacités de leurs dirigeants. Les cultures intercalaires comportant diverses associations de céréales et de légumineuses à gousses sont les plus fréquemment pratiquées. Elles permettent une utilisation maximale du sol et un bon rendement de la main-d'oeuvre tout en minimisant les risques d'échec total qui découlent parfois de la monoculture (Norman 1979). La superficie à cultiver repose d'abord sur l'effectif que l'on peut affecter à la préparation manuelle du terrain, surtout le labour en sillons. Tout retard de ces travaux tend à abréger la période de végétation et à

réduire les avantages d'un épandage d'azote aux fins d'une récolte hâtive (Kowal et Kassam 1978). En régime cultural, le sol a tendance à se détériorer rapidement et à être traditionnellement mis en jachère après une période plus ou moins longue pour se reconstituer naturellement (Jones et Wild 1975). On attribue généralement à la jachère les avantages suivants : a) accumulation d'éléments nutritifs par la végétation, qui reviennent ultérieurement à la surface du sol; b) par un apport de matières organiques, le sol s'enrichit en éléments nutritifs et améliore sa capacité d'échange de cations; et c) réduction des mauvaises herbes, insectes et maladies propres aux cultures.

Le tableau 1 indique le temps de jachère nécessaire pour reconstituer l'humus après une année de culture, pour divers taux d'addition et de décomposition de la matière organique.

La jachère prolongée est un moyen très efficace de reconstitution du sol dans les régions peu peuplées (Greenland 1970). Toutefois, lorsque la population augmente et que les pressions économiques se font plus

Tableau 1. Temps de jachère nécessaire dans une rotation de cultures/jachère, à différents pourcentages d'équilibre en état de végétation naturelle après une année de culture.

Ajout d'humus pendant la mise en culture	Constante (%) de la décomposition	Entretien de l'humus (années) et années nécessaires pour maintenir l'humus en équilibre avec la végétation naturelle		
		25 %	50 %	75 %
0	2	0,7	2,0	6,0
	4	1,3	4,0	12,0
	6	2,0	6,0	18,0
Ajout de 33 % à la jachère par les résidus de récoltes	2	0,2	1,3	4,7
	4	0,9	3,3	10,7
	6	1,6	5,3	16,7

Source : adapté de Kowal et Kassam (1978).

intenses, les périodes de jachère sont appelées à raccourcir ou même à disparaître dans la ZSH (Powell 1984, communication personnelle), comme cela s'est déjà produit dans les parties plus peuplées du Nigéria et dans d'autres pays de l'Afrique occidentale (Norman 1979). On doit alors recourir aux fumures organiques et inorganiques pour rétablir la fertilité de la terre. Comme beaucoup de sols ne peuvent être cultivés sans subir une dégradation plus ou moins accentuée, il est souhaitable de les laisser au repos pour que la "végétation naturelle" puisse réapparaître (Shah et al. 1983).

La durée de la saison sèche dans la ZSH varie du sud au nord et les réserves d'humidité ne suffisent pas à ce moment à entretenir la végétation. Les plantes naturelles, parmi lesquelles les graminées prédominent, ne peuvent répondre aux besoins nutritifs des bestiaux (fig. 1). Les animaux consommant des résidus de récoltes trouvent à s'alimenter suffisamment durant les deux premiers mois de la saison sèche (Powell et Otchere 1984, communication personnelle), mais cet appoint variera selon l'abondance et la productivité des cultures et l'effectif des bestiaux dans le voisinage. Bien que le remède le plus facile aux déficiences de cette nature soit l'achat de sous-produits agro-industriels, on ne saurait y voir une solution à long terme à cause de l'irrégularité de cette ressource. Le moyen qui s'impose à l'évidence est d'améliorer la qualité des fourrages en leur ajoutant des légumineuses. En raison de leurs caractères physiologiques propres, celles-ci ont généralement une valeur nutritive supérieure à celle des graminées en saison sèche (fig. 2). L'engazonnement naturel de la ZSH ne comporte que peu de légumineuses (fig. 1) et celles-ci devront dont être introduites par semis.

Les pasteurs de bestiaux, en devenant sédentaires, sont portés à adopter les techniques agricoles de la région. Les terres en pâturages et celles qui sont cultivées appartiennent rarement aux pasteurs. De plus, l'agriculture en se développant non seulement réduira les étendues de pâturages mais limitera l'étendue et la qualité des terres arables que les pasteurs seront autorisés à occuper. Ces conditions ne sont pas de nature à les encourager à s'engager dans des dépenses d'amélioration à long terme des pâturages.

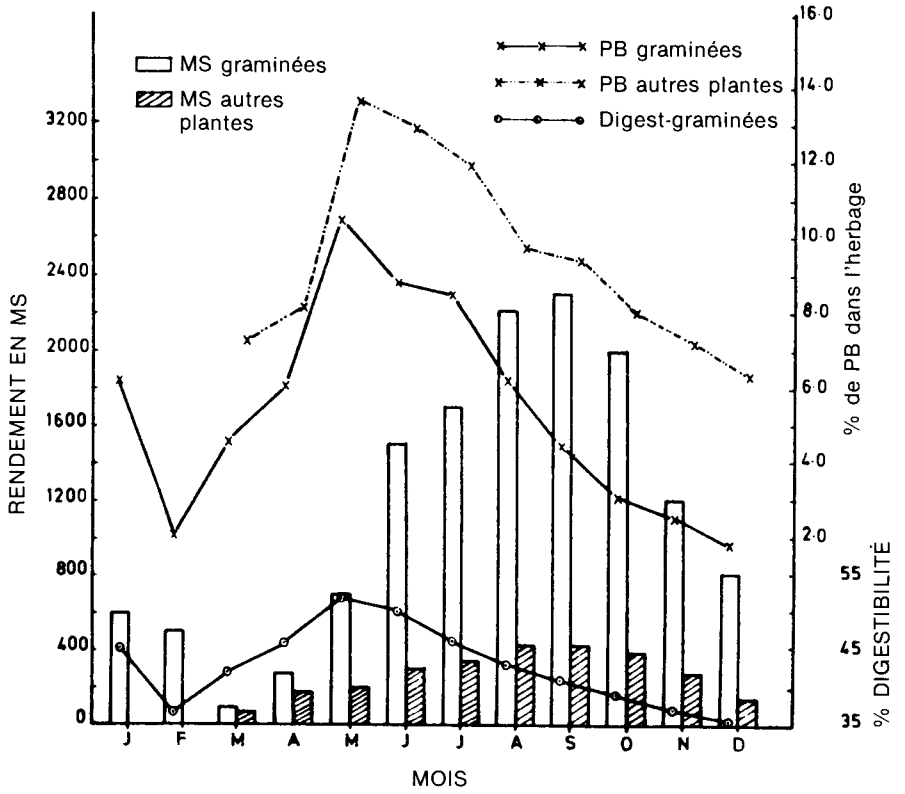


Fig. 1. Schéma généralisé de la productivité et de l'utilisation des herbages naturels à la réserve de pâturages de Kachia
(Nota : MS = Matière sèche; PB = Protéine brute).

Jusqu'ici, l'amélioration de l'agriculture herbagère, au Nigéria, s'est limitée aux réserves de pâturages et aux ranchs commerciaux. Les semis en bandes et sursemis dans les parcours naturels de légumineuses, comme les espèces Stylosanthes et Centrosema, n'ont eu que peu de succès, à cause surtout d'une mauvaise implantation et d'un manque de persistance sous le régime des pâturages communaux et des essartages pratiqués à tort et à travers. En outre, les améliorations exclusivement réalisées dans les réserves de pâturages suffiront à peine à une faible proportion des bovins, des moutons et des chèvres vivant dans la zone. Ce qui s'impose est d'améliorer également la production fourragère dans les terres cultivables.

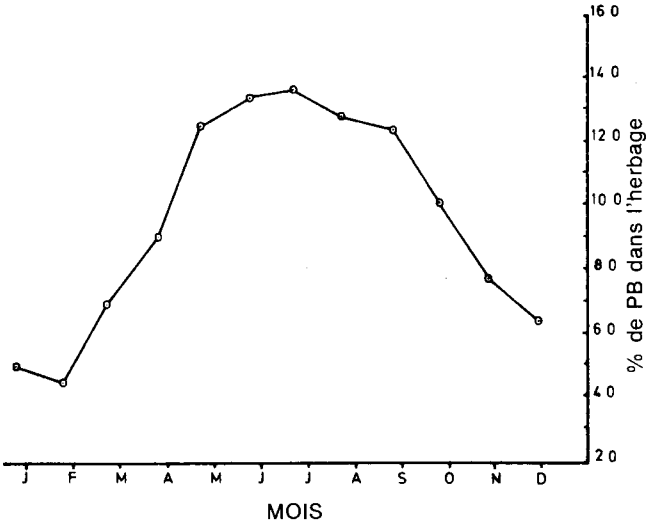


Fig. 2. Modifications des teneurs (%) en protéine brute de Stylosanthes hamata cv. Verano à la réserve de pâturages de Kachia
(Nota : PB = Protéine brute).

Les options techniques ne manquent pas à cette fin, mais l'agriculteur non propriétaire de bestiaux sera peu enclin à cultiver des fourrages à moins de trouver un marché ferme pour sa récolte, ou que celle-ci ne profite à ses autres cultures.

Ces considérations soulignent bien qu'avec l'accroissement de la population et du cheptel dans la ZSH, le grand problème qui se pose aux régimes agropastoraux est celui du peu de valeur nutritive des pâturages naturels, doublé de la nécessité d'entretenir la fertilité du sol pour le rendre cultivable de façon soutenue. Heureusement, les légumineuses semblent pouvoir fournir la solution désirable aux deux cas.

UTILISATION DES LÉGUMINEUSES FOURRAGÈRES POUR AMÉLIORER LA NUTRITION DES BESTIAUX

Légumineuses fourragères en mélanges cultivés

On évalue à 22 % seulement de la superficie de la ZSH du Nigéria les étendues actuellement cultivées (Bourn et Milligan 1983; Powell 1983, communication personnelle). Cependant, la paissance des résidus de récoltes représente environ 20 % du temps total passé chaque année par les bestiaux en pâturage (Powell et Bayer 1984, communication personnelle). Les animaux broutent la végétation sélectivement, en commençant par les panicules et le feuillage immatures des parties supérieures des céréales. Ces parties, de bonne qualité au début de la saison sèche, ne constituent qu'environ 10 % des résidus totaux, mais des plantes adventices viennent s'ajouter, dont la valeur peut être supérieure à la moyenne. Toutefois, en raison de cette sélectivité, la qualité du fourrage va en déclinant à mesure que la saison sèche avance (Powell et Bayer 1984, communication personnelle).

L'introduction d'une légumineuse fourragère comme Stylosanthes accroît la teneur générale en protéine brute du fourrage consommable après la moisson de grain de la céréale-abri. Comme les agriculteurs ont l'habitude des récoltes intercalaires, il leur serait possible d'introduire une légumineuse fourragère dans une récolte de grain. Les mécanismes de cette pratique restent à préciser, et certains travaux de l'ILCA à ce sujet sont résumés ci-après.

Le moyen le plus simple d'introduire une légumineuse est le semis à la dérobée dans une céréale. L'époque de ce sous-semis est cependant un point critique si l'on veut obtenir un rendement maximal des deux plantes. C'est ainsi, par exemple, qu'un semis de Stylosanthes guianensis cv. Cook ou de S. hamata cv. Verano le même jour que le sorgho a réduit de plus de 70 % le rendement en grain, alors que la réduction a été minime lorsqu'on a semé les deux légumineuses respectivement 6 et 3 semaines après le sorgho (tableau 2). La présence de Stylosanthes a augmenté la quantité de protéine brute digestible totale (PBD) par unité de superficie en résidus de récolte (tableau 2).

Tableau 2. Effet d'un sous-semis de stylo sur le rendement en grain du sorgho et sur la quantité totale de fourrage.

Époque de semis de la stylo	Rendement en grain (kg/ha)	Modification du rendement en grain à partir de C_0	Rendement en fourrage: Résidus de récolte (kg/ha)	MS[a] de stylo (kg/ha)	% calculé de PBD[b] dans l'ensemble du fourrage	PB[c] disponible (kg/ha)
Sorgho non amélioré + S. hamata						
En culture seule (C_0)	1 226		7 503 (2,4)[d]		-1,09	180
Avec récolte (C_1)	357	-70	1 303 (2,5)	4 010 (11,4)[d]	5,02	490
Après 3 semaines (C_2)	1 224		3 719 (2,0)	1 729 (12,0)	1,78	281
Après 6 semaines (C_3)	1 287	+5	4 260 (2,2)	702 (12,0)	-0,19	179
Après 9 semaines (C_4)	1 240	+1	3 919 (2,3)	408 (12,8)	-0,28	142

(suite)

Tableau 2. (fin).

Époque de semis de la stylo	Rendement en grain (kg/ha)	Modification du rendement en grain à partir de C_0	Rendement en fourrage: Résidus de récolte (kg/ha)	Rendement en fourrage: MS[a] de stylo (kg/ha)	Rendement en fourrage: % calculé de PBD[b] dans l'ensemble du fourrage	Rendement en fourrage: PB[c] disponible (kg/ha)
Sorgho amélioré + S. hamata						
En culture seule (C_0)	2 192		8 796 (2,9)		-0,64	255
Avec récolte (C_1)	480	-78	2 367 (1,4)	4 334 (12,9)	4,66	592
Après 3 semaines (C_2)	1 550	-29	3 524 (1,6)	3 215 (13,6)	3,34	493
Après 6 semaines (C_3)	1 918	-13	5 385 (1,4)	2 464 (13,8)	1,42	415
Après 9 semaines (C_4)	1 980	-10	7 463 (2,9)	456 (14,7)	0,01	283

[a] MS = matière sèche.
[b] PBD = protéine brute digestible.
[c] PB = protéine brute.
[d] Les chiffres entre parenthèses indiquent le % réel de PB dans les différents fourrages.

Dans une autre expérience, le rendement du sorgho semé le même jour que l'une ou l'autre des légumineuses suivantes -- Centrosema pascuorum, Alisacarpus vaginalis et Macroptilium lathyriodes, n'a subi aucune réduction sensible, contrairement au cas de la stylo (tableau 3).

La culture des céréales à l'état pur n'est pas de pratique courante. En général, on les sème en mélange avec des légumineuses à graines comme le soya. Même dans ces conditions, on peut introduire une légumineuse fourragère sans conséquences nuisibles pour la récolte principale, en ajustant simplement la géométrie de la plantation. La coutume est d'implanter les céréales et les légumineuses à graines sur un même billon (fig. 3a). En semant deux rangs de sorgho à intervalles de 30 cm avec du soya entre les deux, alternant avec des billons de S. guianensis cv. Cook (fig. 3b), on n'a pas modifié le peuplement traditionnel, mais le compromis a permis d'obtenir un mélange composé de deux plantes cultivées et d'une plante fourragère sans effets défavorables pour les rendements de grain escomptés. Ce procédé a également pour résultat d'améliorer sensible-

Tableau 3. Rendements en grain et en fourrage (kg/ha) du sorgho en semis mélangé avec des légumineuses fourragères.

Type de mélange sorgho/légumineuse	Rendement en grain	Résidus de récolte	MS[a] des légumineuses	Fourrage total
Sorgho seul	1 296	4 667		
Sorgho + S. hamata	313	1 685	2 778	4 463
Sorgho + S. hamata cv. Cook	388	1 555	2 063	3 618
Sorgho + M. atropurpureum	356	2 111	1 296	3 407
Sorgho + C. pascuorum	1 019	2 981	1 204	4 185
Sorgho + A. vaginalis	1 092	2 519	926	3 445
Sorgho + M. lathyriodes	1 297	2 741	1 481	4 222

[a] MS = matière sèche.

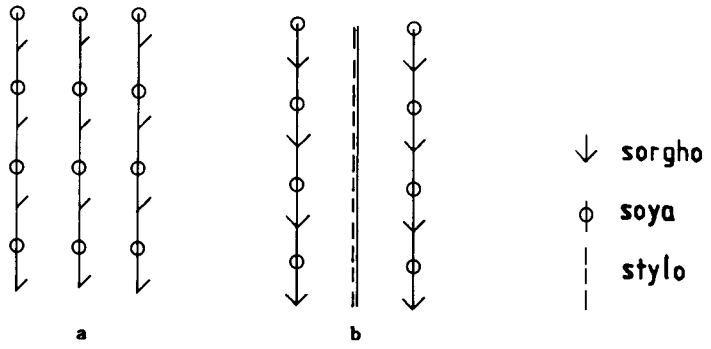


Fig. 3. Agencements géométriques en fonction d'un mélange de 2 plantes cultivées - 1 mélange fourrager

ment la qualité du fourrage grâce à la présence de la stylo (tableau 4).

Légumineuses fourragères en complément à la paissance naturelle

La nécessité d'améliorer les pâturages naturels du Nigéria est largement admise, mais on n'a pas encore trouvé de méthode appropriée pour y répondre, dans les conditions socio-économiques existantes. Dans la ZSH, l'ILCA a relevé les facteurs suivants qui font obstacle

Tableau 4. Rendements en grain et en fourrage du sorgho avec soya et stylo en sous-semis.

Mélange de grain	Rend. en grain		Rend. en fourrage	
	Sorgho	Soya	Sorgho	Stylo
Sorgho et sous-semis de soya	1 201	91	5 170	-
Sorgho et sous-semis de soya + stylo en billons alternants	1 331	68	4 813	1 360

à l'amélioration des ressources fourragères : manque de main-d'oeuvre disponible, insécurité concernant les droits de propriété du sol, et absence d'une politique ferme de développement rural à long terme. Divers échelons de la recherche étudient actuellement le projet de banques de fourrage qui pourrait apporter des remèdes. Ces banques constitueraient des réserves de légumineuses fourragères entretenues par les pasteurs de bestiaux, à proximité de leurs fermes pour servir de complément à la paissance en saison sèche.

L'utilité des légumineuses fourragères telles que Stylosanthes pour pallier les déficiences nutritives en saison sèche a été démontrée à l'Institut national de recherche en production animale (NAPRI, Shika, Nigéria). Mais le but principal de l'ILCA a été l'élaboration d'une technologie peu compliquée, appropriée aux objectifs et aux possibilités des pasteurs de bestiaux. C'est ainsi qu'on a préconisé comme étant "le meilleur pari" l'idée des banques de fourrage fondée sur des résultats expérimentaux, l'expérience acquise, et les relevés existants du nombre maximal des troupeaux, l'existence et le rendement de légumineuses, etc. Les mesures pratiques envisagées ont été les suivantes : a) clôture d'environ 4 hectares; b) préparation du lit de germination en tenant le troupeau enfermé jusqu'au lendemain à l'endroit choisi; c) semis à la volée de semences scarifiées; d) paissance en début de saison, pour contrer la pousse des mauvaises herbes hâtives; e) permettre au fourrage de gagner en volume en alternant la paissance jusqu'à la saison sèche; f) choisir le nombre et le genre appropriés d'animaux et limiter la paissance à deux heures et demie par jour; et g) veiller à laisser suffisamment de graines et de chaume sur place pour reconstituer le pâturage. Le tableau 5 indique la productivité initiale des banques de fourrage de stylosanthes au cours d'essais dirigés par des agronomes et pratiqués par des cultivateurs utilisant cet arrangement.

À mesure qu'augmentait le nombre de pasteurs de bestiaux participant au plan de banques de fourrage, on a constaté de leur part des réactions et des observations variables selon les cas. En voici quelques exemples :

Tableau 5. Productivité du stylo et changement dans la qualité des réserves fourragères durant les saisons sèches 1981-1982 et 1982-1983.

Réserves fourragères	Observations[a]	Oct. 1981	Déc. 1981	Fév. 1982	Avril 1982	Oct. 1982	Déc. 1982	Fév. 1983	Avril 1983
Expérimentale (K'Biri)	MS totale/kg/ha	6 824				7 350			
	% en poids de stylo	56,0				55,4			
	Stylo, kg/ha	3 821				4 072			
	Stylo, % de PB	13,8	10,6	9,2	5,8	13,6	11,0	9,6	8,7
	Stylo, kg/ha de PB	527				554			
Pastoraliste (K'Biri)	MS totale/kg/ha	4 191				5 742			
	% en poids de stylo	68,0				62,6			
	Stylo, kg/ha	2 850				3 594			
	Stylo, % de PB	13,0	10,4	9,8	7,9	11,4	10,1	9,7	8,1
	Stylo, kg/ha de PB	370				410			
Pastoraliste (Abet)	MS totale/kg/ha	4 900				6 258			
	% en poids de stylo	63,0				58,6			
	Stylo, kg/ha	3 087				3 667			
	Stylo, % de PB	12,6	11,3	8,9	7,2	11,9	11,2	8,8	7,0
	Stylo, kg/ha de PB	389				436			

[a] MS = Matière sèche, PB = Protéine brute.

Tableau 6. Effets de la préparation du sol et du traitement des semences sur le nombre de plants/m^2 de Stylo hamata cv. Cook, 6 semaines après l'ensemencement.

Mode de préparation	Modes de traitement de la semence (Peuplement/m^2) Mélange avec sable	Mélange avec lisier	Traitement insecticide	Moyenne
1 semaine, troupeau enfermé pour la nuit	150	76	167	137
2 semaines, paissance avant le semis	69	99	67	78
2 semaines, paissance après le semis	205	176	212	197
Brûlis pendant la saison sèche	45	195	133	108
Moyenne	117	137	133	

a) Établissement et gestion d'une réserve (banque) de fourrage -- L'obligation de tenir le troupeau enfermé jusqu'au lendemain pour préparer le lit de germination empêchait les animaux de fournir leur fumier aux parcelles cultivées. De plus, les pasteurs préparant leur terre de cette façon faisaient face à deux problèmes. D'abord, pour un troupeau comptant en moyenne 50 têtes, les animaux ne pouvaient piétiner qu'environ 700 à 1 000 m^2 par cycle de 2 à 3 jours; théoriquement, il aurait donc fallu plus de 150 jours pour préparer les 4 hectares. Deuxièmement, les pasteurs, par crainte d'infestations par les vers, hésitaient à faire paître les sections récemment engraissées au fumier (pour faire échec à la pousse des mauvaises herbes hâtives au début de la saison).

Une expérience visant à éviter ces inconvénients a proposé d'autres solutions possibles (tableau 6).

b) Utilisation - paissance supplémentaire -- La saison sèche dans la ZSH du Nigéria a lieu généralement de la mi-octobre à la fin d'avril. Les réserves de fourrage sous la surveillance d'agronomes étaient pâturées la première année, par des animaux choisis, pendant deux heures et demie après la période de paissance de la journée. Mais ce supplément de paissance en soirée présentait des problèmes de logistique. Certains pasteurs préféraient utiliser la réserve de fourrage le matin, entre les heures de traite et la préparation de leurs animaux. La recommandation a donc été acceptée à leur satisfaction.

c) Reconstitution des réserves de fourrage -- S. guianensis cv. Cook est une plante vivace qui vient à graine durant la saison sèche. La paissance avant la nouaison ainsi que la paissance excessive en fin de saison sèche nuisaient considérablement à la reconstitution des réserves de fourrage. S. hamata cv. Verano est annuelle et sa nouaison a lieu bien avant le début de la saison sèche; sa régénération n'est donc pas affectée l'année suivante. La surcharge d'une banque de fourrage, a-t-on constaté également, nuit sérieusement aux réserves de graines tombées sur le sol, les animaux les absorbant avec la langue en broutant. La semence étant coûteuse, on désire éviter un réensemencement annuel. Aussi, a-t-on conseillé à certains pasteurs de clôturer de petites parcelles de leur réserve fourragère pour y recueillir la semence nécessaire.

Les effets de la paissance des banques fourragères sur la performance des bestiaux sont encore à l'étude. Nous citerons cependant certains résultats préliminaires. Dans un troupeau expérimental, des animaux-témoins n'ayant pas accès à une réserve fourragère ont perdu plus de poids et leur état général a été moins bon que les sujets paissant 2 heures par jour la réserve. La mortalité a également touché 43 % des animaux-témoins comparativement à 14 % dans le lot mieux alimenté (Otchere 1984, non publié).

LES LÉGUMINEUSES FOURRAGÈRES DANS LA PRODUCTION DES CULTURES

On a constaté que la composition d'une réserve fourragère à base de S. hamata se modifiait avec le

Tableau 7. Distribution de fréquences des graminées les plus courantes dans l'engazonnement de la réserve de pâturages de Kachia.

Espèces	Végétation naturelle	Réserve fourragère
Andropogon spp.	6,2	13,3
Brachiaria spp.	8,3	-
Digitaria spp.	0,8	-
Hyparrhenia spp.	11,4	16,1
Loudetia spp.	40,7	4,0
Panicum spp.	0,8	-
Paspalum spp.	1,4	0,4
Setaria spp.	0,6	0,8
Pennisetum spp.	-	0,5
Autres	24,4	5,6
Légumineuse (Stylosanthes hamata cv. Verano)		59,3

temps. Après trois ans, la proportion des plantes nitrophiles comme les espèces Andropogon et Hyparrhenia avait augmenté, comparativement à Loudetia, prédominante au début, ainsi que dans les sols voisins (tableau 7).

À un site expérimental de l'ILCA, Kurmin Biri, le maïs s'est beaucoup plus développé et son rendement en grain a été sensiblement plus élevé, pour les mêmes apports d'azote, lorsqu'on a mis en culture une section de réserves fourragères d'âges différents, comparativement aux résultats de parcelles se trouvant en dehors de la réserve, cultivées précédemment ou à l'état de végétation naturelle subclimax (fig. 4). Le tableau 8 reproduit certaines propriétés physiques des sols ferrugineux de ce site expérimental (prédominants dans la ZSH).

D'après les résultats expérimentaux du tableau 8, les légumineuses fourragères comme stylosanthes pourraient améliorer les caractères édaphiques et, en conséquence, profiter aux cultures si on les introduisait dans la rotation. Lorsqu'une agriculture plus intensive s'oppose aux longues périodes de jachère, une jachère de courte durée en légumineuses serait toujours avantageuse.

Tableau 8. Influence de la végétation sur certaines propriétés physiques des sols - résultats préliminaires.

Types de végétation	Taux d'infiltration maximum (mm/h)	Densité globale
Après 3 ans d'hamata	49	1,32
Partie non cultivée à végétation subclimax	20	1,77
Partie cultivée 3 ans	15	Non déterm.

Les possibilités offertes par la culture de légumineuses ouvrent de belles perspectives à une agriculture du type agropastoral. Pour l'agriculteur sans bestiaux, elles devraient l'engager à accueillir favorablement les pasteurs de bestiaux en quête de terre pour y établir des réserves fourragères.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Dans la ZSH du Nigéria, quels que soient les avantages des légumineuses constatés expérimentalement, on ne devra les communiquer aux agriculteurs qu'avec prudence en raison de la base de départ restreinte représentée par les légumineuses disponibles, à ce jour. La recherche sur les légumineuses, au Nigéria, remonte à trois décennies, environ. En 1979, NAPRI a recommandé trois cultivars de stylosanthes pour la ZSH soit S. guianensis cv. Cook, S. guianensis cv. Schofield et S. hamata cv. Verano. De ceux-ci, S. guianensis cv. Schofield est depuis longtemps écarté parce que vulnérable à l'anthracnose. S. guianensis cv. Cook s'est montré pendant trois ans réfractaire à cette maladie mais commence à en montrer des symptômes en certains endroits. Ainsi donc, le travail expérimental ainsi que les essais à la ferme se réduisent aujourd'hui à S. hamata cv. Verano et, occasionnellement, à S. guianensis cv. Cook. Il est donc urgent d'élargir la base génétique existante des légumineuses fourragères. Le tableau 9 donne une évaluation préliminaire de certaines obtentions de stylosanthes de l'ILCA.

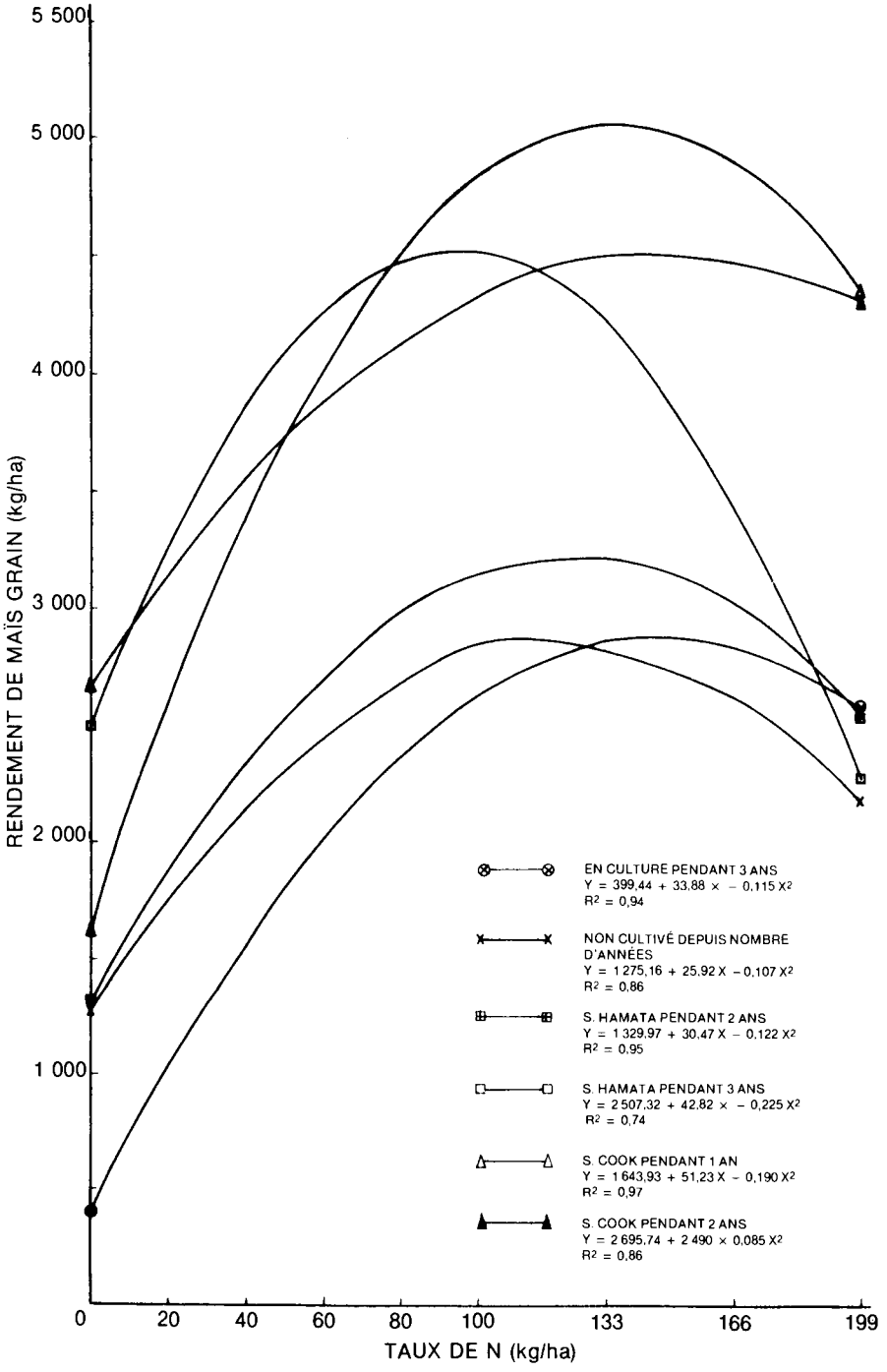


Fig. 4. Effet d'une application de N sur les rendements en maïs grain dans des sols affectés précédemment à différents systèmes de culture, K'biri, 1983.

Tableau 9. Performance de diverses obtentions de fourrages à Kurmin Biri -- réserve de pâturages de Kachia.

Entrées	Obtentions nº	Date approx. de la floraison	Cote vis-à-vis de l'anthracnose	MS/ha (moy. de 3 = une parcelle d'1 m^2)	Graines (kg/ha)	Saison sèche
Sytlosanthes						
humilis		10 juillet	5	932	79	1,0
scabra		25 sept.	1	1 820	72	5,0
guianensis cv. Cook		28 oct.	2	3 284	138	5,0
guianensis cv. Schofield			4	3 252	40	-
guianensis cv. Endeavour		25 sept.	1	2 064	48	5,0
guianensis "tardio"	CIAT1523	4 nov.	1	7 066	-	5,0
guianensis "tardio"	CIAT1280	20 nov.	1	7 583	-	5,0
guianensis "tardio"	CIAT1283	20 nov.	1	7 612	-	5,0
capitata	CIAT1315	26 oct.	1	3 344	157	2,5
capitata	CIAT1097	17 août	1	3 315	84	2,0
capitata	CIAT1405	17 août	3	3 712	49	2,5

capitata	CIAT1318	9 sept.	1	2 730	157	3,5
capitata	CIAT1728	26 oct.	1	3 836	61	2,5
capitata	CIAT1342	26 oct.	1	3 748	131	3,5
capitata	CIAT1693	17 août	3	3 450	182	3,0
	CIAT1441		1	2 505	34	2,5
	CIAT2044		1	3 432	80	2,5
	CIAT1019		1	4 147	40	3,0
	CIAT1643		2	3 269	77	1,0
	CIAT1582		2	3 800	175	1,0
capitata	CIAT2133	26 oct.	2	3 669	96	1,0
capitata	CIAT2039	26 oct.	2	4 894	115	1,0
capitata		26 oct.				
macrocephala		17 août	1	2 248	143	3,0
macrocephala		17 août				
macrocephala		17 août				
macrocephala		17 août				
hamata cv. verano		10 juin				

Nota : Cote vis-à-vis de l'anthracnose : 5 lésions - très fréquente, avec perte de feuilles, 3 lésions - moyennement fréquente, sans perte de feuilles, et 1 - pas de lésions apparentes. Cote en saison sèche d'après le pourcentage de feuilles tombées en novembre : 5 - pas de perte de feuilles, 4 - 25 % de perte de feuilles, 3 - 50 % de perte de feuilles, 2 - 75 % de perte de feuilles, et 1 - perte de toutes les feuilles.

La sélection de légumineuses fourragères pour la ZSH doit s'effectuer sur des obtentions intergénériques et intragénériques pour y trouver les caractères appropriés aux conditions du système agropastoral. Parmi les caractères recherchés : résistance à la sécheresse, bonne fixation de N atmosphérique, compatibilité avec les plantes cultivées, résistance à une paissance intensive, bonne production de semences, et facilité d'implantation après ensemencement en sol découvert ou sur une chaume. Cependant, vu l'afflux actuel des populations et des animaux dans la zone ainsi que l'urgence de trouver des légumineuses fourragères pouvant améliorer le régime alimentaire des bestiaux et entretenir la fertilité du sol, les organismes de développement et de vulgarisation ne sauraient attendre que l'on trouve enfin le type de plante idéal combinant les attributs ci-dessus. L'ILCA doit donc se contenter des meilleures espèces disponibles pendant que l'on poursuit la recherche de légumineuses supérieures.

BIBLIOGRAPHIE

Agboola, S.A. 1979. An agricultural atlas of Nigeria. London, England, Oxford Unversity Press, 248 p.

Bourn, D. et Milligan, K. 1983. The dynamics of cattle distribution in the Nigerian Subhumid Zone. Addis Ababa, Ethiopia, International Livestock Centre for Africa (ILCA).

de Leeuw, P.N. et Agishi, E.C. 1979. An economic analysis of grazing systems in the Savanna Zone. NAPRI Seminars, Vol. 1.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1983. Integrating crops and livestock in West Africa. Washington, DC., USA, FAO Animal Production and Health Papers 41, 112 p.

Greenland, D.J. 1970. Paper presented at a seminar on Traditional Agricultural Systems in the Tropics under the sponsorship of Ford Foundations IITA and IRAT.

Jones, M.J. et Wild, A. 1975. Soils of the West African Savannah. Commonwealth Agricultural Bureaux, Technical Communication No. 55, 246 p.

Kowal, J.M. et Kassam, A.H. 1978. Agricultural ecology of Savanna - A Study of W. Africa. London, England, Oxford University Press, 403 p.

Norman, D.W. 1979. Farming systems and problems of improving them. In Kowal, J.M. et Kassam, A.H., Agricultural Ecology of Savannah - A Study of W. Africa. London, England, Oxford University Press, p. 318-347.

Shah, M.M., Higgins, G.M. et Kassam, A.H. 1983. An ecological zone approach to crop production and population potentials. Washington, D.C., USA, FAO, Draft FAO International Institute for Systems Analysis. (Polycopie)

Séance II

Méthodes et réseaux régionaux de recherche sur les pâturages

COLLECTE DE CERTAINES ESPÈCES ÉTHIOPIENNES DE TRIFOLIUM ET ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DE LEUR VALEUR FOURRAGÈRE

J. Kahurananga, L. Akundabweni et S. Jutzi

International Livestock Centre for Africa (ILCA)
P.O. Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia

Sommaire *Entre 1982 et 1984, 882 obtentions de semences d'espèces de Trifolium indigène ont été recueillies sur les hauts plateaux éthiopiens aux fins de sélection. Les premiers rendements observés ont atteint 6,3 t/ha. Par la suite, on a procédé à trois expériences pour évaluer l'effet des engrais phosphatés. Les rendements les plus élevés ont été ceux de T. tembense (6,8 t/ha), T. quartinianum (6,2 t/ha), T. decorum (5,7 t/ha) et T. steudneri (5,3 t/ha), avec 35 et 40 kg/ha de P, soit à peu près six fois plus que sans apport de cet engrais. Sans fertilisant, on n'a relevé aucune différence significative entre les espèces. En même temps, des analyses en laboratoire indiquaient pour les espèces ci-dessus des teneurs de 73,56 % à 74,09 % en matière sèche digestible (MSD) et de 19,1 à 21,3 % en protéine brute (PB). En 1982, des essais de digestibilité sur des moutons révélaient qu'en augmentant progressivement la proportion de Trifolium dans la paille de teff et de blé, la digestibilité du fourrage s'améliorait. Il ressort de ces études que les trèfles éthiopiens offrent de bonnes perspectives de réussite pour la production fourragère dans les régions élevées du pays, avec un apport modéré de P.*

L'insuffisance de l'alimentation, en qualité et en quantité, constitue l'un des principaux obstacles à la productivité des bestiaux. Pour remédier à d'énormes déficiences dans ce domaine, l'ILCA a concentré ses efforts sur l'utilisation de légumineuses fourragères. Celles-ci fournissent non seulement un fourrage beaucoup plus nourrissant, mais améliorent aussi la fertilité des sols en absorbant et en fixant l'azote atmosphérique,

créant ainsi une interrelation des cultures et de l'élevage dans l'agriculture paysanne, par la rotation des récoltes ou par des cultures intercalaires.

L'ILCA a instauré des programmes adaptés aux différentes zones écoclimatiques de l'Afrique tropicale. Celui qui s'occupe particulièrement des terres hautes a, très opportunément, été centralisé en Éthiopie. Les hauts plateaux frais ont un écoclimat intermédiaire entre le tropical et le tempéré. On y trouve des sols d'argile noire acides, souvent détrempés saisonnièrement et pauvres en phosphore assimilable, parfois exposés à des gelées à certaines époques de l'année. On comptait au début rechercher des espèces fourragères adaptées à ces conditions et c'est à cette fin que l'ILCA a entrepris la collecte et l'évaluation des trèfles indigènes. Depuis, ce travail s'est étendu aux régions de terres basses et aux plantes de brout, afin de trouver, si possible, des espèces convenant aux savanes tropicales.

Le Trifolium a d'abord eu la priorité, parce que le genre compte plusieurs espèces fourragères intéressantes. Une sélection préliminaire au Kenya, et plus tard en Australie, avait déjà révélé les bonnes possibilités d'espèces africaines de Trifolium pour la production fourragère (Strange 1958; Mannetje 1964). Les trèfles africains se rencontrent surtout sur les hauts plateaux frais et l'Éthiopie, qui en compte de vastes étendues couvrant 490 000 km^2 ou 43 % du total pour l'Afrique, possède 28 espèces de Trifolium (dont 9 à l'état naturel) parmi les 40 qu'on a relevées dans l'Afrique de l'Est (Gillet et al. 1971; Getahun 1978; Thulin 1983).

Le but de l'ILCA a donc été de recueillir assez de plasma germinatif divers d'espèces fourragères dans le plus grand nombre possible d'environnements des hauts plateaux éthiopiens, et d'en évaluer le potentiel comme cela s'était fait d'abord ailleurs en Éthiopie avec de bons résultats (CADU 1972). Les valeurs nutritives devaient également être analysées.

Cette communication résume les observations et les expériences effectuées de 1981 au début de 1984 par le groupe agronomique des légumineuses fourragères, le programme pour les hauts plateaux et le laboratoire de la nutrition, dans le but d'étudier la collecte des semences, le rendement de MS consécutif à des apports de P,

et la valeur nutritive des trèfles éthiopiens. Les résultats sont révélateurs du rôle des génotypes indigènes dans la production herbagère.

MÉTHODES

Collecte du plasma germinatif des espèces fourragères

La collecte des semences a débuté de façon sporadique en 1980, et s'est systématisée en 1982. Des missions d'exploration furent dépêchées à l'époque de la pleine floraison des annuelles en août-septembre, à l'exception de la région d'Agaw Medir du Gojam où la floraison n'a lieu qu'en novembre, afin de reconnaître les endroits propices à la collecte. La saison favorable pour les annuelles se situe généralement entre octobre et novembre dans la plupart des régions, et en décembre dans l'Agaw Medir. Pour les vivaces, elle est généralement de décembre à janvier. Les collectes ont eu lieu à intervalles de 10 km suivant des parcours prédéterminés, ainsi que partout où l'on rencontrait des peuplements assez étendus. De cette manière, on a pu recueillir suffisamment de semences variées parmi les plus représentatives et pouvant être immédiatement sélectionnées. Dans certains cas, les mêmes endroits furent visités deux fois, par suite des époques de maturité différentes des semences, parfois de la même espèce. Deux équipes étaient envoyées simultanément en différents endroits pour recueillir une gamme plus étendue du matériel génétique à la même période de maturation (Kahurananga et Mengistu 1983, 1984).

Rendement

En 1981, des semences de T. tembense, T. rueppellianum et T. decorum, toutes provenant de Shola, Addis-Ababa, et de T. steudneri provenant de Debre Zeit (1 800 m d'altitude, 800 mm de précipitations) furent semées en parcelles à Shola, pour une première série d'observations (Kahurananga 1982).

Entre 1982 et 1983, trois séries d'expériences ont eu lieu sur l'effet produit par un apport de P sur le rendement des trèfles éthiopiens. Toutes ces expériences se sont déroulées à Shola (9° 2'N. et 38° 42'E.) à une altitude de 2 380 m. Le sol est de l'argile noire,

gorgé d'eau en saison, et sujet à se crevasser fortement à la saison sèche. L'analyse a indiqué un pH 5,8, 22 ppm de N et 8,68 ppm de P. Les précipitations totales en 1982 ont atteint 1 100 mm, dont 683 mm durant la période expérimentale de juillet à octobre. En 1983, les pluies tombèrent plus abondantes, atteignant 1 328 mm dont 920 mm en période expérimentale de mai à octobre. Les températures moyennes, maximale et minimale, furent respectivement de 21 °C et 11 °C.

La première expérience a eu lieu en 1982 et 1983, en vue d'établir le rendement en MS de T. tembense et T. rueppellianum après apports de 0, 5, 10, 20 et 35 kg de superphosphate triple ha^{-1} (SPT), avec récolte à 90, 105, 120 et 135 jours. Le semis en rangs écartés de 40 cm a utilisé 8 kg ha^{-1} de semences et a eu lieu au début de la longue période de pluie en juillet 1982. En 1983, les semis ont été répartis en deux dates, l'une durant la brève période de pluie et l'autre dans la longue période, le T. quartinianum s'ajoutant aux deux espèces précédentes. La récolte s'est faite aux dates déjà mentionnées, avec utilisation de châssis en bois et prélèvement d'échantillons pour l'évaluation du rendement en MS (Akundabweni 1984).

Dans la deuxième expérience, en 1983, on a semé et fertilisé, à raison de 0 et 40 kg de P ha^{-1}, un total de 22 obtentions de six spp. de Trifolium annuelles. Les semis ont été effectués en juillet en rangs espacés de 20 cm, à raison de 10 kg ha^{-1}. Ces obtentions de trèfle provenaient d'altitudes de 1 850 à 3 040 m, à pluviosité moyenne (annuelle) de 800 à 1 500 mm, et de sols typiques argileux ou limono-argileux, à pH de 5,8. La récolte s'est faite à 50 % de la floraison et des échantillons ont été prélevés comme dans l'autre expérience et aux mêmes fins (Kahurananga et Tsehay 1983).

La troisième expérience date également de 1983 avec T. tembense, T. rueppellianum et T. steudneri semés avec applications de 0/0, 9/10 et 27/30 kg ha^{-1} de N et P sous forme de phosphate diammonique (PDA), et de 10 et 30 kg de P ha^{-1} sous forme de SPT. Les semis ont eu lieu en juillet à la dose de 10 kg ha^{-1}, en rangs écartés de 40 cm. L'échantillonnage, à 6, 12 et 18 semaines, a prélevé 20 plants par parcelle pour les deux premières récoltes et 10 par parcelle pour la troisième. Ces plants furent extirpés, lavés et divisés

en parties aériennes, racines, nodules, inflorescences et semences (Jutzi et Haque 1984).

Évaluation de la valeur nutritive

Des échantillons de plants prélevés au cours des premières observations à Shola, en 1981, ont été analysés pour la teneur en PB et la digestibilité. Également, on fit consommer à des vaches laitières du foin contenant environ 30 % de T. tembense, pour constater l'effet sur la lactation.

En 1983, le Département de la nutrition effectuait des essais systématisés. Un total de 20 moutons des hauts plateaux éthiopiens, formant quatre groupes de cinq, reçurent des rations de T. tembense en complément à la paille de teff, de blé et d'avoine, ou à des fanes de maïs dans les proportions de 0 %, 20 %-27 %, 35 %, 50 %-55 % et 100 % (Mosi et Butterworth 1983).

En 1983 également, on a fait consommer différents mélanges de foin de T. tembense et de paille de teff à des génisses dont on a comparé le développement à celui d'autres, nourries seulement de paille de teff mêlée à du nug (Guizotia abyssinica), avec évaluation du rendement économique ainsi obtenu (Communication personnelle, Olayiwole).

RÉSULTATS

Collecte du plasma germinatif fourrager

En tout, on a effectué 17 missions d'herborisation entre novembre 1982 et février 1984, au cours desquelles on a recueilli 882 obtentions d'espèces de Trifolium (tableau 1) sur un total général de 1 617. En majorité, les trèfles provenaient d'altitudes dépassant 2 000 m. Le plus abondant était le trèfle blanc vivace du Kenya, T. semipilosum avec 15 % des obtentions, suivi de près par T. tembense avec 13 %. D'autre part, on n'a recueilli qu'une seule obtention de T. lanceolatum et T. somalense. Ces deux derniers sont rares mais endémiques. Au total, on a recueilli en Éthiopie 22 espèces, dont sept endémiques.

Tableau 1. Obtentions de semences de Trifolium recueillies sur les hauts plateaux d'Éthiopie, de 1982 à 1984.

Espèces	Obtentions, par ordre d'altitudes (m)				
	1 500	1 500-2 000	2 000-2 500	2 500-3 500	Total
T. acuale	-	-	-	5	5
T. arvense	-	-	2	1	3
T. baccarinni	1	26	16	8	51
T. bilineatum	-	14	16	2	32
T. burchellianum					
var. johnstonii	-	3	11	27	41
var. oblongum	-	-	-	8	8
T. calocephalum	-	-	-	13	13
T. cryptodium	-	-	16	48	64
T. decorum	-	6	26	12	44
T. lanceolatum	-	1	-	-	1
T. mattirolianum	2	33	10	-	45
T. multinerve	-	-	5	10	15
T. pichisermolli	-	-	15	19	34
T. polystachyum	-	7	17	8	32
T. quartinianum	-	8	13	-	21
T. rueppellianum	-	15	43	22	80
T. schimperi	-	3	16	5	24
T. semipilosum	-	6	70	56	132
T. simense	-	-	21	34	55
T. somalense	-	-	1	-	1
T. spananthum	-	-	-	2	2
T. steudneri	-	16	45	-	61
T. tembense	-	7	50	60	117
T. sp.	-	1	-	-	1
Totaux	3	146	391	342	882

Source : Adapté de Kahurananga et Mengistu (1983, 1984).

Premières observations sur les rendements

Les quatre espèces mises à l'essai à Shola, en 1981, se sont bien développées. T. tembense a fourni le meilleur rendement, atteignant jusqu'à 6,3 t ha^{-1}. T. rueppellianum s'est bien comporté également, avec 5,2 t ha^{-1} (Kahurananga 1982).

Influence du P sur les rendements

Dans la première expérience, P a eu un effet très marqué sur les rendements des trois espèces ($P < 0,001$). Le plus élevé a été de 6,2 t ha^{-1} avec T. quartinianum et 35 kg de P ha^{-1}, récolté à 120 jours. T. tembense a donné 5,4 t ha^{-1} pour la même dose d'engrais et la même date de récolte. Les augmentations de MS ont été plus prononcées pour T. tembense que pour T. rueppellianum avec des doses supérieures de P (Akundabweni 1984).

L'effet de l'engrais a été aussi significatif dans la deuxième expérience ($P < 0,001$). On a constaté d'importantes différences entre les obtentions ($P < 0,01$), les différences de rendement interspécifiques étant quelque peu plus marquées que les intraspécifiques ($P < 0,1$). Le rendement le plus élevé a été celui de T. tembense, ILCA 8501, avec 6,8 t ha^{-1}, tandis que le témoin pour la même espèce, ILCA 5774, produisait 5,8 t ha^{-1}. Les rendements maximaux de T. tembense, T. quartinianum et T. decorum ont été nettement supérieurs à ceux obtenus avec T. rueppellianum, T. schimperi et une espèce non identifiée ($P < 0,01$). En l'absence de fertilisant chimique, on n'a constaté aucune différence significative (Kahurananga et Tsehay 1983). Le tableau 2 donne les rendements maximaux pour chaque espèce.

Même dans la troisième expérience dans laquelle on a mesuré des plants complets, on a constaté une réponse significative à l'apport de P. Ainsi, l'addition de 30 kg de P ha^{-1} avait sextuplé, dès la 12^{e} semaine, le rendement en MS des plants séparés, triplé celui des racines et doublé le nombre des nodules. L'implantation a été plus rapide avec un apport de N mais ce dernier a semblé retarder la floraison et réduire le nombre d'inflorescences par pied, aux doses les plus élevées (Jutzi et Haque 1984).

Valeur nutritive

Le tableau 2 donne les résultats de l'analyse en laboratoire. La PB a varié de 19 % à 21,3 %, et la MSD in vitro de 73,6 % à 75,9 %. Le foin comprenant 30 % de T. tembense a augmenté d'environ 10 % la production des vaches en lactation (Kahurananga 1982). Dans les essais de digestibilité sur des moutons, les résultats préliminaires révèlent une amélioration générale de la digestibilité en augmentant progressivement les quantités de Trifolium ajoutées à la paille de teff et de blé (Mosi et Butterworth 1983). Les résultats des essais sur l'effet du Trifolium en mélange avec la farine de nug, Guizotia abyssinica, sont encore en voie d'analyse, mais les premières indications annoncent un rendement économique intéressant avec complément de trèfle (Communication personnelle, Olayiwole).

DISCUSSION

Plasma germinatif indigène

L'ILCA a maintenant recueilli de précieux génotypes de trèfles éthiopiens non collectionnés auparavant, particulièrement d'espèces endémiques telles que T. decorum, T. mattirolianum, T. pichisermollii, T. schimperi, T. calocephalum et T. spananthum. En outre, les variétés intermedia et brunelli de T. semipilosum sont exclusives à l'Ethiopie. Même en tenant compte d'autres espèces qui se retrouvent dans tout l'Est africain, les écotypes éthiopiens ou populations naturelles constituent un matériel génétique nouveau.

La collecte de plasma germinatif d'espèces fourragères a apporté au personnel l'expérience pratique, seule capable d'apprécier les problèmes que posent certains facteurs comme les dates différentes de maturation d'espèces similaires dans un même endroit, les dates de maturation identiques dans des endroits différents, les différences entre plantes annuelles et vivaces, les procédés d'échantillonnage, les mélanges d'espèces et leur identification, les informations dont on a besoin en campagne, le traitement du matériel recueilli et sa conservation, et la répartition du temps à affecter à chaque opération.

Potentiel d'utilisation

Les essais à Shola ont clairement démontré l'aptitude de certains trèfles annuels des hauts plateaux éthiopiens à produire du foin dans les régions à sols acides, saisonnièrement détrempés, avec un apport modéré d'engrais phosphaté. Les espèces les plus prometteuses sont T. tembense, T. quartinianum, T. decorum, T. steudneri et T. rueppellianum. La première et les deux dernières de ces espèces se sont révélées prometteuses lors d'une première sélection au Kenya (Strange 1958). De même, T. tembense et T. ruepellianum ont donné des rendements atteignant 6,3 t ha^{-1} lors d'observations préliminaires en Éthiopie (CADU 1972). Les rendements des deux autres ont été évalués pour la première fois. Les résultats obtenus sont comparables à ceux de la vesce, Vicia villosa spp. dasycarpa, légumineuse annuelle exotique adaptée aux hauts plateaux éthiopiens, dont on a obtenu des rendements de 5,2 t ha^{-1} (Haile 1979).

Tous les trèfles soumis à ces essais ont réagi de façon saisissante aux engrais phosphatés, indiquant par là qu'ils conviennent aux sols modérément pourvus en P que l'on trouve en certaines régions de terres basses. La réaction de T. tembense permet de croire que l'on pourrait en obtenir des rendements progressivement accrus avec des quantités de P dépassant 40 kg ha^{-1}.

Les trèfles recueillis en différents endroits des hauts plateaux ont produit beaucoup de nodules à Shola, où des espèces similaires poussent à l'état naturel, ce qui indiquerait que les espèces éthiopiennes n'exigent pas de rhizobium spécifique. Reste à savoir si ces mêmes trèfles donneront aussi des nodules dans d'autres régions de l'Afrique où l'on rencontre les mêmes espèces, et vice versa. Quoi qu'il en soit, les espèces de Trifolium africain possèdent des exigences bien établies pour ce qui est du rhizobium qui leur est propre (Norris et Mannetje 1964). C'est pourquoi le recours à des trèfles éthiopiens indigènes ou provenant d'autres régions des hauts plateaux est-africains, en dehors de leur habitat naturel, exigera sans doute l'inoculation préalable avec des rhizobiums appropriés, comme c'est le cas en Australie pour le trèfle blanc du Kenya (Jones 1981).

Tableau 2. Rendements moyens maximums en MS, composition chimique et digestibilité in vitro de la MS de sept espèces de trifolium éthiopien cultivées à Shola, Addis-Ababa, en 1981-1983.

Espèces	Rendement MS (t/ha^{-1})	Apport de phosphore (kg/ha^{-1})	% de protéine brute	% de digestibilité in vitro de la MS	Source
T. decorum	5,8	40	19,8	76,00	Kahurananga (1982); Kahurananga et Tschay (1983)
T. quartinianum	6,2	35	-	-	Akundabweni (1984)
T. rueppellianum	5,2	En grange	19,0	75,88	Kahurananga (1982)
T. schimperi	2,9	40	-	-	Kahurananga et Tschay (1983)
T. steudneri	5,3	40	19,1	73,56	Kahurananga (1982); Kahurananga et Tschay (1983)
T. tembense	6,8	40	21,3	74,09	Kahurananga (1982); Kahurananga et Tschay (1983)
T. sp.	1,5	40	-	-	Kahurananga (1982); Kahurananga et Tschay (1983)

La grande valeur nutritive des trèfles éthiopiens favorise leur emploi en mélange avec les fourrages de graminées de qualité médiocre pour en rehausser la valeur générale. Les expériences de nutrition ont montré que l'on pourrait améliorer une ration fourragère d'entretien d'une digestibilité de 40 % à 50 % et la transformer en ration de production avec 60 % de digestibilité en lui ajoutant du Trifolium dans la proportion de 30 % du total (Mosi et Butterworth 1983). Cette amélioration pourrait avoir pour résultat heureux d'augmenter la production laitière.

Accueil réservé par les régimes de petite exploitation

Les légumineuses fourragères annuelles pourraient s'adapter aux modes d'agriculture paysanne sous forme de cultures intercalaires ou d'un système de rotation. Dans de vastes secteurs des hauts plateaux où l'on cultive des céréales courtes telles que teff, Eragrotis tef; blé, Triticum aestivum; orge, Hordeum vulgare; et les avoines, Avena sativa, on pourrait introduire le trèfle dans la rotation des cultures. C'est un régime auquel les agriculteurs sont habitués lorsqu'ils cultivent la gourgane, Vicia faba; les pois chiches, Cicer arietinum; le pois des champs, Pisum sativum; et les lentilles, Lens esculentum. Les cultures intercalaires pourraient convenir aux régions des hauts plateaux à céréales hautes comme le sorgho, Sorghum vulgare, et le maïs, Zea mays.

De plus, l'adoption du Trifolium serait facilitée dans les endroits où les agriculteurs en connaissent déjà la valeur nutritive et l'enrichissement qu'il apporte au sol. L'Agaw Medir du Gojam est l'un de ces endroits. On y trouve le T. decorum en abondance dans des gazons que l'on fait pâturer après la floraison. Le trèfle a sa place dans la rotation naturelle des cultures avec le teff, l'orge, le blé, le corocan, Eleusine coracana, et le nug. Dans toute cette région, le trèfle peut avoir un rôle de grande importance en stimulant le rendement en grain par sa propriété de fixer l'azote biologique. Les échantillons de sols prélevés lors des collectes de semences ont constamment révélé de bonnes teneurs en N, confirmant ainsi les observations d'un relevé national antérieur des sols indiquant régulièrement des terres bien pourvues en N dans l'Agaw Medir (Murphy 1965).

En fin de compte, l'introduction des plantes fourragères dans les régimes culturaux de l'agriculture paysanne africaine dépendra des résultats financiers qu'on peut espérer. On ne saurait trop reconnaître la véracité de l'opinion voulant que "... la production de plantes fourragères de qualité supérieure sous les tropiques ne peut espérer réussir que si leur coût d'implantation et d'entretien se justifie par le revenu qui en résultera. Pour qu'un pâturage implanté ou semé soit rentable, les animaux qu'on y mettra à pâturer devront posséder un potentiel correspondant à la qualité de l'herbage." (Bogdan 1966). Dans le contexte qui nous occupe ici, on ne pourra cultiver des plantes fourragères de bonne qualité que là où existent des entreprises laitières rentables, comme il a été maintes fois démontré en différents points de l'Afrique orientale et australe. Une production laitière bien établie est le préalable indispensable à la culture de plantes fourragères, en Afrique.

Les résultats obtenus par l'ILCA à Shola ont démontré que les légumineuses indigènes ont un rôle important à jouer dans l'amélioration des ressources fourragères. Prochainement, une mission conjointe de collecte de l'ILCA et du CIAT doit se terminer au Kenya et l'on espère pouvoir bientôt mettre sur pied de nouvelles missions après entente avec d'autres gouvernements nationaux. Le matériel génétique ainsi recueilli servirait ensuite à des essais en différents endroits de l'Afrique orientale et australe par l'entremise du réseau de recherche sur les fourrages qu'on se propose de créer.

Remerciements

Je désire remercier Dr J. Lambourne, directeur de la recherche, pour ses précieux conseils et commentaires. Ma gratitude s'adresse également au Dr P. Brumby, directeur général, qui m'a permis d'assister à ce colloque et d'y présenter cette communication. Les fonds nécessaires à la collecte du plasma germinatif végétal ont été obligeamment fournis par l'Office international des ressources génétiques végétales.

BIBLIOGRAPHIE

Akundabweni, L. 1984. Native clovers of the Ethiopian highlands: The backwoods champions. ILCA Newsletter, 3, 5-6.

Bogdan, A.V. 1966. Plant introduction, selection, breeding and multiplication. In "Tropical pastures", ed., Davies, W. et Skidmore, C.L., Faber and Faber, p. 75-88.

CADU (Chilalo Agricultural Development Unit) 1972. Reports on surveys and experiments carried out in 1972. Publication No. 80, CADU, Ethiopia.

Getahun, A. 1978. Zonation of the highlands of tropical Africa - The Ethiopian highlands. Addis Ababa. Ethiopia, International Livestock Centre for Africa (ILCA), p. 1-4.

Gillet, J.B., Polhill, R.M. et Verdcourt, B. 1971. In Flora of Tropical East Africa, Leguminosae (Part 4) Subfamily Papilionoideae (2). Ed., Milne-Redhead and Polhill R.M., crown agents, London, p. 1016-1036.

Haile, A. 1979. Forage crops and pasture management in the highlands of Ethiopia. Addis Ababa, Ethiopia, Institute of Agricultural Research, 1971-6, 129 p.

Jones, R.M. et Cook, B.G. 1981. Agronomy of Kenya white clover-cultivar Safari. CISRO, Division of Tropical Crops and Pastures, Information Service Sheet No. 41-3, 4 p.

Jutzi, S. et Haque, I. 1984. Some effects of P and N/P fertilization on three African clovers (Trifolium tembense, T. rueppellianum et T. steudneri) on a P-deficient vertisol. ILCA Newsletter, 3, 5-6.

Kahurananga, J. 1982. ILCA's forage legume work in the Ethiopian highlands. ILCA Newsletter, 1, 5-6.

Kahurananga, J. et Mengistu, S. 1983. ILCA native forage germplasm collection in Ethiopia for 1982-83. PGRC/E. ILCA Germplasm Newsletter, No. 3.

Kahurananga, J. et Mengistu, S. 1984. ILCA native forage germplasm collection in Ethiopia during 1983. PGRC/E. ILCA Germplasm Newsletter No. 5, p. 8-17.

Kahurananga, J. et Tsehay, A. 1983. The potential yield of some annual Ethiopian Trifolium species. Addis Ababa, Ethiopia, International Livestock Centre for Africa (ILCA), 13 p.

Mannetje, L.T. 1964. The use of some African clovers as pasture legumes in Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 4, 22-25.

Mosi, A.K. et Butterworth, M.H. 1983. Use of Trifolium tembense to enhance crop residue utilization by ruminants. ILCA Newsletter, 2, 5-6.

Murphy, H.F. 1968. A report on the fertility status and other data on some soils of Ethiopia. USA, Oklahoma State University, USAID Contract Publications, Experiment Station Bulletin No. 44, 551 p.

Norris, O. et Mannetje, L.T. 1964. The symbiotic specialization of African Trifolium spp., in relation to their taxonomy and agronomic use. The East African Agricultural and Forestry Journal, 29, 214-235.

Strange, R. 1958. Preliminary trials with grasses and legumes under grazing. East African Agricultural Journal, 92-102.

Thulin, M. 1983. Leguminosae of Ethiopia. Opera Botanica, 68, 223.

THÉORIE ET PRATIQUE DE LA COLLECTE DE PLASMA GERMINATIF DE PLANTES FOURRAGÈRES

J.R. Lazier

International Livestock Centre for Africa (ILCA),
P.O. Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia

Sommaire *La collecte du plasma germinatif de plantes fourragères doit être soigneusement planifiée pour obtenir un échantillonnage représentatif des variations végétatives dans un même environnement et d'un environnement à l'autre. Cette diversité s'acquiert en prélevant des échantillons en des endroits plus nombreux d'un même environnement et sur de plus grandes distances. Les informations fournies par l'observation des plantes, et celles concernant les lieux de provenance des obtentions sont utiles, car elles permettent de réduire le travail de sélection nécessaire.*

THÉORIE DE LA COLLECTE

L'amélioration de la productivité des espèces fourragères tropicales et subtropicales dépend en grande partie de l'identification des génotypes naturels de graminées et de légumineuses reconnus comme productifs et persistants dans des conditions agronomiques économiquement viables. Cependant, on n'a guère exploré les différences de valeur de nombreuses espèces fourragères connues, et l'on n'a accordé aucune attention à beaucoup d'autres espèces susceptibles de posséder de bonnes qualités comme fourrage. La collecte ressort donc comme un instrument important pour améliorer la production fourragère.

La collecte du plasma germinatif s'impose lorsqu'on ne peut se procurer dans le commerce, ni dans les collections déjà existantes de matériel génétique expérimental, le plasma germinatif approprié à l'éventail des

variations désirables et destiné à des essais dans des conditions agronomiques et d'environnement spécifiques. On l'effectue en réponse à une demande directe ou en échange de plasma germinatif fourni par une institution, ou pour une étude scientifique en vue d'établir de quel plasma germinatif on peut disposer et quelles sont les variations présentes, ou pour préserver un matériel génétique d'une certaine valeur comme fourrage et menacé d'extinction; et enfin, pour former une collection représentative en génétique ou pour un usage futur.

Utilité d'une banque de plasma germinatif

Les recherches ont à peine commencé concernant le potentiel fourrager des génotypes naturels. Presque aucune évaluation génotypique n'a eu lieu, fût-ce même des espèces de graminées tropicales les plus importantes commercialement. Un relevé récent des espèces tropicales de légumineuses herbacées ou de brout ayant ou pouvant avoir une valeur commerciale et ayant fait l'objet d'un peu de recherche ne mentionnait que 143 espèces (Skerman 1977), alors qu'on en compte quelque 3 800 susceptibles de servir comme fourrage (Williams 1983).

L'Afrique est le continent qui compte le plus grand nombre d'espèces de graminées endémiques et, donc, le centre le plus important de variations. La croissance vigoureuse, la réaction aux engrais et la résistance à la paissance de plusieurs de ces génotypes africains ont produit les espèces de graminées fourragères les plus appréciées pour les régions tropicales et subtropicales d'autres continents, en particulier de l'Amérique et de l'Australie (Parsons 1972; Harlan 1983). En beaucoup d'endroits, certains genres tels que Panicum, Hyparrhenia, Brachiaria, Cynodon et Digitaria se sont adaptés et prospèrent si bien qu'ils sont maintenant considérés comme naturalisés. Clayton (1983) a fait observer que 27 des 45 espèces de graminées tropicales ont leur point central de distribution en Afrique, sept dans les Amériques, et une chacune dans les pays de la Méditerranée et de l'Asie.

Bien que le centre principal de diversité, en ce qui concerne les légumineuses, soit l'Amérique centrale et du Sud (Williams 1983) l'Asie et l'Afrique se placent au deuxième rang. L'Afrique, notamment, est le centre

d'origine de certains genres de légumineuses d'importance commerciale comme Neonotonia, Aeschynomene, Lotononis, Macrotyloma, Lablab, Vigna et Trifolium (Harlan 1983; Thulin 1983). D'autres genres agronomiquement importants sont, notamment, Stylosanthes, Desmodium et Zornia.

Caractéristiques des plantes fourragères

Une bonne plante de pâturage doit être productive, prolifique afin de couvrir rapidement le terrain où elle est semée, et se révéler persistante et résistante à la concurrence et à l'envahissement de la végétation adventice. Elle doit se propager facilement et produire une semence abondante et de bonne qualité, s'adapter aux conditions locales, climatiques et édaphiques de la région d'implantation, être résistante aux insectes et aux maladies, persistante et conserver ses feuilles en périodes de sécheresse, supporter le fauchage, le piétinement et la paissance, et posséder en outre une certaine sapidité. La plante doit pouvoir se maintenir en sols maigres, mais aussi répondre favorablement à la fertilisation. Elle aura plus de mérite encore si, outre son utilisation comme fourrage, elle peut servir, par exemple, à l'alimentation humaine, comme combustible ou comme chaume pour les toitures.

Les plantes à faucher et à faner, et celles de pâturages bien exploités doivent avoir une bonne sapidité. Toutefois, dans les herbages mixtes de légumineuses et de graminées plus ou moins négligés, les légumineuses ne devraient pas avoir plus de saveur que les graminées, sinon elles seront pâturées de préférence et finiront par disparaître de l'herbage. La sapidité moindre des légumineuses est également un avantage pour les sursemis dans un engazonnement de graminées, ainsi que pour la conservation du foin de légumineuse sur pied en vue de la saison sèche, lorsque sa valeur nutritive supérieure améliorera la digestibilité des graminées de moindre qualité chez les animaux en pâturage.

Reconnaissance des endroits de collecte

La collecte et l'introduction des plantes s'effectuent généralement en tenant compte de leurs possibilités d'adaptation à des environnements ressemblant à ceux de leur origine (Burt et Reid 1976; Burt et al.

1976, 1979; Reid 1980). L'expérience a démontré qu'il en est le plus souvent ainsi. Il est même fréquent que certaines plantes réussissent mieux dans un environnement semblable, mais éloigné de leur point d'origine (Burt et Williams 1975). Sans doute est-ce dû à ce qu'on les a retirées d'un milieu où elles étaient exposées aux maladies, aux parasites et à la végétation adventice qui se développaient simultanément avec elles. Comme exemples de transferts ainsi réussis, mentionnons la luzerne (Medicago sativa) qui s'est implantée dans les Amériques et en Australie, en provenance des pays méditerranéens, de Stylosanthes humilis, de l'Amérique tropicale à l'Australie, du Panicum maximum et de l'Hyparrhenia rufa, de l'Afrique à l'Amérique centrale. C'est pourquoi la recherche de génotypes productifs pour les programmes d'études africains devrait s'étendre non seulement aux régions incluses dans le programme visé mais à d'autres régions géographiquement distantes y compris les continents étrangers. Il s'ensuit également que certains génotypes qui échouent dans un endroit puissent fort bien réussir dans un autre.

Cependant, une fois que les parasites ou les maladies auront évolué ou se seront réadaptés, il se peut que la productivité du plasma germinatif ainsi introduit soit considérablement affectée. L'apparition des aphidés de la luzerne aux États-Unis et en Australie a causé des dommages considérables aux récoltes de luzerne et nécessité des programmes de sélection de génotypes dont la résistance permettrait de les inclure dans les programmes de génétique végétale. L'apparition de l'anthracnose (Colectotrichum gloeosporioides) en Australie a considérablement touché la productivité des peuplements ensemencés et naturalisés de S. humilis et presque fait disparaître la plante comme espèce fourragère importante.

Les milieux écologiques africains sont extrêmement diversifiés. La pluviosité, la durée de la saison sèche, l'altitude, le degré d'acidité des sols, leur texture et leur fertilité sont autant de facteurs dont on aura à tenir compte dans le choix des régions de collecte ou des endroits où l'on fera l'essai des obtentions. Même si la plupart des végétaux s'adaptent jusqu'à un certain point et peuvent vivre dans des environnements divers, ceux-ci, sous les tropiques, offrent une telle variété que l'on doit étudier avec

soin jusqu'aux composantes mêmes des facteurs les plus susceptibles de favoriser la plante. En raison du nombre élevé d'obtentions actuellement recueillies, il importe de tenir compte de l'environnement d'origine pour ne pas avoir à faire l'essai de chacune d'elles dans trop de milieux différents et pouvoir, au moins, le commencer dans ceux où elles ont le plus de chance de réussir.

Les régions récemment défrichées ou labourées constituent des environnements perturbés, et la paissance et le fauchage maintiennent des herbages dans un état de subclimax, ou perturbé. Il n'est donc pas surprenant que ce soit dans ce genre de situations qu'on trouve les plantes les plus tenaces, recherchées pour la production fourragère. En contraste, la végétation climax peut être moins vigoureuse et persistante (Harlan 1983). Les bords de routes, les fossés et accotements sont généralement les endroits les plus perturbés que l'on rencontre dans les expéditions de collecte, mais cet environnement et le plasma germinatif qu'on y trouve peuvent n'avoir pas grand-chose de commun avec les environnements voisins moins perturbés. Bien que l'on puisse trouver dans ces endroits des espèces qui s'y sont implantées en provenance de sites adjacents, on trouve couramment une forte proportion de plasma germinatif transporté d'ailleurs.

Pratique de l'échantillonnage

Les procédés applicables au collecteur d'échantillons dépendront du but poursuivi, c'est-à-dire, en résumé : a) collecte générale, relevé en vue de vérifier la variabilité du plasma germinatif présent ou de préserver la variabilité d'un plasma germinatif menacé de disparition dans un ou plusieurs environnements; b) collecte, d'après l'environnement, des espèces se trouvant dans un milieu particulier; et c) collecte d'espèces spécifiques dont on connaît la valeur fourragère ou sur lesquelles on fonde des espérances.

Dans une collecte générale, pour obtenir un échantillonnage des variations, on délimite des transects à travers les endroits concernés, entrecoupés d'arrêts plus ou moins réguliers selon les modifications observées dans l'environnement. Là où plusieurs environnements pourront être étudiés sur place, on prendra les

mesures nécessaires et l'on s'efforcera de prélever des échantillons de toutes les variétés s'y trouvant.

La collecte générale forme un continu avec la collecte environnementale parce que l'on peut ainsi définir en termes généraux l'environnement particulier d'un assez vaste territoire; comme exemple : les régions ayant une saison sèche de quatre mois, ou plus étroitement, celles où la collecte se limite à quelques endroits plus étendus comme dans certains vertisols ayant une saison sèche de quatre mois. Dans ce dernier cas, on effectuera des transects des environnements cibles à travers les régions présentant chacun de ces environnements, ceux-ci étant ensuite eux-mêmes recoupés, ou des échantillons prélevés des variations qu'on y relève.

Dans la collecte d'espèces spécifiques, on effectue des transects à travers les endroits où l'on a relevé la présence des espèces intéressantes. Pour en déterminer l'adaptabilité, on effectue également une collecte dans d'autres endroits situés à l'intérieur ou à côté des environnements où l'espèce a été reconnue.

En pratique, ces procédés se chevauchent. Dans la collecte générale, on accorde plus d'attention aux espèces dont on connaît déjà, ou dont l'on soupçonne, la valeur fourragère qu'à celles dont on ignore les qualités, et l'on s'intéresse aussi de plus près aux environnements où l'on peut trouver ces espèces. Tout en faisant ces examens, il est normal que l'on recueille également quelques espèces apparemment intéressantes ou inconnues, rencontrées dans les environnements voisins. D'habitude cette collecte a lieu au cours d'arrêts effectués dans des endroits où les espèces cibles peuvent même ne pas exister. Avec le temps, on reconnaîtra et on laissera de côté les plantes toxiques, délaissées par les bestiaux, ou sans intérêt agronomique. C'est ainsi que, de trouvaille en trouvaille, on assemble un échantillonnage de la flore qui, avec le temps, constituera d'assez bonnes collections de plasma germinatif fourrager, représentatives de la plupart des plantes pouvant avoir une certaine valeur.

Les transects de collectionnement devront être choisis avec soin suivant les buts poursuivis par l'expédition. Certains facteurs d'une importance parti-

culière pour l'environnement sont, entre autres, la pluviosité annuelle, la durée de la saison sèche, les températures de la saison de végétation (moyenne, température moyenne mensuelle minimale, possibilités de gel), type, consistance, pH, égouttement et fertilité du sol.

Nombre de plants à prélever par endroit

La collecte a pour but de se procurer les variations utilisables du plasma germinatif de plantes ou de groupes de plantes spécifiques. Il est donc opportun de connaître le nombre d'échantillons de chaque espèce à prélever au même endroit pour obtenir une bonne représentation au moins des gènes les plus courants.

La plupart des légumineuses et des graminées tropicales sont apomictiques, c'est-à-dire autogames, avec peu de croisements hétérogènes. Si l'on définit la variabilité génétique utile en termes d'allèles à un locus d'une fréquence de population supérieure à 5 %, on devrait, en toute modération, échantillonner de 50 à 100 plants par espèce et par endroit. Les espèces à croisement hétérogène, comme le Trifolium vivace des hauts plateaux, n'exigent que la semence de plants moins nombreux. Un plant vraiment autoincompatible à reproduction aléatoire ne demanderait théoriquement qu'un échantillonnage de 100 semences d'un plant particulier (Marshall et Brown 1983).

En pratique, on ne trouve qu'occasionnellement au même endroit ces nombres théoriques de plants, en particulier pour les légumineuses. De plus, un emplacement donné peut présenter des environnements édaphiques variés ainsi que des phénotypes végétaux distincts. Ceux-ci sont généralement recueillis séparément. Les normes concernant les obtentions d'échantillonnage de légumineuses tropicales sont : un plant, quelques plants, plus ou moins, dans un groupe ou dans des groupes adjacents, ou quelques plants largement dispersés. S'il s'agit de plants autogames, on peut présumer que tous ceux appartenant à un même groupe seront semblables, sinon identiques. Les plants plus largement dispersés présenteront vraisemblablement plus de variation, mais eux aussi pourront être à peu près identiques et considérés comme formant une seule obtention.

En raison des facteurs d'environnement, on ne saurait prédire avec assurance la similarité ou la variation génétique d'après l'aspect des plantes trouvées à l'endroit de collecte. Certaines plantes apparemment semblables à la collecte peuvent se révéler très différentes lorsque mises à l'essai dans des conditions uniformes, et la réciproque peut être vraie aussi (Schultze-Kraft 1979b).

Lorsque des variations de l'environnement édaphique ou des phénotypes suggèrent la possibilité de variations génotypiques, il est probablement plus simple de recueillir les variations comme autant d'obtentions distinctes et de prendre note des caractères distinctifs observés. Si les variations soupçonnées sont toutes placées dans un même échantillon, on devra veiller particulièrement, au moment de la sélection, à différencier les variations présentes, et il se peut que celles-ci n'apparaissent pas dans les conditions où s'effectue le tri. Les obtentions relativement uniformes au point de vue génétique sont les plus faciles à trier et à décrire.

Le point important dans la collecte des variations est plutôt d'explorer un plus grand nombre d'environnements et d'endroits que d'atteindre un nombre théoriquement optimal de plantes recueillies dans un même endroit (Reid et Strickland 1983).

Quantité de semence par obtention

La collecte s'effectue en vue d'obtenir des variations de plasma germinatif, et comme peu d'obtentions seront considérées comme suffisamment prometteuses pour être immédiatement retenues (une entre mille, peut-être), il n'est pas nécessaire de recueillir au même endroit plus de semence qu'il n'en faut pour une parcelle, ou pour quelques pots devant servir à une évaluation, à une description et à une multiplication initiales. Le Centre international pour l'élevage en Afrique (ILCA) utilise, au plus, six plants en pots pour une première multiplication, et un maximum de six plants espacés en parcelle, pour une première évaluation.

Une seule semence ou plusieurs peuvent suffire pour une collection; 20 feront l'affaire, mais plusieurs centaines pourront représenter une perte de temps.

Lorsqu'une obtention apparaît particulièrement prometteuse et qu'on désire la multiplier, plus vite qu'on ne le ferait par les moyens ordinaires, on pourra revenir à l'emplacement original et y prélever un échantillonnage homogénéisé.

Nombre d'obtentions par collecte

Il n'existe pas de règle particulière concernant le nombre d'obtentions nécessaires pour former une "collection". Cela dépend pour beaucoup du nombre de variations constatées pour une espèce ou dans une région, de la diversité des environnements où l'on rencontre l'espèce, et de la demande de différents génotypes devant permettre d'élargir la sphère d'adaptation ou de remplir un rôle déterminé.

Normalement, on aura recueilli assez de plasma germinatif d'une espèce lorsque les collectes d'explorations en auront couvert toute la gamme à des époques appropriées de l'année, et que le matériel recueilli n'aura pas semblé particulièrement prometteur; ou lorsqu'une espèce s'est révélée sans valeur agronomique; ou lorsque d'autres espèces auront reçu priorité. Ainsi, on ne recueille le plasma germinatif d'une plante d'abord jugée importante que lorsqu'il apparaît dans un endroit de collecte (ce qui, en pratique, ne se produit qu'occasionnellement à ce stade, pour des plantes qui sont très communes) et lorsqu'on dispose de plus de plasma germinatif qu'on ne peut en traiter dans une année. Aucun effort n'est fait pour recueillir des exemplaires d'espèces ne présentant pas d'utilité apparente ou reconnue. Pour retenir l'attention des collecteurs, une espèce particulière doit faire face à d'autres qui présentent aussi un certain potentiel, en sorte que le nombre constituant la collection d'une espèce donnée dépende directement de l'intérêt offert par celle-ci au point de vue agronomique.

Les espèces d'un intérêt moyen, telles que Stylosanthes fruticosa, seront recueillies par transects qui en couvrent toute la gamme jusqu'aux extrêmes de leur adaptabilité à l'environnement. Si, au moment du tri, on constate des variations, on pourra effectuer une autre collecte dans des zones d'intérêt, pour essayer d'en reconnaître l'ampleur. Lorsqu'il s'agit de recueillir des collections particulières d'espèces ayant

une importance agronomique, pour en apprécier la résistance aux maladies ou aux parasites, p. ex., l'anthracnose du Stylosanthes, le nombre des obtentions revêt moins d'importance.

Régime de collecte

Le régime auquel les obtentions seront recueillies dépendra de l'intérêt présenté par l'espèce en cause et de la fréquence avec laquelle on la retrouve, de la facilité d'accès à la région de collecte, de l'endurance du collecteur, des moyens financiers et du temps disponibles, de la durée de la saison propice, ainsi que des possibilités de l'infrastructure existante d'obtenir, de multiplier, d'évaluer et de conserver le matériel. Les grands centres de recherche fourragère traitent de 1 000 à 2 000 lignées par an.

Inscription des données recueillies sur les lieux

Lors des premières collectes, on prenait sur place des notes, notamment sur l'environnement et d'autres points auxquels le collecteur attachait de l'importance, selon la recherche particulière à effectuer et l'environnement cible. Les obtentions n'étaient pas nombreuses et les notes prises généralement brèves.

Le nombre plus considérable des obtentions et l'ampleur des collections à l'essai ont augmenté l'importance des informations concernant l'environnement et les obtentions parce qu'il n'est pas possible de faire l'essai de toutes les lignées dans tous les endroits. Ce sont ces informations qui permettent de réduire le travail de sélection nécessaire (Burt et al. 1979). L'avènement de l'ordinateur est venu faciliter considérablement le traitement de ces données. Aussi en exige-t-on maintenant de plus en plus.

Les facteurs environnementaux importants dont on doit prendre note comprennent le climat, le sol, la végétation associée, les techniques agronomiques imposées, les dérangements et les cas de maladies et d'infestations. La description précise des lieux est nécessaire pour que l'on puisse procéder, au besoin, à une autre visite de l'endroit et à une autre collecte des plantes visées. Les informations obtenues sous forme de cartes édaphiques et climatiques devront donc

être aussi précises que possible (Reid et Lazier 1979; Isabell et Burt 1980; Reid et Strickland 1983).

Association des rhizobiums et des légumineuses

L'association qui doit exister entre plante et rhizobium joue un rôle important dans la valeur des légumineuses comme fourrage, parce que ce sont les bactéries des nodosités qui fournissent à la plante l'azote de l'air sous forme assimilable. Des plantes peuvent sans difficulté former des nodules à partir des rhizobiums présents dans le sol et, dans ce cas, on les classe parmi les groupes du "niébé". De nombreuses plantes de pâturages exigent cependant des espèces ou génotypes spéciaux de rhizobiums et, une fois changées de milieu, ne trouvent peut-être pas dans leur nouvel habitat ceux qui leur conviennent. La plante produira alors beaucoup moins qu'elle ne le pourrait. Cette spécificité peut être générale pour certains genres (p. ex., Desmodium) ou spécifique à un génotype dans une espèce normalement accompagnatrice, de façon générale (p. ex., Stylosanthes guianensis, comme espèce, forme habituellement des nodosités avec le groupe de rhizobiums du niébé, bien que son cultivar commercial, le S. guianensis cv. Oxley présente des exigences spécifiques). Les expériences de laboratoire ont révélé que même des membres du groupe niébé peuvent se développer beaucoup plus vigoureusement avec certaines souches de rhizobium (Gibson et Brockwell 1968; Mannetje 1969; Trinick 1982).

Il ressort donc que l'on devrait recueillir les rhizobiums correspondant à chaque groupe. Cependant, peu de pays disposent des moyens et du personnel nécessaires à la propagation, à la conservation et à l'épreuve de ce plasma germinatif, et moins encore pourraient en traiter les quantités nécessaires. Peut-être pourrait-on réaliser un compromis entre l'insuffisance et l'excès de collecte des nodules en recueillant ceux d'espèces présentant un intérêt spécial dans certains environnements particuliers. Pour ce qui est du rhizobium convenant aux espèces fourragères tropicales et subtropicales, la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) d'Australie et le Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de la Colombie s'intéressent tous deux à certaines lignées et disposent des installations nécessaires, et

le groupe MIRCEN financé par la FAO a peut-être aussi les moyens de le faire.

EXPÉDITION DE COLLECTE

Documentation nécessaire

L'expédition en vue de recueillir les divers plasmas germinatifs utiles, le plus économiquement et le plus rapidement, doit être préparée avec soin (Schultze-Kraft 1979a; Reid et Strickland 1983).

On visitera les herbariums où l'on pourra se renseigner sur les espèces et les plasmas germinatifs disponibles et sur les endroits et les époques se prêtant le mieux à la collecte de semences à maturité. On examinera non seulement les spécimens d'espèces ayant un potentiel fourrager reconnu, mais on explorera aussi les genres pour y découvrir de nouveaux génotypes et espèces possédant le potentiel recherché.

Des cartes topographiques, climatiques et édaphiques aideront à reconnaître les régions de collecte présentant des similitudes de climat, d'altitude et de sol avec l'environnement-cible; dans le cas de collectes d'exploration, elles serviront au tracé des voies recoupant les environnements à étudier. Parmi les facteurs climatiques importants figurent les températures moyennes et les températures minimales en saison de végétation, les époques de gelée, la longueur de la saison sèche (ou de végétation) et la pluviosité. Les facteurs édaphiques les plus importants sont le pH, la consistance, l'épaisseur, l'égouttement et la fertilité des sols.

Ces facteurs environnementaux influeront sur les génotypes présents et sur leurs chances d'adaptation à la région-cible. Les cartes d'utilisation du terrain reproduiront les détails actuels des régions-cibles et de leurs transects. Les zones livrées à la paissance présenteront sans doute des espèces et des génotypes de graminées et de légumineuses susceptibles de résister ailleurs dans des conditions semblables, tandis que les régions forestières à forte pluviosité auront plus de plantes grimpantes, mieux adaptées à des coupes fourragères. Les champs et les abords de routes implantés de

longue date présentent généralement une plus grande variété d'espèces que les zones défrichées depuis peu. On trouvera dans ces endroits des plantes d'introduction récente, bien que le défrichement et la paissance puissent avoir fait disparaître d'anciennes espèces indigènes qui s'y trouvaient.

Il est bon de consulter des personnes connaissant les lieux : botanistes ayant effectué des relevés ou étudié la région, agronomes qui y ont travaillé, et visiteurs ou habitants fixés dans ces endroits. Ces personnes pourraient être sources de renseignements sur l'écologie, les pratiques culturales, les moyens de logement et de déplacement locaux, etc. Mieux le collecteur sera renseigné et équipé avant son expédition (annexe 1), moins celle-ci sera difficile et elle offrira, au contraire, plus de chances de succès.

Organisation administrative

La mission de collecte doit être autorisée par les pouvoirs publics bien avant de se mettre en route. On veillera, dans la demande, à préciser les objectifs poursuivis et les régions où s'effectueront les collectes, ainsi que le calendrier des opérations prévues. Le séjour ou la circulation dans certains territoires pourront exiger un permis, et certains déplacements seront peut-être interdits. Pour les personnes appartenant aux services publics du pays où se situe la collecte prévue, les autorisations nécessaires ne devraient pas présenter de difficulté. On se procurera les lettres d'introduction nécessaires, en particulier auprès des autorités gouvernementales, qui pourront parfois venir à point en cas de problèmes. Les conditions imposées seront respectées. Il se peut, par exemple, que la moitié des semences récoltées doivent aller à un programme national, ou que leur multiplication doive s'effectuer avant qu'aucune semence ne sorte du pays. Lorsqu'une moitié de la récolte doit être laissée sur place et que la quantité ne dépasse pas 20 semences, les collecteurs pourront être autorisés à emporter le lot complet pour en faire la multiplication, retournant ensuite la quantité convenue au pays d'origine.

Avant le début de la mission, les dispositions devront avoir été prises pour la multiplication, la conservation à long terme, la description et une pre-

mière évaluation agronomique du plasma germinatif recueilli.

Époque de collecte

L'époque de l'année retenue pour ce travail dépendra en premier lieu de la saison probable de maturation des espèces dont on désire recueillir la semence. Beaucoup d'autres espèces ne seront pas encore à maturité à ce moment. Une fois arrivé à l'endroit prévu, on observera donc les autres légumineuses présentes et l'on notera si elles ont déjà égrené ou si leur semence est encore à l'état vert. Ces données contribueront à faciliter les expéditions subséquentes prévues pour les époques où ces autres espèces atteindront leur maturité et dont on fera alors la collecte. À défaut de semences à maturité, on pourra parfois en trouver sur le sol ou, même, recueillir des éléments végétatifs.

Le personnel

Il n'existe guère de raisons empêchant une personne de préparer une expédition de collecte. Elle devrait cependant posséder au moins un diplôme universitaire ou être un technicien expérimenté, étant au fait des fourrages et de leurs usages et ayant si possible une certaine expérience des procédés de travail des collecteurs expérimentés.

Il est toujours préférable de pouvoir compter sur un compagnon dans ces expéditions, pour que la besogne puisse se poursuivre en cas de maladie ou d'empêchement de l'un des équipiers. Ce collègue peut être un technicien, capable de conduire un véhicule, d'aider à la prise d'échantillons de sols, de rhizobiums et de semences; ce peut être aussi un autre collecteur, un homologue local ou même un spécialiste des sols qui pourra apporter son concours dans le relevé des données environnementales.

La santé du personnel est un facteur important dans toute expédition de collecte, car la maladie peut réduire à néant les chances de succès d'une mission et retarder le programme d'une année. Les collecteurs éviteront de s'épuiser, veilleront à prendre le repos nécessaire, à bien se nourrir et à se prémunir contre les affections intestinales et autres.

Accès

Comme les difficultés d'accès peuvent affecter le succès des travaux, les itinéraires et les haltes de l'expédition seront planifiés en reportant sur une bonne carte routière les données concernant le sol, le climat, l'altitude, l'utilisation du terrain et la végétation. Ce qui ne veut pas dire que la collecte doive se limiter aux régions desservies par les routes principales. On utilisera également les routes secondaires, les chemins de campagne et les pistes. Dans les régions mal pourvues de routes, la collecte dans les environnements importants s'effectuera à dos de cheval, de mulet, d'âne, ou même à pied. L'itinéraire prévoira autant d'environnements et de transects que possible.

Haltes de collecte

Le choix des endroits de collecte variera selon les environnements et les endroits à visiter. Les arrêts peuvent prendre trois formes : a) haltes à intervalles réguliers le long du parcours; b) haltes dans les seuls endroits intéressants ou différents; et c) une certaine combinaison des deux procédés. Le nombre d'arrêts sur une distance donnée parcourue dépendra du trajet à effectuer dans la journée. En pratique, huit heures de collecte épuiseront sans doute la plupart des collecteurs. L'ardeur et l'énergie vont en diminuant à mesure que la journée se prolonge, on prend moins de notes et la qualité du travail s'en ressent. Même sur des itinéraires moins longs, 13 haltes par jour, environ, sont sans doute un maximum.

Si les arrêts sont choisis d'après la distance à parcourir, ils se feront de préférence dans des endroits présentant quelque variation de l'environnement et où l'on pourra pratiquer à la fois l'échantillonnage de plusieurs emplacements, p. ex., une plaine (caractéristique dominante), le versant d'une vallée, les bords d'un cours d'eau, les zones livrées ou non à la paissance, et les endroits plus humides ou plus secs.

Les légumineuses abonderont parfois dans certains endroits et seront totalement absentes dans un environnement voisin apparemment identique. Aussi, lorsqu'on effectue une halte de collecte et que l'on remarque l'absence de légumineuses en bordure des chemins, dans

les champs ou dans le voisinage immédiat, on notera brièvement l'emplacement et le fait qu'il n'y avait pas de légumineuses. On fera d'autres arrêts dans le voisinage, dans des endroits où l'environnement diffère. Après deux ou trois brefs arrêts de ce genre, on trouvera généralement des légumineuses. La réussite de la collecte nécessite l'adoption d'une routine journalière bien organisée (annexe 2).

Relevé d'informations

On a décrit déjà les observations, simples ou détaillées, à recueillir aux endroits de collecte (Reid et Lazier 1979; Reid et Strickland 1983). Dans le passé, l'ILCA s'est servi d'une feuille de collecte générale (annexe 3), mais avec l'avènement de l'ordinateur pour le traitement des informations, il a adopté une formule plus détaillée, avec questions spécifiques suivant le même ordre que la base de données informatisées. Toutes les questions ne seront pas pertinentes ou ne trouveront pas réponse dans un endroit particulier. Cependant, plus on aura enregistré d'informations, plus nombreuses seront les chances de pouvoir faire l'essai de l'une ou l'autre obtention dans un environnement approprié. L'annexe 3 donne un modèle de feuille d'information avec les définitions auxquelles il faut répondre.

Si nombreuses que soient les informations à recueillir aux endroits de collecte sur la valeur fourragère des espèces indigènes, on ne saurait négliger cette autre source de renseignements que peut être l'agriculteur ou l'herbager local. C'est particulièrement le cas en Afrique où les propriétaires de bestiaux accordent un intérêt tout spécial à leurs animaux. Ce genre d'informations est particulièrement intéressant pour les espèces de brout, dont la sélection se révèle beaucoup plus compliquée que pour les légumineuses ou les graminées herbacées, et dont l'observation exige généralement plusieurs années.

Même si les informations données par un agriculteur ne sont pas nécessairement fiables, des conversations répétées apporteront souvent plus de lumière, parce qu'il est courant de constater qu'une espèce passant pour très mal acceptée comme fourrage dans une région peut l'être fort bien dans une autre. Ces différences

sont parfois dues à l'existence d'autres ressources fourragères en périodes difficiles.

Collecte de rhizobium

Un point critique dans la collecte du plasma germinatif de rhizobium est que l'on recueille le plus souvent la semence durant la saison sèche, lorsque le sol est imperméable et qu'il est difficile d'en extraire les racines. De plus, les nodules sont délités par les plants durant la saison sèche et il peut ne plus en rester à recueillir. En pareil cas, et si cela en vaut la peine, on reviendra aux mêmes endroits à la saison des pluies pour effectuer la collecte. Le sol ne doit pas être détrempé car les rhizobiums se développent mal dans ces conditions.

La collecte proprement dite n'est guère compliquée. On se sert d'ampoules hermétiques contenant une dose légère de dessicatif ($CaCl_2$ anhydre ou gel siliceux) maintenu au fond de l'ampoule par un petit tampon d'ouate. Autant que possible, on recueillera 10 à 15 nodules par plant, sectionnés sur la racine avec un demi-centimètre de celle-ci, de chaque côté. Le volume de tissu végétal ne doit pas dépasser celui du dessicatif, lequel est d'environ 25 % du volume de l'ampoule. Celle-ci devra être étiquetée. À cet effet, le personnel de l'ILCA marque le numéro de l'obtention de la plante avec le préfixe R pour identifier le Rhizobium. On pourra cependant adopter au laboratoire de microbiologie un numérotage différent pour les obtentions de Rhizobium (Date et Halliday 1979; Strickland et al. 1980; Date 1982).

Spécimens d'herbarium

Tout système de collecte et de sélection bien conçu doit comprendre un herbarium de tous les spécimens d'obtentions, de manière à pouvoir suivre la forme de développement de la plante, vérifier si le génotype original est ce qui se reproduit, étudier les variations génétiques d'espèce et de genre, et constater l'apparition éventuelle de croisements hétérogènes.

Bien que l'on puisse presser tous les plants recueillis au cours de la collecte, la tâche du collecteur serait inutilement surchargée. Les spécimens sont

parfois en mauvais état, sans fleur, ou abîmés par la sécheresse, la paissance, etc. Aussi, dans ces collectes, on se contentera généralement de presser les espèces inconnues. Les génotypes recueillis peuvent avoir des spécimens en herbarium qu'on prélèvera des parcelles de multiplication où les conditions de végétation sont plus uniformes et d'où l'on pourra facilement obtenir des échantillons en fleur et produisant de la semence.

BIBLIOGRAPHIE

Burt, R.L., Isabell, R.F. et Williams, W.T. 1979. Strategy of evaluation of a collection of tropical herbaceous legumes from Brazil and Venezuela. I. Ecological evaluation at the point of collection. Agroecosystems, 5, 99-117.

Burt, R.L. et Reid, R. 1976. Exploration for and utilization of collections of tropical pasture legumes. III. The distribution of various Stylosanthes species with respect to climate and phytogeographic regions. Agroecosystems, 2, 319-327.

Burt, R.L., Reid, R. et Williams, W.T. 1976. Exploration for, and utilization of, collections of tropical pasture legumes. I. The relationships between agronomic performance and climate of origin of introduced Stylosanthes spp. Agroecosystems, 2, 293-307.

Burt, R.L. et Williams, W.T. 1976. Stylosanthes, a source of pasture legumes for the tropics: AMRC Review, No. 25, 1-26.

Clayton, W.D. 1983. Tropical grasses. In McIvor, J.G. et Bray, R.A., éd., Genetic Resources. Melbourne, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, p. 39-46.

Date, R.A. 1982. Collection, isolation, characterization and conservation of Rhizobium. In Vincent, J.M., éd., Nitrogen Fixation in Legumes. Sidney, Australia, Academic Press, p. 95-109.

Date, R.A. et Halliday, J. 1979. Collection of strains of Rhizobium. In Mott, G.O., éd., Handbook for the Collection, Preservation and Characterization of Tropical Forage Germplasm Resources. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), p. 21-26.

Gibson, A.H. et Brockwell, J. 1968. Symbiotic characteristics of Trifolium subterraneum L. Australian Journal of Agricultural Research, 19, 892-905.

Harlan, J.R. 1983. The scope for collection and improvement of forage plants. In McIvor, J.G. et Bray, R.A., éd., Genetic Resources. Melbourne, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, p. 3-14.

Isabell, R.F. et Burt, R.L. 1980. Record taking at the collection site. In Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., Collecting and Testing Tropical Forage Plants. Melbourne, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, p. 18-25.

Mannetje, L. 't. 1969. Rhizobium affinitics and phenetic relationships within the genus Stylosanthes. Australian Journal of Botany, 17, 553-564.

Marshall, D.R. et Brown, A.H.D. 1983. Theory of forage plant collection. In McIvor, J.G. et Bray, R.A., éd., Genetic Resources of Forage Plants. Melbourne, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, p. 135-148.

Parsons, J.J. 1972. Spread of African pasture grasses to the American tropics. Journal of Range Management, 25, 12-27.

Reid, R. 1980. Collection and use of climatic data in plant introduction. In Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., Collecting and Testing Tropical Forage Plants. Melbourne, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, p. 1-10.

Reid, R. et Lazier, J.R. 1979. Description of the collection site. In Mott, G.O., éd., Handbook for the Collection, Preservation and Characterization of Tropical Forage Germplasm Resources. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), p. 15-16.

Reid, R. et Strickland, R.W. 1983. Forage plant collection in practice. In McIvor, J.G. et Bray, R.A., éd., Genetic Resources. Melbourne, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, p. 149-156.

Schultze-Kraft, R. 1979a. Preparation for collection trip. In Mott, G.O., éd., Handbook for the Collection, Preservation and Characterization of Tropical Forage Germplasm Resources. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), p. 5-8.

1979b. Germplasm collection in the field. In Mott, G.O., éd., Handbook for the Collection, Preservation and Characterization of Tropical Forage Germplasm Resources. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), p. 9-14.

Skerman, P.J. 1977. Tropical forage legumes. Food and Agriculture Organization (FAO), Rome, Italy, FAO Plant Production and Protection Series No. 2, 609 p.

Strickland, R.W., Burt, R.L. et Date, R.A. 1980. Obtaining a plant collection. In Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., Collecting and Testing Tropical Forage Plants. Melbourne, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, p. 11-17.

Thulin, M., 1983. Leguminosae of Ethiopia. Opera Botanica, 68, 1-223.

Trinick, M.J. 1982. Host Rhizobium associations. In Vincent, J.M., éd., Nitrogen Fixation in Legumes. Sidney, Australia. Academic Press, p. 111-122.

Whalley, R.D.B. et Brown, R.W. 1977. A method for the collection and transport of native grasses from the field to the glasshouse. Journal of Range Management, 26, 367-377.

Williams, R.J. 1983. Tropical legumes in genetic resources. In McIvor, J.G. et Bray, R.A., éd., Genetic Resources. Melbourne, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, p. 17-37.

ANNEXE 1 : ÉQUIPEMENT POUR UNE EXPÉDITION D'HERBORISATION

Un véhicule approprié au terrain qu'on rencontrera. Si l'on ne croit pas trouver de pièces de rechange en cours de route, se munir avant le départ de celles dont on pourrait avoir besoin, suivant l'avis d'un mécanicien connaissant le véhicule. Parmi l'équipement essentiel : pneus de rechange, réserve d'essence, trousse de réparation de chambres à air, pompe pour les pneus, bêche, machette, pics et câbles de remorquage.

Comme équipement personnel : vêtements de rechange, lunettes de soleil (le reflet du soleil peut gêner la vue au cours de l'herborisation), un grand couvre-chef, parapluie (on peut recueillir des plantes et prendre des notes malgré la pluie), une trousse de remèdes, notamment contre les maux de tête, rhumes et diarrhée, et d'accessoires médicaux comme des pincettes pour extraire les épines, insectifuges, moustiquaire, insecticides contre les moustiques et les punaises, récipients à eau.

Équipement de base pour herborisation

Documentation : feuilles d'enregistrement et planche pince-feuilles, ou carnet de collecte.

Planification : cartes routières indiquant les limites des principaux environnements, ou photocopies de relevés d'environnement, cartes topographiques, altimètre si possible, ruban d'arpentage en métal et boussole.

Prélèvements de sols : tarière, trousse à pH, sacs en plastique pour échantillons, étiqueteuse hydrofuge

pour les échantillons (crayon ou stylo indélébile), étiquettes hydrofuges pour intérieur et extérieur des sacs à échantillons.

Échantillons de semences : plateaux à bords en caoutchouc de bonne qualité pour l'égrenage, agrafeuse pour fermer les enveloppes, provision d'agrafes, dégrafeuse; grands sacs en papier pour les semences volumineuses et le rangement des enveloppes; presse à herbier, beaucoup de papier journal, carton en feuilles de dimensions appropriées, étiquettes pour marquer les plants; carnet ou agenda; appareil photographique et films, élastiques, presses pour les plantes (2); insecticide (atomiseur de maison avec certain effet résiduel); fongicide.

Matériel d'herborisation : forte bêche, pic, truelle, sacs en plastique, récipients à eau, cisailles, scie d'élagage (pour les herbes ligneuses), ruban adhésif pour fermer les sacs en plastique, coffre ou sac de rangement (Walley et Brown 1973).

Rhizobiums : bêche, pic, truelle, ampoules étanches, ampoules avec ouate et gel siliceux ou $CaCl_2$, ciseaux, pincettes, récipient pour les ampoules.

Plantes de brout : sécateurs à arbres.

Menus cadeaux pour les auxiliaires.

ANNEXE 2 : ORDRE DU JOUR GÉNÉRAL

Petit déjeuner matinal, ou dès l'ouverture du restaurant s'il y en a. Se munir du repas de midi si l'on ne croit pas trouver d'auberge sur sa route, acheter des boissons gazeuses ou faire le plein des bidons à eau. Par temps chaud, on a soif constamment.

Inscrire le kilométrage à l'odomètre du véhicule, au dixième de km près, si possible à un point fixe de la localité : croisement principal, hôtel de ville, etc. Suivre le même procédé dans chaque localité traversée durant la journée pour connaître exactement la position de l'endroit. À chaque nouvelle route, enregistrer le chiffre de l'odomètre, au point de départ.

Établir le nombre d'arrêts possibles dans la journée. Treize arrêts environ constituent un bon maximum. Planifier ces arrêts sur la carte en notant la lecture de l'odomètre pour chaque endroit choisi.

À chaque arrêt de collecte, inscrire la lecture de l'odomètre et décrire l'endroit et la végétation qu'on y trouve. Préciser les légumineuses et les graminées présentes, s'il y a de la semence à prélever ou non. On saura ainsi si l'on aura à revenir au même endroit.

En cas de fatigue, interrompre la collecte. Éviter de s'épuiser et de tomber malade, ce qui mettrait fin à l'expédition. Le travail devrait prendre fin vers 16 h ou 16 h 30, selon l'heure où la journée a commencé, les distances encore à parcourir, l'état des routes et l'endurance des collecteurs.

Avant ou après le dîner, ouvrir les presses où se trouvent les plantes et changer le papier si celui-ci est humide; rédiger les notes sur la journée, relire les feuilles d'obtentions pour les rendre plus compréhensibles et détaillées; nettoyer les semences recueillies des insectes, impuretés et des graines inutilisables, y ajouter les insecticides et fongicides nécessaires. Passer en revue l'itinéraire et les arrêts prévus pour le lendemain d'après l'expérience de la journée; vérifier si le matériel végétatif recueilli est en bon état.

ANNEXE 3 : FEUILLES ILCA POUR OBTENTION ET COLLECTE

L'ILCA a proposé un modèle de deux feuilles détaillées d'obtention et de collecte et une feuille générale pour les obtentions. Ensemble, les deux premières donnent des informations choisies jugées pratiques, et probablement utilisables soit aux endroits d'herborisations, soit ultérieurement comme références.

Les feuilles d'obtentions peuvent être de deux sortes : les unes ne posant que quelques questions générales avec de grands espaces pour les réponses, les autres contenant beaucoup de questions particulières et de petits espaces pour y répondre. Comme le traitement des données informatisées repose sur de multiples questions spécifiques, ces feuilles en posent donc

beaucoup. Ainsi, le transfert des informations de la feuille de collecte à l'ordinateur n'exige aucune interprétation de la part du collecteur, et une secrétaire peut en faire directement l'entrée. En outre, certaines informations qu'on aurait pu omettre ou oublier y sont comprises.

Toutes les questions ne trouveront pas de réponse dans un endroit donné et pourront ne pas être pertinentes. Si la réponse est négative ou nulle, elle doit être inscrite comme telle. Les éléments descriptifs sans réponse n'entrent pas dans la description des obtentions. Les collecteurs qui rempliront ces feuilles sur les lieux d'herborisation devront se dire que plus ils consigneront de renseignements, plus les obtentions pourront se révéler utiles.

Les formulaires sont libellés d'après l'ordre des entrées à l'ordinateur et de façon à présenter les questions en séquence logique.

La feuille I se compose de trois parties :

a) Données générales de l'endroit -- section à ne remplir qu'une fois pour chaque lieu de collecte.

b) Informations tirées des références -- à remplir au bureau ou au laboratoire après la collecte.

c) Informations recueillies sur place -- au verso de la feuille I, à inscrire sur un feuillet séparé pour chaque obtention.

Les feuillets concernant un même endroit peuvent être agrafés à la feuille sur les données générales de l'endroit.

La feuille II est à remplir au bureau ou au laboratoire, au terme de la collecte. Elle est attachée à la feuille I. Elle sert également de feuille unique d'obtention pour les lignées commerciales de plasma germinatif sur lesquelles on ne dispose que de peu ou pas d'informations.

Définitions figurant sur la feuille d'obtention et de collecte de l'ILCA

Feuille I Espèce : nom scientifique (genre et espèce).

ILCA : numéro ILCA de l'obtention -- laisser en blanc (à moins que les formules ne soient numérotées d'avance).

A. Données générales de l'endroit

Remplir cette section sur place, une fois seulement pour chaque lieu de collecte. Le même endroit peut livrer de nombreuses obtentions. La section C, Informations recueillies sur place, est à remplir sur une feuille séparée pour chaque obtention.

N° d'ordre du lieu de collecte : les endroits, pour chaque mission, sont numérotés consécutivement par le collecteur à partir de 1. Tous les feuillets d'obtentions d'un même endroit seront agrafés ensemble.

Date de collecte : jour, mois, année (en chiffres) p. ex., 10/12/1984.

Numéros d'obtentions inscrits sur place par le collecteur : ce sont les numéros d'obtentions assignés sur place par le collecteur, recopiés d'après la section C : Informations recueillies sur place. Tous les numéros d'obtentions ainsi assignés doivent être reportés ici.

Collecteurs : initiales et nom de chaque membre de l'équipe inscrits ici, chaque fois dans le même ordre.

Institution collectrice : nom de l'institution à laquelle la mission est associée.

Pays de collecte : pays dans lequel a lieu l'herborisation.

État, district et région : d'après une carte politique.

Altitude : si l'expédition dispose d'un altimètre ou d'une carte topographique, l'information peut être inscrite ici. L'altitude peut aussi être indiquée au

bureau. Un espace est prévu à cette fin dans la section B : Informations tirées des références.

Endroit précis : plus la description de l'endroit sera précise, mieux cela vaudra, p. ex. : sur la route d'Addis-Ababa - Debre Berhan, à 20 km (plus précis, si possible) de la laiterie de Shola, à la limite E. d'Addis-Ababa. Environ 200 m au-delà d'un petit pont où se trouvent 2 maisons à l'E. de la route. L'endroit est à 10 m à l'E. de la route, à l'orée O. d'un bosquet d'eucalyptus.

Remarques générales sur l'endroit : si l'on veut, on ajoutera ici d'autres détails sur l'endroit, par exemple une description d'ensemble.

B. Informations tirées des références

Cette section est à remplir au bureau, au retour de l'expédition d'herborisation.

Carte : référence : d'après une carte topographique à l'échelle de 1:250 000 ou plus petite, si possible (p. ex., 1:100 000). Ces informations doivent comprendre le numéro de série de la carte, le numéro de la feuille, l'édition et la référence à la grille de la carte, p. ex. : Éthiopie série EMA 3, feuille NC 37-10, éd. 2, 37B PA 2662, ou plus précisément 37B PA 265623.

. Latitude - d'après la carte topographique, en degrés (°) et minutes (') (60 minutes par degré). Indiquer dans un cercle s'il s'agit du nord ou du sud.

. Longitude - d'après la carte topographique, en degrés (°) et minutes ('). Indiquer dans un cercle s'il s'agit de l'est ou de l'ouest.

. Altitude - d'après l'enregistrement de l'altimètre (Section A, Données générales de l'endroit) pris sur place ou d'après la carte topographique. En cas de différence, la carte fera foi.

Zone écologique : indiquer la zone générale d'après une carte écologique, p. ex., savane de Guinée, et autres caractères descriptifs, p. ex., du Sud.

Pluviosité : annuelle : en millimètres. À obtenir de la station la plus proche et la plus appropriée. Si

des stations sont situées de part et d'autre de l'endroit, et si la pluviosité varie régulièrement de l'une à l'autre, on en fera l'estimation pour l'endroit, p. ex. : point de collecte A situé aux 2/3 de la distance entre la localité B avec une pluviosité de 1 200 mm, et la localité C avec pluviosité de 900 mm, et plus proche de cette dernière. Si la topographie est assez uniforme et si la pluviosité est censée diminuer régulièrement entre B et C, on l'évaluera à 1 000 mm au point A.

. Caractère saisonnier - indiquer les mois pluvieux. Les saisons pluvieuses, par exemple, à caractère bimodal, pourraient être : a) janvier à mars, b) juillet à septembre.

. Durée - nombre total de mois marqués de pluies de quelque importance. Nombre de mois dans la ou les saisons des pluies.

Température : plusieurs paramètres importants de la température peuvent s'appliquer à un endroit. La température en saison de végétation offre, évidemment, plus d'intérêt que les moyennes annuelles. Cependant, pour utiliser au mieux ce genre d'informations, on tiendra compte du plus grand nombre possible des variables suivantes :

. Moyenne - température moyenne annuelle en degrés Celsius, calculée comme pour la pluviosité.

. Maximale moyenne - température moyenne maximale en degrés Celsius.

. Minimale moyenne - température moyenne minimale en degrés Celsius.

. Moyenne en SV - température moyenne de la saison de végétation, en degrés Celsius.

. Mois le plus froid moyen en SV - température moyenne (°C) du mois le plus froid de la saison de végétation.

. Mois le plus chaud moyen en SV - température moyenne (°C) du mois le plus chaud de la saison de végétation.

. Minimum moyen du mois le plus froid en SV - température moyenne minimale (°C) du mois le plus froid de la saison de végétation.

. Maximum moyen du mois le plus chaud en SV - température moyenne maximale (°C) du mois le plus chaud de la saison de végétation.

. Gel - fréquence constatée - (0 = nul, 5 = fréquent) et sévérité (0 = nulle, 5 = très sévère).

Sol : Roche mère - remplir cette section d'après une carte géologique si on ne peut s'en rendre compte sur place (on trouvera une "roche mère" dans la section C, sous "Informations recueillies sur place") : grès, calcaire, schiste, granite, basalte, gneiss, alluvion, tuf, lave, etc.

. Nom(s) - remplir cette section d'après une carte des sols si l'on n'a pu faire l'identification sur place et l'inscrire dans l'espace correspondant. Se servir de n'importe quelle méthode en usage : USDA, FAO, etc. S'il existe plusieurs noms, on les mentionnera tous. Inclure, si possible, la classe locale, la sous-classe et la phase.

. pH - on déterminera plus facilement le pH en laboratoire à partir d'un échantillon de sol. On pourra également l'établir dans le champ et l'inscrire avec les informations recueillies sur place. Indiquer le procédé appliqué (H_2O, KCl). La section C comprend également un espace sous les "Informations sur place", au cas où le pH sera établi dans le champ.

Analyse : Chimique - indiquer les résultats des analyses de sol au moins pour les éléments fertilisants les plus importants, et les procédés d'analyse utilisés.

. Physique - indiquer les résultats des analyses pour les composantes principales ; argile, sable, etc.

Numéro de rhizobium : il sera donné au laboratoire et comportera le numéro d'obtention de la plante avec le suffixe R, p. ex., ILCAR 6259. Dans le champ, l'ampoule contenant le Rhizobium recevra le numéro de l'obtention dont il provient et que lui avait donné le collecteur.

Spécimen d'herbarium : indiquer ici l'endroit où se trouve un spécimen conservé après pressage, ainsi que le nom de la personne qui l'a identifié.

C. Informations recueillies sur place

Chaque obtention prélevée dans un endroit aura son feuillet séparé portant les informations recueillies sur place. Tous les feuillets d'un même endroit seront ensuite attachés à la feuille des données générales de l'endroit.

Numéro de l'endroit : même numéro que celui indiqué dans la section des données générales.

Numéro du collecteur : les obtentions sont numérotées consécutivement et le numéro sera suivi des initiales du chef de l'expédition. Bien que cette numérotation puisse commencer à 1 pour chaque expédition, il sera sans doute plus sage de ne pas répéter les mêmes chiffres pour d'autres obtentions recueillies sous un même chef. Celui-ci pourrait ainsi, à la longue, réunir des numéros de collection de plus en plus grands.

Genre, espèce, sous-espèce, variété : remplir, si on les connaît.

Floraison :* nombre relatif de fleurs; comme dans tous les titres accompagnés d'un astérisque (*), on utilise la classification 0-5. Aucune fleur = 0; floraison abondante = 5.

Production de semences :* comme pour la floraison, 0 = pas de semence, 5 = toutes les fleurs en donnent.

Maturité des semences :* proportion de semences à maturité ou de cosses de semences, 0 = aucune, 5 = toutes les semences vérifiées sont à maturité.

Feuillage :* état relatif du feuillage de la plante, 0 = pas de feuilles, 5 = feuillage abondant, plant très feuillu. Ne pas faire de comparaison avec le plant le plus feuillu que l'on ait vu de cette espèce, mais avec un plant théorique du même type, complètement garni de feuilles.

Hauteur : hauteur du plant en cm.

Étalement : diamètre en cm.

Morphologie : arbuste, buisson, herbe, plante grimpante.

Densité :* nombre de plants à l'endroit de collecte, d'un plant = 1 à une talle bien fournie = 5.

Abondance relative :* nombre plus ou moins élevé de plants en général dans l'endroit, de 0 = aucun autre, à 5 = très répandu.

Paissance : préciser par quels animaux : bovins, moutons, chameaux, cervidés, campagnols.

Intensité de la paissance :* de 0 = nulle, à 5 = pâturé intensivement.

Maladies : Nom - nom courant, ou genre ou espèce si on le connaît. Indiquer fongus ou bactérie si c'est tout ce qu'on sait.

. Parties affectées - feuilles, tiges, racines, inflorescences.

. Étendue des dommages (/10) - représente le pourcentage des organes reconnus affectés (échelle de 10 points), p. ex., pour une maladie des feuilles, 8 indiquerait que 80 % du feuillage est atteint.

. Intensité - ici encore, observation en pourcentage de 10 pour indiquer l'intensité, p. ex., la cote 5 indique qu'une moyenne de 50 % de chaque feuille atteinte est endommagée. Cette indication sera utile lorsque les feuilles sont plus ou moins atteintes. Si ce n'est pas le cas, les cotes pourront être indiquées comme une fourchette, p. ex., 1 à 8.

. Description - décrire la maladie et ses effets sur les plantes.

Parasites : nom - appellation courante ou genre ou espèce si on les connaît, type de parasites, p. ex., insectes, nématodes, ou autres.

. Parties affectées - comme pour les maladies.

. Étendue des dommages (/10) - comme pour les maladies.

. Intensité - comme pour les maladies.

. Description - suceurs, perceurs, broyeurs, etc. Décrire le parasite et ses effets sur les plantes.

Affectation : il s'agit de l'utilisation faite de l'endroit de collecte, comprenant toute utilisation dirigée, normale, des plantes ou de l'environnement pouvant inclure : paissance, irrigation ou fauchage, etc.

Détail de cette affectation : préciser les conditions dans lesquelles se fait cette utilisation. Interroger les habitants de l'endroit.

Essartage : de quand date le dernier brûlis de l'endroit? Quelle est la fréquence de cette pratique?

Aspect : orientation de la pente du terrain, en degrés, p. ex., 350°.

Pente : l'indiquer par des mots, ou en degrés si on l'a mesurée. 0-1°, terrain plat ou presque; 1-3°, en pente modérée; 7-14°, terrain incliné; 14-29°, fortement incliné; au-delà de 29°, en pente raide.

Topographie : terrain ondulé, plat, etc.

Site : au bas d'une falaise escarpée, à mi-chemin d'une colline, etc.

Terrain : Roche mère - si on peut la reconnaître sur les lieux : grès, calcaire, schiste, granite, basalte, gneiss, alluvion, tuf, lave, etc.

. Appellation - si on peut reconnaître sur place le type de sol : vertisol, nitosol, etc., plus le nom de tout autre système que l'on connaîtrait.

. Couleur - gris foncé, marbré, rouge foncé, brun pâle, noir, etc., ou indiquer le code d'après la table de Munsell.

. pH - si on a relevé le pH sur place, l'inscrire ici, ainsi que la solution ayant servi à l'extraction, p. ex., 5,9, H_2O.

. Consistance, sable - délié et à grains séparés visibles ou perceptibles au toucher; se séparant à l'état sec et s'écoulant lorsque pressé dans la main; à l'état humide, le matériau pressé est ferme, mais s'effrite dès qu'on y touche.

. Terre grasse, limoneuse - forme des mottes à l'état sec, mais se rompant facilement, texture douce et farineuse une fois pulvérisée. Mouillée, forme des flaques. Peut se mouler à l'état sec ou humide et se manipuler facilement sans se briser, mais pressée entre les doigts à l'état humide, ne s'écoule pas en ruban mais en morceaux.

. Argile - forme des mottes ou des blocs difficiles à briser à l'état sec. Pressée entre le pouce et l'index, forme un ruban mince qui se rompt aisément, presque sous son propre poids. Plastifiable, se moule facilement et résiste aux manipulations. Malaxée dans la main, reste compacte et lourde et ne s'effrite pas facilement.

. Terre franche - mélange assez uniforme de sable, de limon et d'argile. Quelque peu graveleuse au toucher, plutôt lisse et légèrement plastique. À l'état sec, en la pressant, elle se moule mais doit être maniée avec précaution. Moulée à l'état humide, se manie aisément sans se briser.

Égouttement, en surface : 0 = mares - l'eau s'infiltre dans le sol ou s'évapore; pas d'écoulement.

. 1 = Écoulement très lent - l'eau libre reste en surface ou pénètre aussitôt dans le sol; sols unis ou poreux.

. 2 = Écoulement lent - l'eau reste en surface pendant assez longtemps ou s'y infiltre rapidement; sols presque plats, à pente faible, avec peu ou pas d'érosion à l'état cultivé.

. 3 = Écoulement modéré - l'eau couvre le sol durant de brèves périodes et s'infiltre partiellement

dans la terre; érosion légère à modérée dans les sols en culture.

. 4 = Écoulement prononcé - une forte proportion de l'eau s'écoule rapidement en surface et seule une faible partie pénètre dans la terre. Peu de possibilité d'infiltration, pente moyenne à prononcée. Risque moyen à élevé d'érosion.

. 5 = Écoulement très rapide - le sol absorbe très peu d'eau, celle-ci s'écoule en atteignant la surface. Le terrain est en pente très prononcée. Risque d'érosion élevé à très élevé.

Drainage interne : 0 = Pas d'eau libre qui traverse, en particulier lorsque la nappe phréatique est proche de la surface.

. 1 = Très lent - trop lent pour permettre des cultures de quelque importance. Sol saturé pendant 1 à 2 mois, parsemé de taches et de marbrures presque partout; certains sols à surface grise. État dû à une nappe phréatique proche de la surface, à un horizon très peu perméable, ou les deux.

. 2 = Lent - affecte les racines de la plupart des plantes; terre saturée d'eau durant 1 ou 2 semaines. Avec un drainage interne lent, horizon A noirâtre ou gris, marbrures ou taches dans l'A inférieur ou le B supérieur, le B et le C inférieurs. Nappe phréatique relativement élevée en permanence, ou fluctuante.

. 3 = Moyen - saturation du sol limitée à quelques jours, trop peu pour nuire aux plantes. Excellent pour le bon développement des cultures, avec une humidité suffisante. La plupart des sols sont exempts de marbrures et de taches dans l'horizon A et dans tout, ou presque, l'horizon B.

. 4 = Rapide - saturation ne durant que quelques heures. Drainage peut-être un peu trop rapide pour les cultures importantes des régions humides.

. 5 = Très rapide - le sol n'est jamais saturé, trop exposé à se dessécher pour les cultures importantes des régions humides. Exempt de marbrures sur plusieurs pieds de profondeur.

Échantillons de plantes prélevés : nombre : indiquer le nombre précis de plantes échantillonnées, 1 (le meilleur échantillon) ou plus.

. Matériel : matériel échantillonné : semence ou parties végétatives.

. Système radiculaire : racines pivotantes profondes, racines pivotantes peu profondes, racines étalées profondes, racines étalées traçantes, fibreuses.

. Collecte de nodules : oui/non.

. Spécimen d'herbarium : oui/non.

. Photographie : aucune (inscrire non); s'il y en a eu de prises, indiquer le numéro de chacune.

. Appellation locale : nom vulgaire donné à la plante par la population locale.

. Groupe ethnique/langue : langue du nom local, ou nom du groupe ethnique.

. Habitat : décrire l'endroit avec assez de détails, ainsi que la place que le plant y occupait.

. Dérangements : les dérangements modifient les pratiques habituelles; ce sont des situations, sortant de la normale ou non, causées délibérément, telles que zones nivelées, accotements de route ou fossés inondés, érodés ou noyés.

. Type de végétation : forestière, terrain boisé, herbagère, désertique, etc. Si possible, inscrire l'appellation scientifique complète, p. ex., boisé en Acacia tortilis, avec Chloris gayana et Hyparrhenia hirta.

. Graminées associées : indiquer le nom scientifique ou commun des graminées observées à l'endroit de la collecte, en mentionnant celles qui dominent.

. Légumineuses : comme pour les graminées.

. Autres : herbes, buissons, arbustes, etc., comme pour les graminées.

. Remarques : ajouter tous autres renseignements jugés utiles pour décider de l'utilisation éventuelle de la plante, p. ex., appréciation de sa vigueur générale ou potentielle.

Feuille II

Cette feuille est à remplir au bureau ou en laboratoire pour chaque obtention recueillie, et à attacher ensuite à la feuille I. Les obtentions déjà reconnues, comme les lignées commerciales, peuvent ne nécessiter que ces seules informations. On n'aura besoin alors que de la feuille II sans la I. La plupart des définitions sont évidentes ou ont été données sur la feuille.

Zone de végétation : ce facteur descriptif sert à simplifier la préparation du catalogue. Comme il est difficile de classifier les obtentions d'après les zones de végétation, on groupe ici les espèces et les genres que l'on rencontre surtout ou qui prédominent dans un environnement donné, quel que soit l'endroit où la collecte a eu lieu. On évite aussi les limites arbitraires entre régions tempérées et subtropicales, et la répétition de la même espèce dans plusieurs groupes d'un catalogue. On peut obtenir des groupements plus précis en prenant comme base l'altitude et la température.

Type de plante : ici encore, ce facteur descriptif simplifiera la préparation d'un catalogue. La division des genres ou des espèces en brout ou légumineuses est, une fois de plus, arbitraire; mais comme l'on doit suivre un certain ordre, le plus simple est peut-être de classer tous les membres d'une espèce donnée comme légumineuse de brout ou herbacée, même si tous ne répondent pas exactement à la définition. Comme exemples de deux genres dont des espèces peuvent être considérées comme légumineuses herbacées ou de brout, citons Aeschynomene et Desmanthus. La grande règle à suivre est : consistance.

État génétique : les définitions suivantes conviennent aux céréales et autres plantes cultivées aussi bien qu'aux espèces fourragères.

. Sauvage : non cultivée, se maintient sans intervention de l'homme.

. Adventice : non cultivée, mais a nécessité l'intervention de l'homme.

. Cultivar primitif/population locale : plante cultivée mais pas nécessairement sélectionnée délibérément.

. Lignée généalogique : ligne consciemment reproduite, cultivar avancé, lignée génétique sélectionnée et offerte au commerce.

Hérédité : composition génétique des lignées généalogiques.

Autres numéros d'obtentions : énumérer tous les autres numéros d'obtentions connus pour la lignée, pour éviter ainsi les doubles emplois dans une collection.

Source : d'où provient initialement la semence, s'il ne s'agit pas de collecte? Ne pas oublier de citer le nom du scientifique concerné. Inclure les autres sources d'origine de la semence.

Feuille d'obtention de l'ILCA — Formule générale

Espèce : _____ N° de l'obtention : _____

Date : _____ Collecteur : _____

Situation de l'endroit : _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Références sur la carte : _____

_____

Latitude : _____ Altitude : _____ Pluviosité : _____ mm

Température : _____ °C Morphologie : _____ Floraison :* _____

Ensemencement :* _____ Semences mûres :* _____ Nbre de plants prélevés : _____

Feuillage :* _____ Hauteur : _____ cm Étalement : _____ cm Densité :* _____

Abondance relative :* _____ Paissance :* _____ par : _____

Essartage : _____ Aspect : _____ ° Pente : _____

Texture : _____ Roche mère : _____

Drainage : (surface) _____ (interne) _____ pH : _____ Photo : _____

Appellation du sol : _____

Habitat et dérangements : _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Espèces associées : _____

_____

_____

_____

Remarques : _____

_____

_____

_____

_____

_____

* Coté de 0 à 5.

Feuille I de l'ILCA — Collecte/obtention

Espèce : _____ N° ILCA : _____

A. DONNÉES GÉNÉRALES DE L'ENDROIT

N° d'ordre du lieu de collecte _____ Date __/__/__

Numéros d'obtentions inscrits sur place _____

Collecteurs _____

Institution collectrice _____

Pays de collecte _____ État _____

District _____ Région _____ Altitude _____

Endroit précis _____

Remarques générales sur l'endroit _____

B. INFORMATIONS TIRÉES DES RÉFÉRENCES

Carte : référence _____

latitude ____ ° ____ 'N./S., longitude ____ ° ____ 'E./O., altitude ____

Zones écologique : générale _____, spécifique _____

Pluviosité : annuelle ____ mm, caractère saisonnier (mois) a) _____

durée _____ mois b) _____

Température : moyenne ____ °C, maximale moyenne ____ °C, minimale moyenne ____ °C

moyenne en saison de végétation (SV ____ °C, mois le plus froid moyen en SV ____ °C

mois le plus chaud moyen en SV ____ °C, minimum moyen du mois le plus froid en SV ____ °C

maximum moyen du mois le plus chaud en SV ____ °C, gel : fréquence* _____

Sol : roche mère _____ nom(s) _____

_____ pH _____

Analyse : chimique _____

physique _____

Rhizobium : numéro _____

Herbarium : spécimen conservé en _____

identifié par _____

* Coté à l'échelle de 0 (le moins) à 5 (le plus).

C. INFORMATIONS RECUEILLIES SUR PLACE

N° de l'endroit _____ N° du collecteur _____

Genre _____ Espèce _____

Sous-espèce _____ Variété _____

Floraison* __ Prod. de semences* __ Maturité des __ Feuillage* __ Hauteur __ cm Etalement __ cm semences*

Morphologie _____ Densité* _____ Abondance rel.* _____

Paissance _____ Intensité* _____

Maladies : nom _____ parties affectées _____
étendue des dommages (/10) _____ intensité _____
description _____

Parasites : nom _____ parties affectées _____
étendue des dommages (/10) _____ intensité _____
description _____
Affectation _____
Détail de cette affectation _____

Essartage _____ Aspect _____ ° Pente _____
Topographie _____
Site _____

Terrain : roche mère _____ appellation _____
couleur _____ pH _____ en
consistance _____ égouttement : surface _____ interne* _____

Echantillons de plantes (nombre) _____ matériel _____
Système radiculaire _____ Collecte de nodules _____ Spécimen d'herbarium _____
Photographie _____ Appellation locale _____ Groupe ethn./langue _____

Habitat : _____

Dérangements _____
Type de végétation _____
Associées : Graminées _____

Légumineuses _____
Autres _____

Remarques : _____

* Cotés à l'échelle de 0 (le moins) à 5 (le plus).

FEUILLET D'OBTENTION II DE L'ILCA

(À attacher à la feuille I de collecte, ou utiliser seul en l'absence d'informations sur l'endroit d'origine).

Espèce : _____ N° ILCA : _____

Sous-espèce : _____ Autorités : _____

Variété : _____

Covariété : _____

Cultivar : _____ Date de l'obtention : ___/___/___
j m a

	Genre	Espèce	Sous-esp.	Variété	Autorité
Synonymes 1					
2					
3					
4					

Longévité : annuel/bisannuel/vivace

Zone de végétation : tempérée/méditerranéenne/tropicale/subtropicale/hauts plateaux tropicaux

Type de plante : herbacée/légumineuse/graminée/brout/céréale/autre

État génétique : sauvage, adventice, cultivar primitif/population locale, lignée génétique, cultivar avancé

Hérédité : _____

Nom de la récolte : _____

Autres n°s d'obtentions : _____

Source : nom _____

organisme _____

adresse _____

autres sources _____

Remarques : _____

CONSERVATION ET DISSÉMINATION DU PLASMA GERMINATIF

Adolf Krauss

German Agency for Technical Cooperation/Plant
Genetic Resources Center of Ethiopia (GTZ/PGRC),
P.O. Box 30726, Addis Ababa, Ethiopia,
Adresse actuelle : Am Steg 11a, D-8922 Peiting,
République fédérale allemande

Sommaire *On trouvera dans cette communication un exemple de procédés applicables aux semences "orthodoxes" décrivant le traitement du plasma germinatif placé dans une banque de gènes, c'est-à-dire : semences à faible teneur en humidité, température sous zéro en contenants étanches à l'air.*

Pour favoriser la dissémination et l'utilisation du plasma germinatif, il faut tenir compte de certains préalables indispensables, tels que : description du lieu de collecte, caractères agronomiques et morphologiques et autres traits spécifiques du plasma germinatif, comme la tolérance aux pressions biotiques ou abiotiques. Ce n'est qu'en possession de ces informations que l'on peut introduire, avec précision, le plasma germinatif dans des programmes de sélection.

En raison des dépenses élevées qu'entraînent la collecte, l'entretien, la description et la conservation du plasma germinatif, il est indispensable de créer des banques de gènes susceptibles de servir de vastes régions sans distinction de frontières politiques, et de pouvoir échanger librement le matériel génétique et les informations nécessaires.

La ligne à suivre par une banque de gènes en vue de conserver le plasma germinatif est régie par le type de reproduction des plantes auxquelles elle doit s'intéresser. Les espèces végétales à reproduction asexuée, comme la banane, sont conservées en vie dans des

collections, soit en pépinières, soit en cultures de méristème, comme c'est le cas pour la pomme de terre, par exemple. Pour les plantes à reproduction sexuée, les semences sont divisées en catégories suivant leur physiologie de conservation, en "semences orthodoxes" et en "semences récalcitrantes". Le premier groupe comprend la plupart des plantes utiles à l'agriculture, y compris les espèces cultivées, fourragères et de pâturages. Les semences récalcitrantes sont principalement celles d'arbres à fruit tropicaux comme le manguier, l'avocat, le cacaoyer, le cocotier, et les arbres forestiers comme le chêne ou le châtaignier. Les semences orthodoxes peuvent être déshydratées sans risque tandis que, en contraste, les récalcitrantes doivent contenir une assez forte proportion d'humidité. Toutefois, la déshydratation est l'une des conditions indispensables à observer pour prolonger la longévité des semences, en particulier lorsqu'on les conserve à des températures sous zéro; autrement, les tissus humides internes gèlent et causent des lésions fatales. C'est pourquoi le plasma germinatif des espèces végétales à semences récalcitrantes est également conservé dans des collections vivantes.

Le genre de conservation en collection vivante ou comme semence détermine aussi la dissémination du plasma germinatif. Dans une collection vivante, l'utilisateur éventuel peut comparer et choisir le plasma germinatif approprié parmi un assortiment permanent de matériel génétique, mais une banque de gènes conservant des semences ne peut offrir qu'une partie de la collection complète (durant la multiplication), représentant une saison ou bien, en général, des échantillons seulement de semences avec la description de la plante correspondante. Dans ce dernier cas, l'utilisateur doit se fier à l'exactitude et à l'ensemble des informations reçues sur le plasma germinatif. Cette communication traitera de la conservation et de la dissémination du plasma germinatif de plantes à "semences orthodoxes", en recourant au Centre de ressources génétiques végétales (Plant Genetic Resources Center of Ethiopia ou PGRC/E) d'Éthiopie, pour des exemples.

CONSERVATION DES SEMENCES

La réduction de la teneur en humidité de la semence (THS) prolongera la longévité de celle-ci. D'après la

règle empirique d'Harrington (1963), il serait possible de doubler cette longévité en réduisant de 1 % la THS. Ainsi, des semences à 4 % de THS devraient conserver leur viabilité 1 000 fois plus longtemps que d'autres à 14 %.

Un deuxième facteur déterminant est la température. Une autre règle empirique révèle que l'on peut également doubler la longévité des semences en réduisant de 5 °C (dans une fourchette de 50 ° à 0 °C) la température de conservation. Comme les deux facteurs teneur en humidité (TH) et température agissent, bien entendu, indépendamment l'un de l'autre (Harrington 1970), des semences conservées à une THS de 4 % et à la température de 0 ° auront une chance de longévité de 1 000 x 10^3 fois plus élevée qu'à 14 % de THS, à 50 °C.

Outre l'estimation assez approximative de la durée de conservation des semences selon les règles d'Harrington, on a essayé de prédire cette durée avec plus de précision par d'autres procédés. À ce sujet, Roberts et Abdalla (1968) ont mis au point des équations et des nomogrammes plus précis pour les plantes cultivées, permettant de calculer et d'établir les probabilités de survivance d'un lot donné de semences (Ellis et Roberts 1980).

Connaître le taux de vieillissement de la semence pendant sa conservation est indispensable pour établir le délai nécessaire à son rajeunissement. Si l'on se fie à la corrélation négative entre la température de conservation/THS et la longévité, plus basse est la température (et la THS), plus long sera le délai de rajeunissement. Comme l'a démontré Roberts (1975), du blé à +4 °C avec 9 % de TH devra être conservé jusqu'à neuf ans, tandis que s'il est gardé à 20 °C avec 5 % de THS, il pourra rester entreposé pendant 390 ans. Les chiffres correspondants pour Hordeum distichum sont, respectivement, de 109 et 33 500 années, et pour la féverole, de 20 et 1 600 années.

À part l'interaction des conditions de conservation et de la longévité, la durée du délai de rajeunissement est dictée également par la viabilité primitive des semences. D'après Ellis et al. (1980), l'orge conservée à -18 °C avec une viabilité initiale de 100 % n'aurait besoin de rajeunissement qu'après 8 050 années. Avec

95 % de viabilité, 1 560 années, et avec seulement 90 % de viabilité, 620 années. Dans ce contexte, les conditions d'environnement avant la récolte pourraient influer considérablement sur la viabilité (Austin 1972), laquelle aura à son tour une influence sur le délai de rajeunissement.

Troisième facteur régissant la durabilité des semences : la pression d'oxygène (Roberts et Abdalla 1968). L'oxygène stimule la respiration, qui réduit la viabilité de la semence, et il est reconnu qu'avec l'étanchéité que l'on obtient normalement, on peut réduire la pression de l'oxygène.

Lorsqu'on envisage la durée de conservation des semences, on doit tenir compte non seulement des modifications de leur viabilité à longue échéance, mais aussi de celles qui affectent leur intégrité génétique (Abdalla et Roberts 1968).

D'après l'expérience des autres banques de gènes, les recommandations de l'IBPGR et les conditions spécifiques au pays hôte, le PGRC/E a mis au point les procédés suivants de conservation à long terme des semences orthodoxes. (Fig. 1).

a) Numérotage des échantillons d'obtentions. Tous les échantillons accédant à une banque de gènes, soit par collecte ou échanges de semences, reçoivent d'abord un numéro d'obtention avant tout autre traitement. Ces numéros sont attribués en ordre consécutif, quel que soit le type de végétal. On s'interroge sur l'utilité d'ajouter au numéro de l'obtention une lettre ou un numéro indicateur se rapportant au végétal pour faciliter l'identification de ce dernier, en particulier lorsqu'une banque de gènes comprend une foule de genres de végétaux différents.

b) Fumigation. Comme mesure phytosanitaire, tous les échantillons de semences provenant de l'extérieur sont soumis à une fumigation de phosphine durant 72 heures, pour éviter d'autres dommages aux semences et empêcher les insectes introduits en même temps de contaminer la banque de gènes.

c) Nettoyage à la main. Vu l'extrême hétérogénéité du plasma germinatif éthiopien, les échantillons,

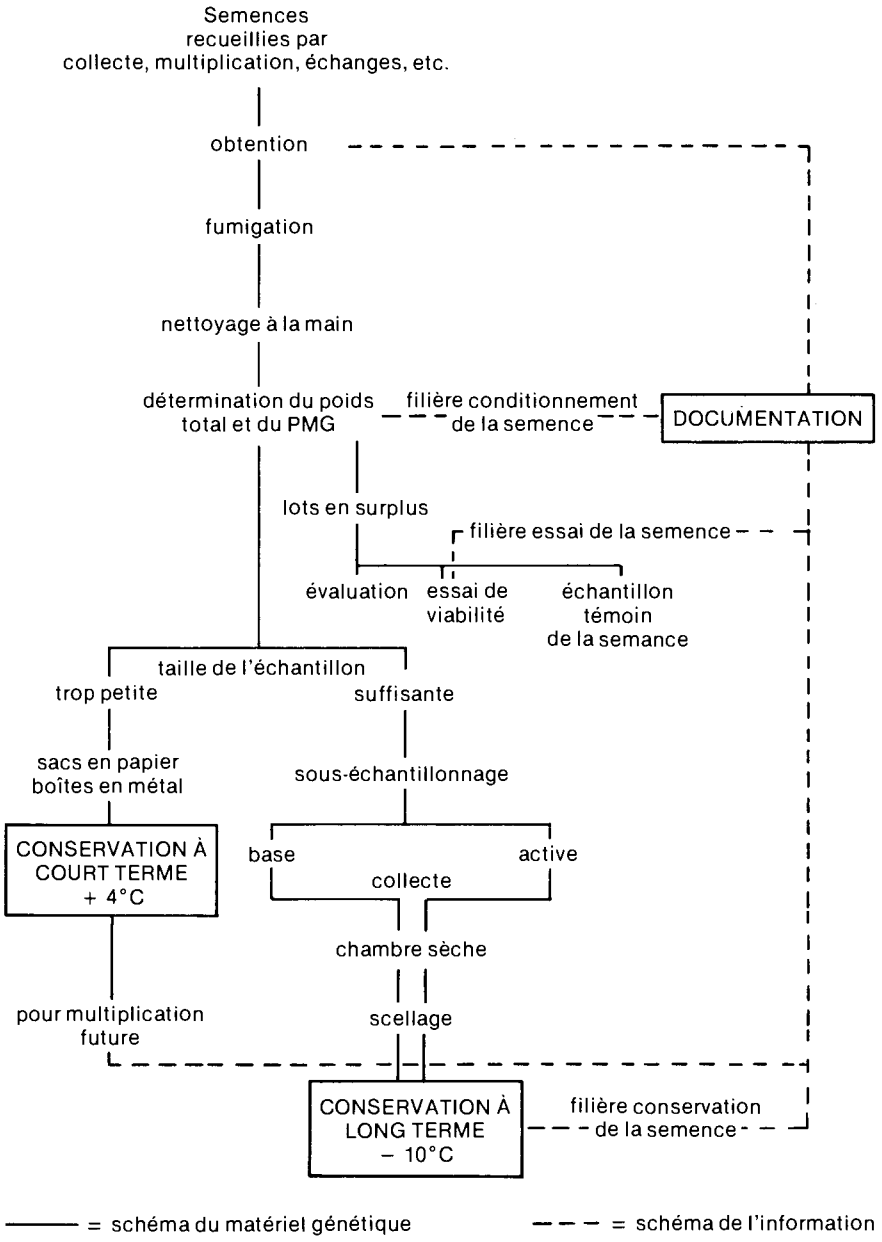


Fig. 1. Schéma du traitement de la semence pour sa conservation à long terme, au PGRC/E.

après égrenage, sont nettoyés à la main pour éviter la sélection mécanique d'après la grosseur de la semence. L'efficacité de cette opération diminue avec la grosseur des semences. Pour les céréales, le nettoyage de 200 à 250 prélèvements par semaine occupe six à huit personnes. En même temps qu'on nettoie des échantillons comprenant différents types de végétaux, on les sépare par "plantes différentes".

d) Détermination du poids de l'échantillon et du poids aux mille graines. Le poids au mille graines (PMG) est l'un des caractères descriptifs de l'obtention. Comme le poids total de l'échantillon, le PMG est nécessaire pour déterminer l'importance de l'échantillon d'après le nombre de semences. Au PGRC/E, l'échantillon normalisé pour la conservation à long terme compte 8 000 semences pour le matériel hétérogène et 3 200 pour les échantillons génétiquement homogènes. Cet échantillonnage normalisé s'applique aux végétaux ayant un PMG de 5 à 200 g. Pour des raisons pratiques et économiques, dans le cas de végétaux à grosses semences (PMG dépassant 200 g), tels que le maïs ou la féverole, les échantillons correspondants seront de 1 600 et 4 000 grains. Pour les espèces végétales à petites graines, d'un PMG inférieur à 5 g, comme le millet ou le teff, les échantillons prélevés pèseront respectivement 80 g et 32 g. Pour établir le PMG, on prend deux échantillons de 500 semences chacun que l'on pèse et dont on calcule ensuite le poids moyen. Un des lots est mis à part pour le test de viabilité qui suivra, pourvu que les dimensions de l'échantillon répondent aux conditions normalisées, ci-dessus. Le deuxième lot de 500 semences est conservé comme échantillon témoin.

Comme l'indique la fig. 1, les échantillons n'atteignant pas les limites exigées sont placés dans des sacs en papier ou des boîtes métalliques, dans les conditions de conservation à court terme (+4 °C et 35 %-40 % d'humidité relative (HR)). Les échantillons plus gros, dépassant les limites, sont ramenés aux dimensions normalisées prévues, l'excédent servant à une évaluation complémentaire immédiate.

Au PGRC/E, la dimension de l'échantillon et le PMG sont déterminés par une équipe de deux personnes munie d'une balance électrique, d'un compteur électrique de semences et d'une calculatrice. Les données sont ins-

crites dans un "dossier de traitement des semences" propre à chaque espèce. Elles sont ensuite transférées, après compilation, dans le système de documentation informatisé. On peut traiter de cette façon entre 200 et 250 échantillons par semaine.

e) Épreuve de viabilité. Les procédés d'essai respectent strictement les règles énoncées par l'Association internationale d'essais de semences (AIES) (1976), à la fois pour le nombre de semences par replicatif et pour l'intervalle chronologique entre le premier et le deuxième décompte. Les résultats sont également enregistrés à la main dans un "dossier d'épreuve des semences" et, après vérification, transférés à l'unité de documentation. Pour ce genre d'épreuve, le PGRC/E est équipé d'instruments normalisés comprenant désionisateur d'eau, autoclave, chambre de germination (20 °C) et incubateur pour les alternances de température. Durant le test de viabilité, on évitera soigneusement de confondre dormance et manque de viabilité.

f) Sous-échantillonnage pour conservation à long terme. Les échantillons hétérogènes normalisés (8 000 semences) sont subdivisés en lots de 3 000 comme "base" et de 5 000 pour la "collection active". Ce dernier est sous-échantillonné en cinq portions égales. Le matériel homogène (p. ex., la descendance "épi-à-la-ligne") est à son tour subdivisé en huit lots de 400 semences dont l'un est conservé dans la base, les sept restants passant dans la collection active. Les quantités correspondantes pour les végétaux à petites graines sont de 30 g pour la base et de cinq échantillons de 10 g chacun pour la collection active d'obtentions hétérogènes, et de huit échantillons de 4 g chacun pour le matériel uniforme. Pour les espèces à grosses semences, on utilisera la moitié de l'échantillon normalisé.

Tous les échantillons, la base et la collection active sont conservés à la même température (actuellement à -10 °C, et à -20 °C plus tard) mais dans des chambres froides séparées. La collection de base servira à la conservation à long terme, sans dérangement, et la collection active sera utilisée pour les échanges de semences, le contrôle de la viabilité, la recherche, le matériel généalogique, etc. Les quantités diffèrent quelque peu de celles données par l'IBPRG (Cromarty et

al. 1982), pour lequel une banque de gènes devrait conserver au moins 12 000, 3 000 et 5 000 semences pour la base, les replicatifs et la collection active dans le cas d'obtentions hétérogènes, et 4 000, 1 000 et 3 000 semences pour le matériel génétiquement homogène, respectivement. En outre, seule la collection de base (et les échantillons replicatifs) sont conservés dans les conditions à long terme, mais non la collection active.

Les quantités moindres adoptées par le PGRC/E proviennent de sa stratégie de collecte, d'après laquelle dans les régions à grande diversité on doit recueillir un plus grand nombre de petits échantillons au lieu de quelques gros. Il est tenu compte également des dimensions relativement faibles des champs cultivés par les paysans éthiopiens. Ainsi, un échantillon composé, p. ex., de 20 à 30 épis de végétaux autogames, après multiplication, pourrait fort bien être représenté par un sous-échantillon de 1 000 semences. On recourt également au dépôt d'un replicatif de réserve de chaque obtention (collection active), dans une des banques de gènes correspondantes en dehors de l'Éthiopie.

Comme nous l'avons mentionné, la collection active est conservée sous forme de sous-échantillons, chacun placé dans un contenant hermétique, et non à l'état d'échantillon global. De cette manière, on évite que tout l'échantillon soit inutilement exposé à l'air extérieur et à l'absorption éventuelle de l'humidité lorsqu'on y enlève un sous-échantillon. On sait que les corps dont la température est inférieure au point de rosée de l'air ambiant condensent l'humidité atmosphérique. À l'appui, disons que, à la température de +25 °C de l'air ambiant, avec 80 %, 60 % ou 40 % d'humidité relative, les températures correspondantes, au point de rosée, sont de +21 °, 17 ° et 11 °C respectivement. Ainsi donc, des semences sorties de la chambre froide à -10 °C et exposées immédiatement à l'air extérieur condenseront inévitablement et absorberont l'humidité de l'air, à moins que l'on ait préalablement rétabli l'équilibre entre les deux températures avant d'ouvrir le contenant.

g) Séchage de la semence. Pour abaisser la TH avant de sceller les contenants et de les ranger, on place les échantillons dans un local sec maintenu à 10 %-15 % d'HR et 20 °C. Dans cette chambre sèche, le

point d'équilibre de la semence en contenu humide, à une température donnée, dépend de l'humidité relative de l'air ambiant et de la teneur en huile des semences, indiquée dans le tableau 1.

Vu la nature hydrophobe des lipides, plus la teneur en huile est élevée, plus le point d'équilibre du contenu humide de la semence est bas. Les chiffres révèlent en outre que, pour que les semences de blé ou d'orge, par exemple, atteignent une TH d'au moins 6 % (base sèche), l'HR de la chambre sèche doit être d'au moins 15 %. En raison de la relation existant entre la température de l'air et l'HR, si on élève la température de la chambre sèche, on abaissera du même coup le point d'équilibre du contenu humide de la semence. On doit cependant veiller à ne pas surchauffer cette dernière.

Le délai nécessaire pour abaisser le contenu humide de la semence dépend aussi, outre les paramètres déjà

Tableau 1. Équilibre de la TH des semences à différentes teneurs d'huile, affecté par l'humidité atmosphérique à 25 °C.[a]

Type de plante	Contenu en huile (% MS)[b]	TH de la semence (% MS)	
		20 % d'HR	15 % d'HR
Féverole, pois des champs, lentille	1,5-1,9	7,1	6,0
Orge, blé	1,7-1,9	7,1	6,0
Maïs	4-5	6,9	5,9
Tournesol	32	4,8	4,1
Colza	45	3,9	3,4

[a] Source : Chiffres obtenus d'après l'équation 3,5 (Cromarty et al. 1982).

[b] MS = matière sèche, TH = teneur en humidité, HR = humidité relative à la température de l'air de 25 °C.

mentionnés, de la différence entre les THS initiale et finale, de la vélocité de l'air circulant dans la chambre sèche et de la grosseur des semences. Par exemple, la semence de millet, dont la teneur en huile est la même que celle du sorgho, mais avec un PMG dix fois moindre (2 g comparativement à 26 g pour le sorgho), n'aurait besoin que de trois heures pour abaisser sa teneur en humidité de 10 % à 6 %, tandis qu'il faudrait par contre au sorgho 16 heures, dans les mêmes conditions ambiantes de la chambre sèche (25 °C, 15 % d'HR et une vélocité de l'air de 1 m/s).

Bien que les chiffres du tableau 1 procurent d'utiles indications, il reste nécessaire de vérifier fréquemment la teneur en humidité véritable des semences durant la période de dessication, pour préserver le plasma germinatif. Pour déterminer la THS, on peut recourir à deux procédés, soit par gravimétrie, soit en observant les pertes de poids des échantillons témoins durant la durée de l'exposition. Dans ce deuxième cas, le poids final est représenté par l'équation suivante :

$$P_f = P_o(100 - H_o)/(100 - H_f)$$

dans laquelle P_o, P_f, H_o et H_f représentent respectivement les poids et teneurs en humidité initiaux et finals (Cromartry et al. 1982). Si l'on utilise le procédé gravimétrique, on devra suivre les règles de l'AIES.

h) Scellage des échantillons. Au PGRC/E, les échantillons sont enfermés dans des sacs hermétiques en aluminium, qualité lourde, d'environ 110 g/m^2. On peut aussi les conserver dans des bocaux étanches à l'air et à l'humidité, tels que les bouteilles en plastique utilisées par l'Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides (ICRISAT), des bocaux en verre (Gatersleben) ou des canettes étamées étanches (Izmir). Pour contrôler les fuites, l'Institut international de recherches sur le riz (IIRR) utilise des canettes en aluminium à vide, pour la conservation à long terme.

i) Chambre froide. Les chambres froides du PGRC/E sont équipées d'étagères mobiles divisées en compartiments formés par l'intersection des montants verticaux et des tablettes horizontales. Pour reconnaître l'endroit occupé par une obtention, ces compartiments

portent un numéro de quatre chiffres indiquant, respectivement, le numéro de la chambre froide, de l'étagère, du montant et de la tablette. Pour consigner l'emplacement et contrôler le stock, on se sert du "dossier de conservation".

Pour la conservation à long terme, la chambre froide fonctionne à -10 °C sans réglage de l'humidité, et pour la conservation à court terme, à +4 °C et 35 %-40 % d'HR. Le courant électrique est fourni par deux lignes indépendantes, et l'on disposera bientôt d'un groupe électrogène de secours.

Pour ménager l'espace disponible de la chambre froide et réduire les frais d'exploitation, on devrait adopter de préférence les étagères mobiles plus coûteuses plutôt que les modèles fixes d'un prix moins élevé. Compte tenu de la nouvelle installation d'entreposage de 100 m^3 du PGRC, avec surface de plancher de 37 m^2, les huit étagères mobiles et les deux fixes donnent une surface de tablettes de 248 m^2. Si la même chambre froide n'était équipée que d'étagères fixes, la même surface de plancher ne donnerait que 140 m^2 de surface de rangement, c'est-à-dire 57 % de moins. Autrement dit, pour obtenir la même surface de tablettes avec des étagères fixes, il faudrait augmenter de 66 m^2 la surface de plancher pour porter le volume total à 177 m^3. Cette augmentation du volume de la chambre froide et, donc, de sa surface accroîtrait non seulement les dépenses initiales mais aussi les frais annuels d'électricité. Ces derniers, pour une chambre froide de 100 m^3 comme l'installation du PGRC/E, s'élèvent à environ 750 $ U.S.; ils atteindraient 1 200 $ U.S. avec l'agrandissement à 177 m^3 (calculs d'après les formules de Cromarty et al. 1982). Le coût initial d'une chambre froide de 100 m^3 avec étagères mobiles s'établit à environ 60 000 $ U.S. (F.A.B.). En portant le volume à 177 m^3, le coût augmenterait de 50 % à 70 %.

La capacité d'entreposage de la chambre froide décrite plus haut (volume de 100 m^3 et surface d'étagères de 248 m^2) est d'environ 80 000 échantillons normalisés de la collection de base (p. ex., pour l'orge, 3 000 semences dans un sac scellé en aluminium) ou approximativement 36 000 obtentions pour la collection active avec cinq sous-échantillons de 1 000 semences chacun. Au PGRC/E, les sacs d'échantillons en

aluminium sont conservés ensemble en boîtes de carton de deux dimensions différentes (30 cm x 24 cm x 8 cm et 30 cm x 12 cm x 8 cm) renfermant soit 25 (12) échantillons pour une collection de base, ou 11 (6) pour la collection active (entre parenthèses, le contenu des plus petites boîtes). Chaque compartiment (90 cm x 60 cm) peut loger six grands emballages et deux petits. Chacun d'eux porte une étiquette avec le numéro de compartiment et le numéro de série des emballages s'y trouvant.

DISSÉMINATION DU PLASMA GERMINATIF

On peut prévoir que la banque de gènes qui faillirait à la tâche de disséminer le plasma germinatif serait bientôt reléguée au rang de simple "musée de semences". Il est également vrai que certains sélectionneurs hésitent à introduire de nouveaux plasmas germinatifs dans leurs programmes de génétique végétale par crainte de perdre les bons résultats déjà acquis, par exemple pour le rendement ou la résistance, en recourant à des croisements avec un matériel moins bien connu.

Pour surmonter ces hésitations et stimuler la dissémination et l'utilisation du plasma germinatif, il importe de faire valoir deux points : a) accroître l'information concernant l'aspect et les propriétés du plasma germinatif et b) impliquer le sélectionneur directement dans les activités de la banque de gènes.

La description globale de plasma germinatif comporte, en principe, trois volets, a) la "carte d'identité", b) le classement, et c) les résultats de l'évaluation (Fig. 2).

Au PGRC/E, la "carte d'identité" comprend jusqu'à 21 données relatives à l'emplacement géographique et à la station écologique du lieu de collecte, tels que longitude, latitude, altitude, nature du sol, topographie, etc. Avec ces informations de base, les obtentions peuvent recevoir une assignation conforme à leurs caractères les plus désirables, comme la tolérance aux conditions de sol ou d'humidité les plus différentes, selon l'environnement existant à l'endroit de la collecte.

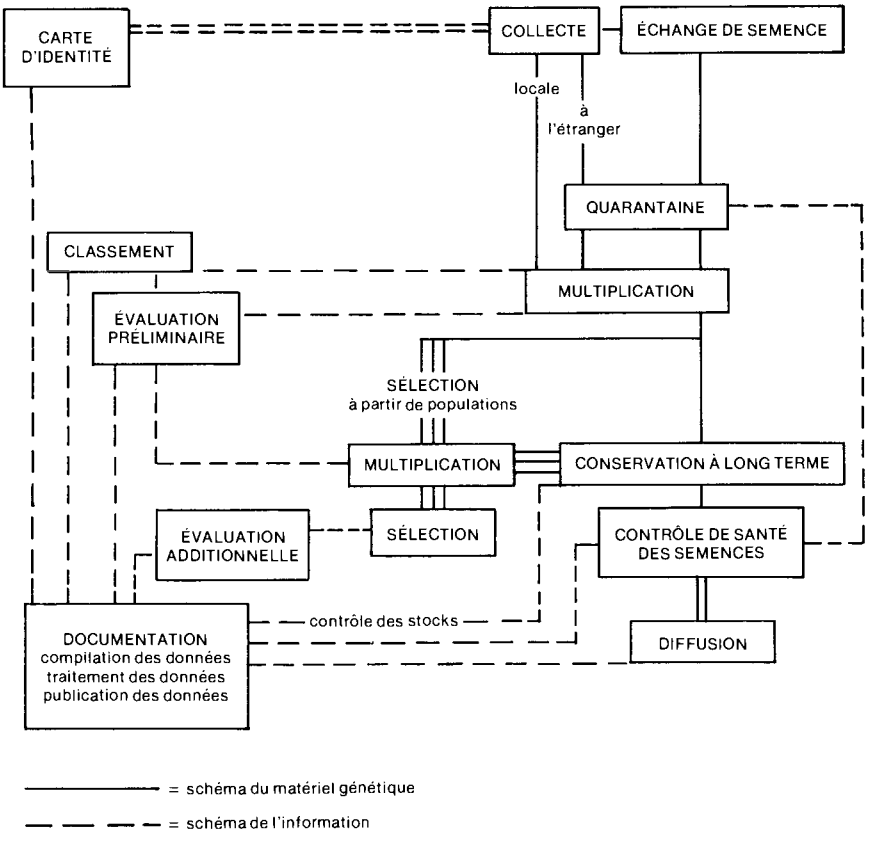


Fig. 2. Schéma de la compilation des données durant la multiplication du plasma germinatif au PGRC/E.

Le classement décrit principalement les caractères morphologiques nettement héréditaires comme la densité des épillets, la couleur des glumes ou celle du grain. Les informations recueillies de ce classement contribuent à créer l'image d'un certain génotype. Cependant, la précision dépendra du degré d'hétérogénéité des obtentions. Plus le matériel est uniforme, plus précise sera la description.

L'évaluation peut se subdiviser en "préliminaire" et "additionnelle". La première porte surtout sur les caractères les moins héréditaires, tels que le nombre de jours jusqu'à la floraison, la hauteur des plants, le

nombre de tiges ou le PMG. Même si ces résultats ne sont généralement ceux que d'une saison, d'un endroit, sans replicatifs, ils aident à rétrécir le nombre des génotypes convenant à un certain programme de sélection. Comme pour le classement, la fiabilité des informations dépendra du degré d'hétérogénéité des obtentions.

Le classement et l'évaluation préliminaire sont généralement combinés dans les listes de facteurs descriptifs. Les deux n'ont en commun que la collecte et l'inscription des informations, qui s'effectuent normalement durant la multiplication, comme l'indique la fig 2.

L'évaluation additionnelle concerne surtout les traits spécifiques tels que la quantité et la qualité des éléments constitutifs de rendement, ou la tolérance aux tensions abiotiques ou biotiques, ou aux deux. Cette tâche exige le recours à un nombre appréciable de méthodes complexes, la nécessité d'un personnel et d'un équipement spécialisés, ainsi que d'un plasma germinatif très homogène, pour parvenir à des résultats fiables et susceptibles de reproduction. Pour répondre à ces exigences, les sous-échantillons de la population d'origine devront être divisés en lignées uniques, même au risque de voir celles-ci envahir la banque de gènes en nombre considérable. Cependant, avant de se procurer l'équipement compliqué et coûteux et de recruter un personnel spécialisé, la banque de gènes devra se demander si l'évaluation additionnelle du plasma germinatif ne serait pas mieux faite dans des institutions étrangères bien équipées et expérimentées, ou en expédiant le matériel génétique à des régions connaissant certaines situations (points chauds) de tension biotique ou abiotique.

Pour aider les utilisateurs en perspective à choisir le plasma germinatif approprié, on devra inclure les variétés locales ou normalisées dans le programme de classement et d'évaluation. En même temps, la banque de gènes pourra évaluer le potentiel du plasma germinatif conservé, comparativement aux normes reconnues, comme il ressort des quelques exemples suivants.

Lors d'une expérience sur place, effectuée en 1982 à Kalumsa/Éthiopie, on a comparé 61 obtentions de la

collection de blé panifiable (BP) du PGRC et 142 de la collection de blé dur (BD) avec trois variétés indigènes largement utilisées en Éthiopie, Romany BC, Enkoy (BP) et Cocorit (BD). Les résultats ont révélé que près de 33 % des obtentions de blé dur donnaient un rendement sensiblement supérieur à celui des blés habituels, mais qu'aucune de celles de blé panifiable n'y parvenait. En conséquence, si un sélectionneur éthiopien cherche à augmenter les rendements en blé, la collection des blés panifiables du PGRC/E pourra ne pas lui être aussi utile que celle des blés durs.

Comme autre exemple, on a comparé la teneur protéique des semences de 222 obtentions de plasma germinatif de sorgho éthiopien avec celle de quatre lignées locales (tableau 2). Si étonnant que cela paraisse, plus de 33 % des obtentions mises à l'essai (lignées simples) donnaient des grains à teneur protéique plus élevée que celle des variétés standard. On peut donc s'attendre qu'après épreuve des quelque 7 000 obtentions de sorgho du PGRC, on y découvrira beaucoup de génotypes à teneur protéique élevée.

Dans une simple épreuve de sol, on a testé la tolérance à l'acidité de 654 lignées de blé provenant de diverses populations. Près de 9 % ont paru se comporter aussi bien que les variétés de blés d'une tolérance reconnue : chinese Spring, Vila Velha et Trintani. Bien

Tableau 2. Comparaison du contenu protéique de la matière sèche des semences de 222 obtentions éthiopiennes de sorgho de quatre variétés locales (protéine = N x 6,25)

	% de protéine
Plasma germinatif	
Moyenne	10,5
Fourchette	5,1-15,3
Variétés	
Didessa	8,1
Melakmesh	9,3
Bakomesh	10,6
Gambella	10,9

que, en Éthiopie, la sélection pour la tolérance aux sols acides ne soit guère prioritaire, les résultats pourraient s'avérer intéressants pour d'autres pays à sols acides, et aussi pour le plan d'affectation des terres éthiopiennes. Il est entendu que d'autres types de plantes cultivées, comme celles de pâturages et fourragères, pourront exiger une sélection en d'autres sens.

Un deuxième moyen de surmonter l'hésitation des sélectionneurs à utiliser même des plasmas germinatifs primitifs serait de les faire participer directement aux diverses fonctions et activités de la banque de gènes. En contact constant avec le plasma germinatif, ils perdront peut-être leur méfiance et reconnaîtront son utilité. En ce sens, la solution idéale serait sans doute d'installer la banque de gènes à l'endroit même où s'opère la sélection, comme à l'ICRISAT. En Éthiopie, bien que le PGRC/E se trouve dans un endroit différent, il participe étroitement au programme national de sélection et à ses activités, telles que le rajeunissement et la multiplication, qui ont lieu dans les stations de sélection des plantes. De cette manière, les sélectionneurs de plantes éthiopiens deviendraient automatiquement participants à ces activités avec, en même temps, la chance unique, a) de remarquer les génotypes prometteurs, b) d'influencer l'élaboration de nomenclatures descriptives, et c) d'orienter la banque de gènes dans le sens des caractères spécifiques auxquels les généticistes s'intéressent particulièrement. Ainsi donc, la banque de gènes et le généticiste sélectionneur pourraient tous collaborer à la planification et à l'exécution des missions de collecte.

Quelle que soit la méthode utilisée pour améliorer la dissémination, avant l'expédition de plasma germinatif, la banque de gènes doit prendre certaines mesures pour contrôler la santé des semences, qui ne doivent pas se limiter à une simple vérification du matériel à son départ (comme l'indique la figure 2). Elles comprendront aussi la protection de la plante et des précautions phytosanitaires durant la multiplication et le traitement des semences, ainsi qu'une quarantaine applicable aux végétaux provenant de l'étranger.

CONCLUSION

La dissémination et l'utilisation du plasma germinatif dépendent du soin apporté au matériel dont on a la charge ainsi que de la précision et de l'ampleur accordées à la description et à l'évaluation. La dissémination gagnera en importance à mesure que grandira l'intérêt porté par les sélectionneurs aux activités de la banque de gènes. Il n'en reste pas moins que la conservation tout comme le classement et l'évaluation entraînent des dépenses assez considérables pour a) mettre en place, diriger et entretenir les installations techniques nécessaires, b) faire face aux tâches extérieures exigeantes en main-d'oeuvre et c) financer les travaux de classement et d'évaluation. On peut encore s'interroger si tous ces déboursés doivent être directement imputés au pays hôte, être assumés par des organismes internationaux ou récupérés par l'octroi de permis d'utilisation du plasma germinatif, en vue d'assurer le fonctionnement permanent, à long terme, de la banque de gènes. Considérant l'importance des dépenses d'exploitation, une banque de gènes, quelles que soient les plantes cultivées dont elle s'occupe, ne devrait pas restreindre ses activités au plan national mais les étendre à d'autres régions, comme mandataire de centres internationaux de recherche en agriculture comme l'ICRISAT ou l'ILCA. Elle doit également pouvoir assurer un échange global de semences et d'informations qui favorisera la dissémination et l'utilisation du plasma germinatif.

BIBLIOGRAPHIE

Abdalla, F.H. et Roberts, E.H. 1968. Effects of temperature, moisture and oxygen on the induction of chromosome damage in seeds of barley, broad beans and peas during storage. Annals of Botany, 32, 119-136.

Austin, R.B. 1972. Effects of environment before harvesting on viability. In Roberts, E.H., éd. Viability of Seeds. London, England, Chapman and Hall, p. 114-149.

Cromarty, A.S., Ellis, R.H. et Roberts, E.H. 1982. The design of seed storage facilities for genetic

conservation. Rome, Italy, International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), AGPG 82/23.

Ellis, R.H. et Roberts, E.H. 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. Annals of Botany, 45, 13-30.

Ellis, R.H., Roberts, E.H. et Whitehead, J. 1980. A new, more economic and accurate approach to monitoring the viability of accessions during storage in seed banks. Plant Genetic Resources Newsletter, 41, 3-18.

Harrington, J.F. 1963. The value of moisture resistant containers in vegetable seed packaging. California Agricultural Experimental Station Bulletin, 792, 1-23.

1970. Seed and pollen storage for conservation of plant gene resources. In Frankel, O.H. et Bennet, E., éd., Genetic Resources in Plants -- their Exploration and Conservation", Oxford, England, Blackwell Science Publications, p. 501-521.

Roberts, E.H. 1975. Problems of long-term storage of seed and pollen for genetic resources conservation. In Frankel, O.H. et Hawkes, J.G., éd., Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow. Cambridge, England, Cambridge University Press, p. 269-296.

Roberts, E.H. et Abdalla, F.H. 1968. The influence of temperature, moisture, and oxygen on period of seed viability in barley, broad bean, and peas. Annals of Botany, 32, 97-117.

ISTA (International Seed Testing Association). 1976. International rules for seed testing. Annexes 1976. Seed Science and Technology, 4, 51-177.

ÉVALUATION DU PLASMA GERMINATIF DES PÂTURAGES TROPICAUX : STRATÉGIE ET CONCEPTIONS EXPÉRIMENTALES

A.B. Lwoga

Crop Science Department, Sokoine University of Agriculture, P.O. Box 3005, Chuo Kikuu, Morogoro, Tanzania

Sommaire *Les programmes de développement des pâturages nécessitent pour la plupart l'évaluation d'une vaste gamme de génotypes de pâturages. Ceux-ci peuvent provenir du pays où l'on envisage d'améliorer les pâturages, d'autres pays possédant un climat semblable, ou les deux. En Afrique tropicale, les pâturages se composent en grande partie de prairies naturelles, et des recherches approfondies sur le potentiel des espèces indigènes de plantes de pâturages dans différents environnements font défaut; l'évaluation du plasma germinatif semble donc y être mieux accueillie que dans les pays tempérés et les autres régions tropicales. Cette communication présente la stratégie et les méthodes recommandées en vue d'une évaluation du plasma germinatif de pâturages sous les tropiques, et plus particulièrement la planification d'un programme d'évaluation et la mise en place de procédures et de schémas expérimentaux. Toutes les fois que la chose sera utile, on abordera les méthodes reconnues qui sont appliquées dans les régions tempérées.*

PLANIFICATION D'UN PROGRAMME D'ÉVALUATION DU PLASMA GERMINATIF DE PÂTURAGES

Fondamentalement, un programme d'évaluation de plasma germinatif se compose d'une série d'expériences qui sont réalisées en vue de recueillir des renseignements qui mèneront à la sélection du matériel approprié ou d'un ensemble de pratiques agronomiques convenant aux besoins du pays (ou d'une partie d'un pays) dans lequel

les pâturages doivent être améliorés. Dès que l'on décide d'effectuer ce genre de programme, il faut le planifier et en indiquer clairement les objectifs, les critères d'évaluation, les diverses expériences et méthodes à utiliser, les ressources financières, matérielles et humaines exigées et enfin le calendrier des activités proposées. On traite ci-après des éléments les plus importants de ce programme.

Définition des objectifs

La planification d'un programme d'évaluation débute par une définition claire des objectifs ainsi qu'une description des problèmes à étudier et de leur pertinence dans la production animale. Si l'on ne peut définir les objectifs, il y a bien peu de chances qu'on parvienne à les atteindre. À cet égard, on s'attachera en premier lieu à reconnaître les terres (c.-à-d. les régions) les plus favorables au développement des pâturages et du bétail. Pour ce faire, il importe de connaître la gamme des régimes fonciers et les autres facteurs sociologiques ou politiques susceptibles de favoriser le développement des pâturages dans une région particulière.

En deuxième lieu, il faut préciser les contraintes que l'environnement peut imposer au développement des pâturages et du bétail. Ce pourra être le climat, les sols, la végétation existante et l'affectation actuelle des terres dans les régions en cause. Lorsque la paissance est déjà organisée sous une forme ou l'autre, il est nécessaire de bien faire ressortir les engorgements du système de production, par exemple une paissance excessive, un fourrage de faible qualité, les maladies et les envahissements de ravageurs. En troisième lieu, il faut préciser le niveau général de développement que l'on se propose d'atteindre soit en adoptant de meilleures pratiques agronomiques des pâturages actuels, en introduisant des espèces améliorées dans les régions visées ou en remplaçant les espèces locales par d'autres mieux acclimatées.

On se demandera ensuite si le programme doit s'attacher au plasma germinatif indigène en vue d'identifier quelque génotype prometteur (p. ex., Akundabweni (1984) au Centre international de l'élevage pour l'Afrique (ILCA)) ou s'il ne devrait pas plutôt évaluer

des cultivars reconnus. Sous les tropiques, il peut être justifié d'étudier le plasma germinatif indigène afin de rassembler, d'identifier et de conserver les génotypes des légumineuses et graminées de grande valeur avant qu'ils ne disparaissent sous l'action du défrichement et du désherbage des terres (Hutton et Henzell 1976).

Enfin, la définition des objectifs du programme doit tenir compte des conditions socio-économiques (on entend par là les régimes fonciers, l'utilisation des pâturages, la taille des exploitations agricoles, le niveau d'instruction des agriculteurs ainsi que leurs moyens financiers et leurs connaissances générales de l'élevage) des régions observées. La formulation d'objectifs pertinents ne saurait se faire à moins de cela.

Critères d'évaluation des génotypes de pâturages

On juge habituellement les variétés et les espèces de plantes de pâturages d'après leur productivité, leur persistance, leur valeur alimentaire, leur facilité d'implantation et leur faculté d'adaptation (Shaw et al. 1976; Williams et al. 1976; Whiteman 1977; Humphreys 1978). L'importance relative des divers critères entrant dans un programme d'évaluation du plasma germinatif s'établit d'après l'environnement de la région nécessitant des pâturages améliorés ainsi que les affectations auxquelles ces derniers sont destinés. Il est donc important, pendant la planification, de mettre au point des critères appropriés ainsi que les techniques servant à les mesurer. On abordera ces aspects un peu plus loin.

a) Productivité -- En termes de rendement saisonnier et de production totale annuelle en matière sèche, la productivité revêt une grande importance étant donné que la performance supérieure d'une espèce permet de disposer d'une banque plus considérable de laquelle on pourra tirer des produits animaux et assurer la place de l'espèce pour lui permettre de persister. Williams et al. (1976) ont toutefois exprimé des réserves sur la priorité que la plupart des programmes de sélection des graminées tropicales accordent à la productivité, à cause justement de sa relation inverse avec la valeur de l'espèce comme fourrage et de la nécessité d'entreposer

des rations de qualité acceptable pour l'alimentation hors saison du bétail.

b) Persistance -- On entend par là le degré d'adaptation d'une plante de pâturage à son environnement ainsi que sa vivacité (par le truchement de semences ou de fragments végétatifs), deux facteurs qui reposent sur sa réaction à la paissance, aux variations extrêmes du milieu (p. ex., la sécheresse ou le gel) ainsi qu'à la maladie et aux envahissements de parasites. La valeur d'une plante persistante réside dans le fait qu'un pâturage durable sera beaucoup plus rentable pour l'agriculteur qu'un autre qui nécessite de fréquents semis.

c) Valeur alimentaire -- La qualité des plantes de pâturage fait souvent obstacle à la transformation des pâturages tropicaux en produits animaux, ce qui explique pourquoi la valeur alimentaire prend une si grande place dans la plupart des programmes d'évaluation du plasma germinatif en régions tropicales.

d) Facilité d'implantation -- Les graminées tropicales produisent généralement moins de semences que d'autres en milieux tempérés (Jones et Roe 1976). Vu que le développement à grande échelle des pâturages nécessite presque invariablement le recours à des quantités considérables de semences ou de propagules végétatifs, tout programme d'évaluation du plasma germinatif des pâturages tropicaux doit s'attacher au potentiel de production de tubercules de même qu'à la facilité de reproduction des plants. Pareillement, la viabilité d'un pâturage dépendra, en partie, de la faculté de régénération de l'espèce semée à partir de ses propres graines ou par des boutures végétatives. Il est donc évident qu'un ensemencement médiocre ou une reproduction restreinte limiteront l'usage d'une espèce sur une grande échelle.

e) Faculté d'adaptation -- Étant donné que les espèces et les variétés présentent chacune un cycle distinct de croissance saisonnière et qu'elles réagissent différemment aux pratiques agronomiques et à l'environnement, les pâturages mixtes devraient fournir une meilleure alimentation aux animaux que les peuplements purs, tout comme ils devraient mieux absorber les effets des variations environnementales. Les programmes

d'évaluation du plasma germinatif de pâturages devraient donc se préoccuper de reconnaître les espèces et variétés compatibles (c.-à-d. destinées spécialement aux pâturages mixtes de graminées et de légumineuses) pour des localités données.

Méthode expérimentale

L'évaluation objective doit être le principe de base pour établir la méthode d'expérience d'un programme d'évaluation. C'est en connaissant les causes possibles d'erreurs dans les expériences (p. ex., les variations étrangères susceptibles de masquer les effets des traitements expérimentaux), les moyens de contrôle de ces erreurs et les autres façons d'accroître la précision des expériences que le chercheur pourra planifier une méthode qui lui garantira la réussite des objectifs de son programme. La plupart des manuels statistiques ordinaires traitent suffisamment de ces espèces (voir p. ex., Cochran et Cox 1957; Steel et Torrie 1960; Little and Hills 1978), mais on les résume ici pour notre propos.

On peut attribuer les erreurs d'expérience à deux causes principales : la variabilité inhérente du matériel expérimental faisant l'objet du traitement (p. ex., il peut s'agir d'une parcelle ou d'un groupe de bouvillons en essai de paissance) et, en second lieu, l'absence d'uniformité dans la conduite physique de l'expérience (p. ex., une incohérence de la procédure d'échantillonnage). Les procédés exposés ci-dessous sont souvent utilisés pour réduire les erreurs et améliorer la précision des expériences effectuées sur le terrain.

a) Randomisation -- procédé par lequel on affecte un traitement à un matériel d'expérience de manière à ce que chaque traitement ait une chance égale d'être évalué dans des conditions plus ou moins favorables. Le chercheur peut ainsi éviter les biais en veillant à ce que les causes étrangères de variation, qu'elles soient connues ou non, ne viennent pas constamment favoriser un traitement ni lui nuire lorsqu'il répétera l'expérience. La règle générale veut que le chercheur se donne toujours la peine de randomiser, peu importe la fiabilité de l'expérience.

b) Replication -- il y a replication d'un traitement toutes les fois qu'il survient plus d'une fois dans une expérience. La replication a pour objet de réduire les erreurs d'expérience associées aux écarts que l'on trouve entre les moyennes de deux traitements, pourvu que l'on ait pris les précautions nécessaires (p. ex., la randomisation des traitements). Il existe des tableaux (voir Cochran et Cox 1957) qui permettent de connaître le nombre de replications nécessaires pour déceler un écart particulier entre deux traitements. La replication dans le temps (sur plusieurs années) et dans l'espace (en des endroits différents) donne la possibilité d'apprécier les effets survenus au cours des années et en différents milieux sur les traitements, ce qui augmente en conséquence la quantité des résultats pouvant être inférés de l'expérience.

c) Le choix des traitements et leurs combinaisons -- dans certaines expériences, la sélection minutieuse des traitements et leurs combinaisons permettront au chercheur de mettre au point des essais de signification plus raffinés qu'une simple comparaison de moyennes adjacentes dans une série quelconque. Par exemple, si l'on étudie la réaction d'une graminée à un engrais azoté, il est bon d'augmenter également les doses pour qu'elles correspondent non seulement aux taux réels d'épandage mais aussi à la gamme des réactions prévues de façon à pouvoir comparer les courbes de réponse.

d) Choix du matériel d'expérience -- le choix du matériel d'expérience peut influer considérablement sur la précision d'une foule d'expériences, surtout dans les essais de production animale (que l'on aborde en détail un peu plus loin). Dans certains cas, le choix du matériel utilisé dans la pratique accroît l'étendue des résultats pouvant être déduits de l'expérience.

e) Raffinement de la technique -- une mauvaise technique peut non seulement augmenter les risques d'erreurs mais aussi biaiser toutes les mesures. Une bonne technique aura donc pour but : a) d'uniformiser l'application des traitements, b) de contrôler les influences extérieures pour qu'elles agissent de manière comparable sur tous les traitements, c) de concevoir des mesures appropriées et non biaisées des effets des traitements (il pourra être nécessaire d'effectuer une première recherche pour comparer diverses mesures de

rechange), et d) d'éviter les erreurs grossières (p. ex., il peut s'agir pour le chercheur de superviser adéquatement ses adjoints ou de passer à la loupe les données de chaque unité expérimentale).

f) Choix de l'unité expérimentale -- la taille et la forme des parcelles influencent la précision des données. De façon générale, la variabilité diminuera à mesure qu'augmentera la superficie de la parcelle, mais passé un certain point, la précision diminuera rapidement. Brown (1954) a abordé en détail la question de la taille et de la forme appropriées des parcelles pour divers types d'expériences en pâturages.

g) Autres mesures et techniques d'analyse des données -- celles-ci servent souvent à éliminer les sources de variation d'une unité expérimentale à l'autre. Dans un essai sur des espèces de graminées où la densité du peuplement varie considérablement d'une unité expérimentale à l'autre à cause de la résistance différente des semences utilisées, on peut recourir à une analyse de covariance pour évaluer les répercussions des différents types de semences sur les traitements. La réaction corrigée à chaque traitement représente en gros celle que l'on aurait obtenue si toutes les unités expérimentales avaient affiché au départ la même densité de peuplement. Lorsque les effets de la variation nous empêchent de relier les données aux hypothèses ayant servi à analyser la variance, on peut transformer les données avant d'effectuer l'analyse en question.

h) Choix d'un schéma expérimental -- fondamentalement, un schéma expérimental s'effectue en attribuant au hasard les traitements à un ensemble prédéterminé d'unités expérimentales puis en groupant celles-ci de manière à ce que l'erreur d'expérience compense une partie de la variation naturelle entre les unités de chaque groupe. Pour mettre au point un schéma entièrement aléatoire, qui est le type le plus simple, on attribue les traitements au hasard à un ensemble d'unités expérimentales déterminé à l'avance. Si les unités expérimentales composent un lot hétérogène, on peut les grouper pour que chaque lot renferme des unités uniformes. Ce schéma, qui est l'un des plus simples utilisé dans les expériences sur le terrain, est appelé schéma complet de répartition aléatoire des blocs. Dans le schéma des carrés latins, on dispose les traitements

dans les blocs selon des lignes et des colonnes, afin que chaque traitement figure une fois sur chaque ligne et une fois dans chaque colonne. Ce schéma présente des avantages dans les expériences sur le terrain lorsqu'on a affaire à deux grandes sources de variation (p. ex., des différences de sol dans deux directions).

Dans un schéma de répartition aléatoire des blocs, la précision diminue à mesure qu'augmente le nombre de traitements (en d'autres mots, la variation entre les unités expérimentales augmente). On peut éviter cette perte de précision en constituant des groupes d'unités qui ne comprennent pas tous les traitements. Ainsi, chaque groupe, que l'on appelle un bloc incomplet, reste petit et renferme des unités expérimentales plus uniformes que l'on peut utiliser pour construire d'autres schémas répondant à des besoins particuliers. Par exemple, on procède souvent à des expériences sur le terrain à l'aide d'un schéma à parcelles fractionnées dans lequel, fondamentalement, on attribue un niveau de traitement aux parcelles principales disposées selon une configuration entièrement aléatoire, une configuration complète aléatoire des blocs ou une configuration des carrés latins; on assigne ensuite les niveaux d'un second traitement (ou de plusieurs) à des sous-parcelles de chaque parcelle principale. La comparaison des effets moyens des traitements appliqués aux parcelles principales manque alors de précision, mais on peut en regagner une partie si l'on compare les effets moyens des traitements des sous-parcelles.

Les ouvrages statistiques décrivent une foule d'autres schémas beaucoup plus complexes. Comme règle de base, on devrait cependant choisir le schéma le plus simple qui répond aux besoins de l'occasion et ne pas hésiter à demander de l'aide, le cas échéant.

PROCÉDÉS ET SCHÉMAS EXPÉRIMENTAUX

L'évaluation du plasma germinatif de pâturages comporte trois grandes étapes bien établies (Shaw et al. 1976; Whiteman 1977) : évaluation préliminaire en pépinière, évaluation dans des conditions d'engazonnement et essais de production animale. Il n'est toutefois pas nécessaire de suivre la séquence de ces étapes dans chaque cas. Ainsi, Sands et al. (1970) ont évalué

quelque 100 graminées et légumineuses connues, implantées en champs gazonnés sur lesquels on laissait paître du bétail à intervalle périodique, dans les régions semi-arides du Kenya, et ils ont recommandé l'emploi de 15 graminées et de trois légumineuses pour des essais de production animale. Par contre, Strange, en 1958, a utilisé quatre étapes au lieu de trois dans les essais qu'il a effectués à la station de recherche en culture herbagère de Kitale, au Kenya.

Évaluation préliminaire en pépinière

Cette évaluation s'impose lorsqu'il faut décrire et classer les obtentions, regrouper des semences en vue de travaux subséquents ou chercher à obtenir des renseignements sur la performance des obtentions dans un habitat donné.

Kretschmer (1979) a montré comment établir une pépinière pour l'évaluation du plasma germinatif de pâturages tropicaux, et il est inutile de reprendre ses propos. Le choix de l'emplacement devra cependant être fait avec beaucoup de soins pour qu'il représente le plus possible la région dans laquelle les pâturages seront implantés. Dans une région hétérogène, on choisira un emplacement pour chacun des principaux groupes de sols. Le chercheur aurait avantage à effectuer une replication des parcelles mais il en sera souvent empêché par une pénurie de semences, un nombre excessif d'obtentions ou un manque de locaux et de main-d'oeuvre. Il serait également utile de prévoir dans la pépinière plusieurs parcelles d'espèces "témoins" (c.-à-d. dont on connaît la performance dans la région) pour pouvoir comparer les nouvelles introductions.

Chaque mois, ou à des intervalles plus fréquents si on le désire, on procédera à une observation et l'on consignera des données pendant toute la saison de croissance sur un certain nombre de variables, notamment : a) les habitudes de croissance, b) la vigueur; c) l'abondance du feuillage; d) les caractéristiques de la floraison, surtout l'époque et la durée de celle-ci; e) les caractéristiques et le pouvoir germinatif; f) les maladies et les envahissements de parasites; g) les effets des fluctuations de température; h) la nodulation, dans le cas des légumineuses; et i) le rendement en matière sèche par plant (que l'on peut également

évaluer par un fauchage). Le relevé des observations pourra aussi se faire à l'aide d'indicateurs descriptifs comme ceux proposés par Kretschmer (1979) ou de notes, mais on veillera à toujours utiliser les mêmes techniques pour réduire au minimum l'erreur expérimentale. Les évaluations en pépinière se poursuivent sur une période d'un à trois ans, quoique certains chercheurs (p. ex., Williams et al. 1976) suggèrent au moins trois ans.

On peut procéder à une analyse statistique lorsqu'il y a replication des parcelles en pépinière et évaluations numériques. À défaut de replication ou lorsque les évaluations prennent la forme de notes, l'analyse sera nécessairement subjective et la réussite de l'évaluation reposera sur l'expérience et le jugement du chercheur. Il n'en demeure pas moins que cette méthode a été utilisée avec succès dans la plupart des programmes d'évaluation préliminaire sous les tropiques (p. ex., Horrel 1958; Strange 1958; t'Mannetje 1964).

Récemment, on a utilisé une technique d'analyse de modèle pour évaluer de façon objective les données recueillies au cours de l'évaluation préliminaire, notamment dans les programmes comportant plusieurs obtentions (Sandland et al. 1976; Williams et al. 1976). En deux mots, la technique dresse un modèle de la variation et précise le rapport obtenu entre des obtentions provenant d'une masse de données numériques, agronomiques ou morphologiques d'une première évaluation, permettant ainsi une sélection objective des obtentions la plus susceptible de justifier la poursuite des essais. Cette technique informatisée a eu beaucoup de succès dans l'évaluation préliminaire d'un nombre considérable d'obtentions de Stylosanthes en Australie (Burt et al. 1971; Edye et al. 1973; Williams et al. 1973).

L'un des inconvénients majeurs de l'évaluation préliminaire en pépinière vient de ce que l'on accorde souvent beaucoup d'intérêt à la performance d'obtentions en pépinière qui pourraient ne pas être représentatives des régions nécessitant des pâturages améliorés. Wallis et al. (1977) ont décrit une technique mise au point en Australie qui, selon eux, remédie à cet inconvénient et permet l'essai d'un nombre relativement important de plants à plusieurs endroits présentant un climat ou des

sols différents, en ne recourant qu'à des quantités minimes de semences et à des petites superficies.

Évaluation en conditions d'engazonnement

Cette évaluation permet une sélection plus poussée des obtentions qui s'étaient révélées prometteuses lors de l'évaluation préliminaire. À cette fin, on se sert toujours des mêmes caractéristiques générales de performance que l'on cherchait chez les espèces de plantes de pâturages mentionnées auparavant, mais en y ajoutant les objectifs particuliers du programme ainsi que les facteurs qui ont une importance particulière au niveau local. C'est également à cette étape que l'on évalue d'habitude le potentiel alimentaire.

Fondamentalement, la procédure nécessite l'implantation d'obtentions sur des gazons, de préférence à plus d'un endroit (chacun représentant un type principal d'habitat au sein de la région dans laquelle doit s'effectuer l'amélioration des pâturages). Dans la mesure du possible, les déficiences en éléments nutritifs sont éliminées par l'épandage d'engrais appropriés de couverture et d'entretien. Du fait que les légumineuses implantées seules sont rapidement envahies par une végétation adventice, on les mélange habituellement avec une herbe acclimatée à la région. On détermine la taille de la parcelle en s'inspirant largement de la technique d'évaluation du rendement, des habitudes de croissance de l'espèce et des ressources disponibles, mais elle peut être aussi petite que 4 m^2 sans devoir dépasser 100 m^2 (Shaw et al. 1976). On établit entre deux et six replicatifs par endroit selon le degré d'exactitude requis (GRI 1961). Des expériences sans replicatif ont déjà eu lieu (p. ex., Bogdan et Mwakha 1970) mais elles ne donnent des résultats significatifs que lorsqu'on constate des différences importantes entre les traitements ou que l'on dispose d'une faible quantité de semences.

Le type de terre et le genre et le nombre de traitements et de combinaisons de traitements détermineront en grande partie le choix du schéma d'expérience. Mais dans la plupart des cas, on a utilisé le schéma complet de répartition aléatoire des blocs (t'Mannetje 1964; Naveh et Anderson 1966; Jones et al. 1967; Edye 1975). Le schéma à parcelles fractionnées est un autre type que

l'on rencontre fréquemment (Kleinschmidt 1967; Bodgan et Mwakha 1970; Jones 1974).

On peut appliquer un éventail de traitements aux pâturages selon les priorités du programme d'évaluation. Parmi les plus importants, mentionnons ceux qui introduisent a) les effets de stress découlant de la concurrence entre les espèces (c.-à-d. des comparaisons entre des peuplements purs ainsi qu'entre des mélanges eux-mêmes), b) les effets de stress découlant des éléments nutritifs (c.-à-d. la réaction à des éléments nutritifs introduits), c) les effets de stress découlant de l'effeuillage (c.-à-d. la réaction au fauchage ou au pâturage), et d) les effets de stress provenant de l'humidité du sol (c.-à-d. la réaction aux fluctuations saisonnières de l'humidité du sol ou de l'irrigation). Il est particulièrement important d'étudier à cette étape les effets du stress causés par l'effeuillage vu que l'utilisation des pâturages suppose un effeuillage répété des plantes. Même lorsque l'expérience n'aborde pas de façon particulière les effets de l'effeuillage, on peut évaluer la tolérance d'une espèce à ce phénomène en mettant les parcelles à pâturer, en effectuant un fauchage (pour enlever les résidus non pâturés) après chaque échantillonnage de rendement puis en contrôlant la vigueur du gazon pendant toute la durée de l'expérience.

Les mesures prises ici sont à peu près les mêmes que celles de l'évaluation préliminaire mais l'évaluation en conditions d'engazonnement est plus rigoureuse et précise. De plus en plus, on remplace l'observation visuelle par des techniques raffinées, notamment : a) on évalue la productivité (à la fois saisonnière et annuelle) par des fauchages réguliers de quadrat ou de bandes dans les parcelles; b) on évalue la vigueur du gazon en estimant la composition botanique qui nous indiquera l'avancement de la végétation adventice; c) on évalue la persistance des espèces ensemencées en effectuant un dénombrement des plantes lors de l'implantation puis à chaque échantillonnage de rendement; d) on évalue le potentiel alimentaire en déterminant la digestibilité in vitro, la composition chimique, la quantité absorbée par des moutons en enclos et la préférence des animaux mis en pâturage. Il faudrait évaluer l'efficacité de la nodulation et la tolérance des légumineuses qui sont

plus sensibles que les graminées à l'envahissement par les ravageurs et les maladies (Shaw et al. 1976).

Lorsque le programme d'évaluation a pour objet la sélection de matériel servant à l'amélioration des pâturages naturels à l'aide de sursemis, la recherche s'attachera principalement, à cette étape, aux méthodes de sursemis et à l'implantation des espèces ainsi ensemencées. Parmi les traitement possibles, mentionnons a) les méthodes d'ensemencement, b) le taux de semence, c) les procédés de prétraitement des pâturages existants, d) le traitement des semences, e) l'épandage d'engrais, f) les pratiques d'effeuillage et g) les mélanges de semences. Dans ces expériences, on utilise couramment les schémas complets de répartition aléatoire des blocs (Warboys et Johnson 1966), les schémas complets de répartition aléatoire des blocs avec traitements combinés de manière factorielle (Keya et al. 1971; Keya et Kalangi 1973; Keya et van Eijnatten 1975) et les schémas à parcelles fractionnées (Keya et al. 1972).

L'analyse statistique des données provenant d'expériences d'évaluation sur engazonnement se fait selon le modèle approprié au schéma d'expérience choisi.

Essais de production animale

À cette étape, le but principal de l'évaluation est de connaître le potentiel des espèces prometteuses, en condition effective d'engazonnement et en termes de production animale. t'Mannetje et al. (1976) ont souligné l'importance de définir clairement les objectifs d'essais de production animale puisqu'ils influent sur le choix des traitements, le schéma de l'expérience et l'ampleur des essais. Il conviendra de tenir compte des points suivants au moment de formuler les objectifs de l'expérience :

a) l'entreprise à laquelle les pâturages améliorés sont destinés (viande, lait ou laine),

b) l'historique du secteur de production animale (en d'autres mots, celui-ci existait-il déjà dans les régions ou s'agit-il d'une première implantation),

c) la place des pâturages améliorés dans le plan global d'alimentation des animaux (en d'autres mots, on

se demande si les pâturages améliorés constitueront l'unique source d'alimentation ou s'ils viendront compléter d'autres sources, notamment des résidus de récoltes et des pâturages naturels), et

d) les problèmes en cours d'étude et leur pertinence au secteur de production animale de la région.

Choix des traitements. Les priorités du programme d'évaluation aideront à déterminer le genre et le nombre de traitements choisis mais il est plus fréquent qu'on s'attarde a) aux répercussions des espèces de graminées ou de légumineuses en peuplements purs (Stobbs 1971; Stobbs et Sandland 1972), b) aux effets de mélanges de pâturages (Okorie et al. 1965; Stobbs 1969b), c) aux effets des taux d'épandage ou des taux de charge (Stobbs 1969b; Tiharuhondi et al. 1973; Mears et Humphreys 1974), d) aux effets de la fréquence de paissance (Stobbs 1969c), et e) aux effets des espèces de légumineuses ou de graminées en sursemis (Stobbs 1969a; Otim 1975). Les facteurs agronomiques étrangers aux traitements (p. ex., les méthodes de pâturage ou les compléments alimentaires) sont appliqués uniformément pour éviter une mauvaise interprétation ou une confusion des résultats.

Plusieurs chercheurs (Wheeler 1963; Owen et Ridgmen 1968; t'Mannetje et al. 1976) ont fait ressortir la nécessité de disposer d'une série de taux de charge dans les expériences de paissance, quels que soient les objectifs de chaque expérience. Un éventail idéal comprendrait au moins trois taux de charge, dont deux se situeraient de part et d'autre du taux optimal. t'Mannetje et al. (1976) ont proposé un guide qui pourrait être utilisé pour choisir des taux de charge dans les régions lorsque l'on ne connaît pas le taux optimal.

Choix des animaux. Les animaux utilisés dans les expériences de paissance devraient posséder des caractéristiques génétiques et physiologiques qui permettent d'exprimer complètement tous les effets des traitements. Le nombre d'animaux requis pour une évaluation précise des traitements dépend de la variation du traitement qu'on souhaite déceler, le degré de variabilité prévu et les niveaux de confiance nécessaires. Cochran et Cox (1957) ont dressé des tables pour estimer le nombre d'animaux requis.

L'homogénéité des animaux utilisés dans les expériences de paissance joue un rôle important et certains chercheurs (p. ex., Wheeler 1963) ont suggéré de recourir à des paires divisées de jumeaux monozygotes comme moyen de réduire la variabilité génétique. Toutefois, la plupart de ces animaux ne peuvent être achetés facilement et le chercheur doit alors recourir à une sélection minutieuse basée sur l'âge, le poids vif, la race, la performance antérieure, et le stage de lactation dans le cas de bovins de boucherie.

Schémas d'expérience. Une foule de chercheurs (Brown 1954; GRI 1961; Owen et Ridgman 1968; Wheeler 1963) ont abordé les facteurs qui influent sur le choix du schéma et de la présentation des expériences de paissance. Parmi les facteurs les plus importants, notons ceux qui suivent :

a) les restrictions imputables à la terre (disponibilité, topographie, fertilité du sol) et au pâturage (potentiel de paissance),

b) la nécessité de disposer d'une estimation non biaisée de l'erreur,

c) la comparaison d'une gamme de traitements et l'évaluation des facteurs de réponse,

d) le besoin d'atteindre une efficacité maximale de l'expérience sans sacrifier les pratiques reconnues,

e) la durée possible de l'expérience -- on considère habituellement trois ans comme une période minimale bien que les objectifs de l'expérience puissent imposer une période plus longue ou plus brève,

f) les coûts financiers et de main-d'oeuvre et les avantages éventuels en termes d'importance pratique et de connaissances, et

g) la possibilité de coordonner l'expérience avec d'autres ou de l'étendre à plusieurs emplacements afin de prendre en compte les diverses conditions climatiques et édaphiques.

Le schéma complet de répartition aléatoire des blocs a servi dans des expériences de paissance simples,

par exemple pour comparer des mélanges de graminées et de légumineuses (Okorie et al. 1965). Le schéma est efficace lorsqu'il y a peu de traitements en cause et que les écarts de fertilité des sols sont faibles. À mesure qu'augmente le nombre des traitements, la superficie des terrains nécessaires et la possibilité de variations non contrôlées de la fertilité des sols augmentent en conséquence. Une combinaison factorielle de traitements permet de mesurer les interactions entre le traitement et l'emplacement et entre deux traitements. Mears et Humphreys (1974), en Australie, ont utilisé un schéma de répartition factorielle aléatoire des blocs pour mettre à l'essai les effets d'un épandage d'engrais azotés et du taux de charge sur la productivité d'un pâturage de Kikuyu grass.

Lorsque l'application d'un traitement pose des difficultés sur des parcelles dispersées ou lorsque des facteurs supplémentaires liés à un traitement sont introduits dans une expérience déjà en cours, on utilise un schéma avec parcelles fractionnées. Ainsi, dans une expérience servant à évaluer les effets de l'épandage d'engrais azotés et de l'irrigation sur la production de viande de boucherie à partir d'un pâturage de mélange de graminées en Uganda, Tiharuhondi et al. (1973) ont appliqué un schéma à des parcelles principales formées de deux niveaux d'irrigation et à des sous-parcelles sur lesquelles de l'engrais azoté avait été épandu en quatre doses différentes.

Dans des expériences avec des animaux laitiers, où les caractéristiques de chaque sujet peuvent souvent entraîner des variations considérables au niveau de la performance (p. ex., le rendement en lait est influencé par l'étape de la lactation et l'âge de l'animal), on a utilisé des schémas modifiés de carrés latins pour réduire l'erreur d'expérience (Jeffrey 1970; Stobbs 1971; Stobbs et Sandland 1972). Ces schémas permettent de comparer les traitements par rapport à chaque vache, ce qui élimine les écarts d'un sujet à l'autre sur le niveau de production à partir de l'erreur d'expérience. Lucas (1957) a illustré la configuration fondamentale de ces schémas.

L'un des inconvénients du schéma modifié vient de ce que l'action d'un traitement sur la performance peut être influencée par des traitements donnés antérieure-

ment dans le même ordre. Cependant, Jeffrey (1970) en est venu à la conclusion qu'une période de quatre jours suffisait à la plupart des essais de paissance effectués avec des vaches laitières où il n'existait aucun effet important des traitements ni aucun écart majeur dans les régimes alimentaires. Lucas (1957) a indiqué qu'un schéma modifié des carrés latins comportant une "période supplémentaire" permettait d'éliminer les effets à retardement des traitements.

Les schémas décrits dans les paragraphes précédents s'appliquent aux expériences avec parcelles replicatives. Quelquefois, il sera inévitable ou même souhaitable de ne pas recourir à la replication. En Afrique orientale (Stobbs 1969a,b,c,; Otim 1975), des chercheurs ont effectué plusieurs essais d'évaluation de pâturages en confinant des animaux (de boucherie) dans des blocs et en leur permettant de pâturer les enclos traités en rotation, en changeant cependant le cheptel de l'expérience chaque année. Les traitements sont comparés en évaluant les écarts importants qui ressortent des courbes de régression estimées pour la production cumulée de chaque animal. Lorsque l'on poursuit les essais sur plusieurs années et que l'on utilise différents blocs d'animaux chaque année, on peut obtenir une mesure approximative de replication.

Mesures de performance. On effectue deux grands genres de mesures dans les essais de production animale : la performance de l'animal et la performance du pâturage. Dans le premier cas, il s'agit de mesurer le gain de poids vif, la qualité du lait et le rendement laitier, les mensurations de l'animal et les conditions existantes, la qualité de la carcasse et la performance reproductive. Dans le second cas, on évalue le rendement en matière sèche (sur une base annuelle et saisonnière), la capacité de charge, la persistance, la composition botanique, la composition chimique, la valeur alimentaire (la digestibilité et l'apport alimentaire in vitro ou in vivo) et les fluctuations de la fertilité des sols. Plusieurs chercheurs ont décrit les procédures à suivre pour obtenir ces mesures (Brown 1954; GRI 1961; Minson et al. 1976; Shaw et al. 1976).

À ce stade de l'évaluation du plasma germinatif, une autre catégorie non moins importante de mesures peut être effectuée pour évaluer la rentabilité économique

des traitements. Dans une expérience conçue pour examiner les effets d'un engrais azoté et d'une irrigation sur la production de viande de boucherie à partir d'un pâturage de graminées mélangées, en Uganda, Tiharuhondi et al. (1973) ont également comparé les effets des traitements sur les coûts et le rendement, le gain net par hectare de la valeur de l'animal de boucherie et enfin le rapport de conversion (kg animal de boucherie/kg application d'azote).

CONCLUSION

D'après ce qui précède, il est clair qu'un programme d'évaluation du plasma germinatif doit, par nécessité, s'étendre sur bon nombre d'années pour produire des résultats concluants et être appliqué à beaucoup d'endroits (c.-à-d. des habitats différents). Les scientifiques qui participent au programme doivent donc entretenir des communications fréquentes entre eux (en organisant des ateliers réguliers pour examiner l'état d'avancement du programme) afin de déceler les problèmes imprévus ainsi que les progrès et pour s'assurer que les modifications nécessaires sont apportées au programme au bon moment. De même, en collaborant avec les chercheurs qui s'occupent d'autres programmes de pâturage et d'élevage dans la région, les scientifiques affectés à un programme d'évaluation du plasma germinatif pourront accroître leurs connaissances des problèmes qui touchent l'industrie des pâturages et ainsi réorienter leurs objectifs en conséquence.

La multiplicité et la variété des activités que l'on trouve dans un programme d'évaluation du plasma germinatif amènent diverses considérations :

a) le succès d'un programme doit reposer sur une équipe pluridisciplinaire de scientifiques (une équipe efficace comprendrait probablement un écologiste, un botaniste, un agronome, un spécialiste de l'alimentation animale, un pédologue, un statisticien et un socio-économiste),

b) des sommes considérables d'argent doivent être investies dans le programme, et

c) il faut rassembler des quantités énormes de

matériel divers (p. ex., de l'équipement spécialisé, de la documentation et des animaux).

Il est probable que les pays d'Afrique tropicale n'ont pas les moyens de satisfaire à toutes ces exigences puisqu'ils doivent faire face à une pénurie de ressources financières et de personnel scientifique. Ces pays auraient donc fortement avantage à regrouper leurs ressources dans des programmes conjoints pour établir un laboratoire commun et une station centrale sur place (chaque station représentant un habitat principal ou un grand système pastoral) où pourraient s'effectuer les essais de production animale et les épreuves en conditions d'engazonnement.

BIBLIOGRAPHIE

Akundabweni, L. 1984. Native clovers of the Ethiopian Highlands: the backwood champions. Ethiopia, International Livestock Centre for Africa (ILCA), ILCA Newsletter, 3 (1), 5-6.

Bogdan, A.V. et Mwakha, E. 1970. Observations on some grass/legume mixtures under grazing. East African Agricultural and Forestry Journal, 36, 35-38.

Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 42.

Burt, R.L., Edye, L.E., Williams, W.T., Grof, B. et Nicholson, C.H.L. 1971. Numerical analysis of variation patterns in the genus Stylosanthes as an aid to plant introduction and assessment. Australian Journal of Agricultural Research, 22, 737-757.

Cochran, E.G. et Cox, G.M. 1957. Experimental designs. New York, USA, John Wiley and Sons, 2nd ed.

Edye, L.E. 1975. A comparison of twenty-seven introduced grasses in two dry-tropical environments in northern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 15, 788-794.

Edye, L.E., Burt, R.L., Williams, W.T., Williams, R.J. et Grof, B. 1973. A preliminary agronomic evaluation of Stylosanthes species. Australian Journal of Agricultural Research, 24, 511-525.

Edye, L.E., Field, J.B. et Cameron, D.F. 1975. Comparison of some Stylosanthes species in the dry tropics of Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 15, 655-662.

GRI (Grassland Research Institute, Hurley) 1961. Research techniques in use at the Grassland Research Institute, Hurley. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 45.

Horrell, C.R. 1958. Herbage plants at Serere Experiment Station Uganda, 1954-1957--1. Grasses. East African Agricultural Journal, 24, 41-46.

Humphreys, L.R. 1978. Tropical pastures and fodder crops. London, England, Longman Group Ltd.

Hutton, E.M. et Henzell, E.F. 1976. Planning and organizing pasture research. In Shaw, N.H. et Bryan, W.W., éd., Tropical Pasture Research. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 51, 1-17.

Jeffrey, J.G. 1970. The length of change-over periods in change-over designs with grazing cattle. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 10, 691-693.

Jones, R.J. 1974. Effect of an associate grass, cutting interval and cutting height on yield and botanical composition of Siratro pastures in a sub-tropical environment. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 14, 334-348.

Jones, R.J., Griffiths Davies, J. et Waite, R.B. 1967. The contribution of some tropical legumes to pasture yields of dry matter and nitrogen at Samford. South-eastern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 7, 57-65.

Jones, R.J. et Roe, R. 1976. Seed production, harvesting and storage. In Shaw, N.H. et Bryan, W.W., éd., Tropical Pasture Research. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 51, 378-392.

Keya, N.C.O. et Kalangi, D.W. 1973. The seeding and superphosphate rates for the establishment of Desmodium uncinatum by oversowing in uncultivated grasslands of Western Kenya. Tropical Grasslands, 7, 319-325.

Keya, N.C.O., Olsen, F.J. et Holliday, R. 1971. The role of superphosphate in the establishment of oversown tropical legumes in natural grasslands of western Kenya. Tropical Grasslands, 5, 109-116.

Keya, N.C.O., Olsen, F.J. et Holliday, R. 1972. The establishment of desirable grass/legume mixtures in unimproved grassland by planting root splits. East African Agricultural and Forestry Journal, 37, 220-223.

Keya, N.C.O. et van Eijnatten, C.L.M. 1975. Studies on oversowing of natural grasslands in Kenya. II. Effects of seed inoculation and pelleting on the nodulation and productivity of Desmodium uncinatum. East African Agricultural and Forestry Journal, 40, 351-360.

Kleinschmidt, F.H. 1967. The influence of nitrogen and water on pastures of green panic, lucerne and glycine at Lawes, South-east Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 7, 441-446.

Kretschmer, A.E. 1979. Characterization and preliminary evaluation. In Mott, G.O., éd., Handbook for the collection, preservation and characterization of tropical forage germ plasm resources. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, p. 33-44.

Little, T.M. et Hills, F.J. 1978. Agricultural experimentation. New York, USA, John Wiley and Sons.

Mears, P.T. et Humphreys, L.R. 1974. Nitrogen response and stocking rate of Pennisetum clandestinum pastures, II. Cattle growth. Journal of Agricultural Science, 83, 469-478.

Minson, D.J., Stobbs, T.H., Hegarty, M.P. et Playne, M.J. 1976. Measuring the nutritive value of pasture plants. In Shaw, N.H. et Bryan, W.W., éd., Tropical Pasture Research. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 51, 308-337.

Naveh, Z. et Anderson, G.D. 1966. Selection of promising pasture plants for northern Tanzania. II. A comparison of drought resistant selections of Rhodes grass (Chloris gayana) and Buffel grass (Cenchrus ciliaris). East African Agricultural and Forestry Journal, 32, 96-102.

Okorie, I.I., Hill, P.D. et McIlroy, R.J. 1965. The productivity and nutritive value of tropical grass/legume pasture rotationally grazed by N'Dama cattle at Ibadan, Nigeria. Journal of Agricultural Science, 64, 235-245.

Otim, J.J. 1975. Comparative beef production from ley and improved natural pasture. East African Agricultural and Forestry Journal, 41, 45-51.

Owen, J.B. et Ridgman, W.J. 1968. The design and interpretation of experiments to study animal production from grazed pastures. Journal of Agricultural Science, 71, 327-335.

Sandland, R.L., Williams, W.T. et Haydock, K.P. 1976. Statistics and pattern analysis in pasture research. In Shaw, N.H. et Bryan, W.W., éd., Tropical Pasture Research. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 51, 354-377.

Sands, E.B., Thomas, D.B., Knight, J. et Pratt, D.J. 1970. Preliminary selection of pasture plants for the semi-arid areas of Kenya. East African Agricultural and Forestry Journal, 36, 49-57.

Shaw, N.H., Jones, R.M., Edye, L.E. et Bryan, W.W. 1976. Developing and testing new pastures. In Shaw, N.H. et Bryan, W.W., éd., Tropical Pasture

Research. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 51, 175-193.

Steel, R.G.D. et Torrie, J.H. 1960. Principles and procedures of statistics. New York, USA, McGraw-Hill Book Co., Inc.

Stobbs, T.H. 1969a. Animal production from Hyperrhenia grassland oversown with Stylosanthes gracilis. East African Agricultural and Forestry Journal, 35, 128-134.

1969b. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. I. Stocking rate, Tropical Grasslands, 46, 187-194.

1969c. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. II. Grazing frequency. Tropical Agriculture, 46, 195-200.

1971. Production and composition of milk from cows grazing Siratro (Phaseolus atropurpureus) and greenleaf Desmodium (Desmodium intortus). Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 11, 268-273.

Stobbs, T.H. et Sandland, R.L. 1972. The use of Latin square change-over design with dairy cows to detect differences in the quality of tropical pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 12, 463-469.

Strange, R. 1958. Preliminary trials of grasses and legumes under grazing. East African Agricultural Journal, 24, 92-102.

Tiharuhondi, E.R., Olsen, F.J. et Musangi, R.S. 1973. Application of nitrogen and irrigation to pasture to enhance cattle production during the season in Uganda. East African Agricultural and Forestry Journal, 38, 383-393.

t'Mannetje, L. 1964. The use of some African clovers as pasture legumes in Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 4, 22-25.

t'Mannetje, L., Jones, R.J. et Stobbs, T.H. 1976. Pasture evaluation by grazing experiments. In Shaw, N.H. et Bryan, W.W., éd., Tropical Pasture Research. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 51, 194-234.

Wallis, E.S., Whiteman, P.C., Black, S.A., Waring, S.A. et Norton, B.W. 1977. A manual of practical experiments in tropical pasture science. University of Queensland, Australia, 71a-71s.

Warboys, I.B. et Johnson, R.J. 1966. Improvement of permanent pasture by overdrilling and oversowing. I. Pasture establishment by overdrilling. Experimental Agriculture, 2, 309-316.

Wheeler, J.L. 1963. Experimentation in grazing management. Herbage Abstracts, 32, 1-7.

Whiteman, P.C. 1977. Tropical pasture science - environment, species, production, management and utilization. Australia, University of Queensland, p. 3/1-3/54.

Williams, R.J., Burt, R.L. et Strickland, R.W. 1976. Plant introduction. In Shaw, N.H. et Bryan, W.W., éd., Tropical Pasture Research. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, Bulletin 51, 77-100.

Williams, R.J., Edye, L.A., Burt, R.L. et Grof, B. 1973. The use of ordination techniques in the preliminary evaluation of Stylosanthes accessions. Australian Journal of Agricultural Research, 24, 715-731.

INTRODUCTION ET ÉVALUATION DE COLLECTIONS IMPORTANTES DE PLASMA GERMINATIF

D.G. Cameron

Department of Primary Industries, P.O. Box 46,
North Quay, Queensland 4001, Australia

Sommaire *On présente ici les conditions d'ensemble pour la constitution et l'évaluation d'une collection de plantes de pâturages. Outre l'exposé des objectifs du programme, on se demande s'il vaut mieux reproduire à partir de la collection ou sélectionner en vue d'un usage direct; comment effectuer l'évaluation primaire et l'évaluation détaillée, l'entretien et la propagation des semences, la détermination des régions d'adaptation et la commercialisation de la semence.*

Depuis quelques années, la constitution et l'évaluation de collections de plasmas germinatifs pour les pâturages tropicaux ont été abondamment décrites. La documentation existante se compose d'exposés séparés comme ceux de Williams (1964), Shaw et al. (1976) et Williams et al. (1976) aussi bien que d'ouvrages spécifiques, p. ex., ceux de Mott (1979) et de Clements et Cameron (1980), en passant par des traités de recherche d'un ordre plus général sur les pâturages tropicaux. De leur côté, McIvor et Bray (1983) abordent le sujet complet des ressources génétiques en plantes fourragères.

Ces communications exposent les différents procédés applicables à la constitution d'une collection, à son entretien et à son évaluation subséquente. Certains peuvent paraître à première vue difficilement conciliables, pour diverses raisons parmi lesquelles les buts différents des programmes, la variété du matériel à traiter et des modes de reproduction, les moyens matériels dont on dispose pour l'exécution du programme et, dernière raison mais non la moindre, les différentes conceptions relatives aux méthodes d'évaluation.

Notre intention n'est pas de concilier ces diverses façons de procéder mais de présenter un schéma général (fig. 1) à l'intérieur duquel pourront s'inscrire les décisions à prendre pour régler les problèmes particuliers qui se posent.

ÉTABLISSEMENT DES OBJECTIFS

L'une des étapes les plus importantes est la définition claire des objectifs du programme, qui ne manquera pas d'influencer la manière dont on abordera ensuite la constitution et l'évaluation. Quel est l'objectif prévu? Est-il de produire une série complète de plantes de pâturages destinées à une région où il n'y a jamais eu de pâturages ensemencés? S'agit-il simplement de raffiner divers cultivars existants en y éliminant quelque déficience telle que difficulté d'implantation, sapidité ou productivité? Ou encore, désire-t-on combler certaines lacunes constatées en produisant des plantes pour des fins spéciales, comme des légumineuses pour les sols argileux compacts, ou vérifier si une espèce largement répandue et utile est menacée de disparaître par une maladie ou d'autres ennemis des récoltes récemment apparus? Ces divers objectifs imposent la constitution de collections plus ou moins complexes. Si l'obtention d'un cultivar nouveau, résistant aux maladies, réclame un programme de sélection, la collection pourra être monospécifique. Si le but est l'implantation de pâturages dans une région où il n'en existait pas auparavant, la recherche devra s'étendre alors aux graminées, aux légumineuses et, peut-être même, à des cultures fourragères. La collection à constituer devra alors être beaucoup plus étendue.

Le genre d'élevage pratiqué localement et l'étendue de la région à desservir entreront également en ligne de compte. Les plantes à choisir différeront selon que le bétail est nourri avec des fourrages récoltés, ou qu'il paît en liberté des parcours naturels. Pareillement, la collection devra être beaucoup plus importante si elle est destinée à de vastes superficies plutôt qu'à des régions restreintes.

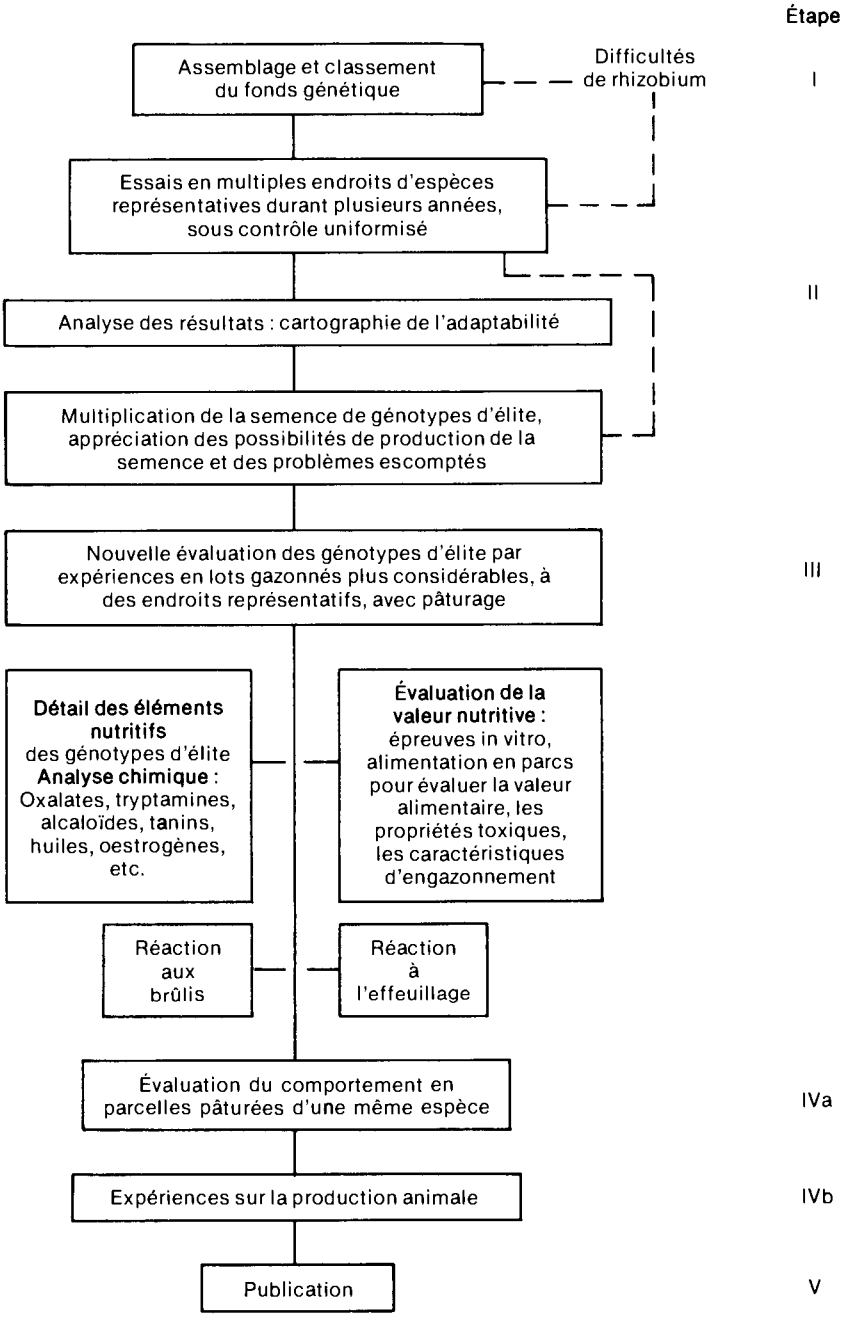


Fig. 1. Schéma d'évaluation des espèces introduites pour les pâturages (source : Jones et Walker 1983).

SÉLECTION OU UTILISATION DIRECTE

Certains milieux semblent fascinés par la sélection comme moyen d'obtenir de nouvelles variétés fourragères, mais ce genre de poursuite risque d'être beaucoup plus difficile et moins encourageante que pour les plantes cultivées. En l'absence d'objectifs bien définis, par exemple, stimuler la fécondité d'un matériel génétique précieux mais stérile, ou conférer une résistance à certaines maladies, les buts poursuivis dans la sélection des espèces à pâturages sont difficiles à préciser et, plus encore, à réaliser. Le rendement en matière sèche est un objectif médiocre. Le peu d'efficacité avec laquelle celle-ci se transforme en produit animal révèle que des différences assez considérables dans le rendement des pâturages restent souvent presque sans effet sur la production animale. Les écarts entre divers facteurs (p. ex., le rythme de production saisonnière, la digestibilité, la sapidité et, donc, le choix de la ration et la qualité du fourrage) tendent à annuler les différences de rendement en matière sèche. Une plante persistante de faible rendement est souvent plus utile qu'une autre très productive mais mal adaptée à l'écosystème local des pâturages et que l'on devra donc traiter avec plus de précautions, ou qu'une autre qui atteint sa pleine production à une époque de l'année où l'on en a moins besoin.

Avant de mettre en oeuvre un programme de sélection, on devra évaluer le matériel disponible, en fonction des points forts et des points faibles agronomiques et génétiques de chaque obtention. Il est souvent moins long et beaucoup plus rapide d'utiliser directement dans les pâturages les meilleurs éléments de la collection. La sélection est un processus lent et de longue haleine. On doit pouvoir connaître la variabilité représentative des espèces à sélectionner, mais on ne peut utiliser des plantes incompatibles pour la reproduction, car cela aura pour effet de réduire le nombre de lignées que l'on soumettra au stade préliminaire. Comme celui-ci est le même pour la sélection et pour l'utilisation directe, le matériel ayant un potentiel d'utilisation directe sera dispensé de l'évaluation préliminaire.

Dans le cas de régions en développement, il est recommandé comme procédé initial de fournir les nouvel-

les plantes de pâturage directement à partir de génotypes naturels indigènes de toutes les espèces potentiellement utiles. On réservera les programmes de sélection aux régions où des plantes locales utiles ont succombé à des maladies ou à d'autres agent ravageurs, ou montrent quelque point faible évident mais facile à corriger. La première exigence d'un programme de sélection bien conçu est la présence d'un sélectionneur compétent et enthousiaste. Ce genre de programme a l'habitude de dégénérer en exercices de génétique scientifique sans grande valeur pratique dans les programmes d'amélioration des plantes.

CONSTITUTION D'UNE COLLECTION

Avant de commencer à rassembler le matériel génétique et après avoir défini les objectifs, on prendra deux autres mesures :

a) Recueillir des renseignements détaillés sur l'environnement des régions cibles où le matériel va être utilisé. Ce point concerne particulièrement le climat et les sols. On s'inspirera de régions semblables d'autres pays comme sources de comparaison pour les essais (Reid 1980). Si l'on en trouve, on pourra réduire sensiblement le nombre des lignées inappropriées de la collection et, du même coup, le travail d'évaluation.

b) Bien se familiariser avec les règlements locaux concernant les importations et la quarantaine des végétaux. On pourra ainsi assurer l'entrée de tout le matériel sans risquer des pertes par suite d'infractions aux formalités requises. On s'efforcera d'établir promptement de bonnes relations avec les fonctionnaires concernés pour se faire connaître d'eux et les informer des objectifs du programme.

S'il n'y a que peu ou pas d'exigences en matière de quarantaine, on songera à en introduire dans le programme pour éviter les maladies ou les parasites qui pourraient s'introduire avec les semences ou éléments végétatifs à utiliser (Jones 1980). On veillera en même temps à ce que ceux-ci ne contiennent pas de mauvaises herbes étrangères. Une bonne maxime à suivre : "Dans le doute, abstiens-toi"! N'acceptez jamais qu'un matériel

dont vous êtes sûr qu'il n'apporte aucun des risques précités, et détruisez tous les autres échantillons.

L'objectif une fois établi déterminera l'importance et la complexité de la collection à constituer. Il existe quatre sources principales de semences :

a) Le commerce : pour les régions où l'on n'a jamais tenté l'implantation de prairies artificielles, la première démarche consistera en une revue du matériel complet que d'autres pays offrent et convenant à l'environnement local visé. Cette semence déjà éprouvée est prête à servir si on la juge adaptable. On pourra sans doute se la procurer dans le commerce, et les échantillons pourront être aussi considérables qu'on le désire.

b) Les grandes collections internationales de plasma germinatif : il en existe actuellement un certain nombre, comme celles du Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombie, de l'Empresa Brasileira de Pesguisa Agropecaria (EMBRAPA) au Brésil, du Centre international de l'élevage pour l'Afrique (CIEA) en Éthiopie et de l'Organisation de recherche scientifique et industrielle du Commonwealth (CSIRO) en Australie. Ces institutions fourniront de petits lots expérimentaux de semences, particulièrement si l'on est en mesure de leur livrer en échange des échantillons de matériel local ou provenant de sources auxquelles ces institutions n'avaient pas encore eu accès. À cette fin, il suffit de correspondre avec les responsables de collections sollicitées. Certains de ces centres pourront fournir également de petites quantités de semences commerciales locales. Une description détaillée de l'environnement cible les aidera à faire le choix approprié.

c) Les collections d'institutions moins importantes : la plupart des centres de recherche en amélioration des plantes disposent au moins d'une certaine collection de plasma germinatif, ne fût-ce que pour leurs besoins courants. Ils acceptent d'habitude volontiers de fournir des échantillons peu considérables mais pouvant être d'une grande utilité, surtout s'ils proviennent de régions reconnues comme apparentées à celle qui vous intéresse. Il n'est pas rare d'y trouver des écotypes locaux que ne possèdent pas encore les

grandes collections. Ici encore l'affaire peut se régler par correspondance.

d) La collecte sur place : il peut s'agir simplement d'une collection d'écotypes naturels les plus prometteurs de votre région particulière, ou d'autres recueillis au cours d'une grande expédition internationale d'herborisation. Dans les deux cas, les procédures sont les mêmes (voir les chapitres sur la préparation, la collecte et le relevé des informations dans Mott (1979) et Clements et Cameron (1980).) Le plasma germinatif local sera normalement rassemblé au début du programme pour servir à la fois à des essais officiels et comme lignées témoins et, éventuellement, à des échanges avec des collections étrangères. Les grandes expéditions internationales d'herborisation ne sont, en général, qu'un dernier recours. À moins qu'elles ne puissent coïncider avec d'autres objectifs d'importance, de tels déplacements ne devraient avoir lieu qu'après avoir épuisé les autres possibilités de se procurer le matériel génétique recherché.

CONSERVATION DU PLASMA GERMINATIF

Aux premiers stades du programme, on veillera à assurer la conservation des stocks de plasma germinatif recueillis. Cette précaution s'impose aussi bien avant qu'après l'évaluation des lignées particulières. On devra souvent revenir à l'échantillon d'origine ne fût-ce que pour vérifier qu'il n'y a pas eu confusion d'identités entre échantillons pendant l'évaluation, ce qui peut survenir même dans les programmes les mieux suivis. On tiendra, à cette fin, un registre numérique de tous les échantillons identifiant chaque lot de semences et on prévoira des installations d'entreposage adéquates.

L'entreposage doit protéger la semence contre ses ennemis de toutes sortes, insectes et autres, et la conserver dans un milieu sec et frais. La semence conservée dans un milieu chaud et humide perdra sa viabilité en moins d'un an. Une cave fraîche et sèche convenablement protégée contre les agents prédateurs fera l'affaire et la semence pourra s'y conserver plusieurs années. On veillera à pouvoir en retirer sans difficulté et rapidement celle dont on aurait besoin.

Quel que soit le genre d'entreposage, on devra prévoir le rajeunissement périodique des stocks et, plus important encore, la multiplication des échantillons choisis pour des essais ultérieurs. À cette fin, on tiendra compte de l'isolement nécessaire pour préserver l'intégrité génétique des échantillons (Luse 1979; Williams et al. 1980).

ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE

L'évaluation préliminaire de toute collection est affaire de routine, quelle que soit la destination prévue du matériel. C'est, en somme, une façon de se familiariser avec les qualités et les défauts de chaque espèce et de chaque obtention. Elle aura lieu aussitôt que possible après avoir reçu les échantillons. Cette évaluation préliminaire sert non seulement à relever en détail les caractères de chaque obtention, mais à acquérir une connaissance personnelle du matériel qui, pour n'être pas très scientifique, se révèle très souvent utile. Celle-ci peut même débuter dès la serre de quarantaine, si l'on peut avoir accès à la semence dès ce moment.

La technique applicable dépendra de la quantité de semence dont on dispose. Pour les très petits échantillons, on veillera à la bonne implantation de chacune des semences en les débarrassant de tout ce qui pourrait empêcher leur germination : dureté des enveloppes de la graine et dormance. Elles seront protégées des maladies et des parasites et l'on favorisera autant que possible des conditions de germination idéales. Les semis sont fréquemment mis à lever en pots séparés (des gobelets en papier conviendront bien) et replantés ensuite un par un dans le champ. Avec des échantillons plus nombreux, le semis peut s'effectuer directement en place, en rangs de pépinière continus. De toute façon, il est préférable de ne pas utiliser pour chaque essai plus que la moitié de la semence dont on dispose. Sans doute ne pourra-t-on effectuer qu'un seul ensemencement par an.

Le sol de la pépinière doit être uni, de texture et de fertilité uniformes, bien égoutté et sans mauvaises herbes. Le lit de germination sera bien travaillé et aura reçu une fumure de base complète avant la plantation. Toute végétation adventice sera détruite dès sa

levée. À moins que l'on ne puisse compter sur des pluies assez régulières, on aura recours à l'irrigation pour assurer une bonne implantation de tout le semis, sans toutefois la poursuivre par la suite. Les légumineuses seront inoculées avec un rhizobium approprié à moins que l'on n'opte pour de légères applications régulières d'engrais azoté (25 kg de N/ha/mois) pour permettre aux plants d'atteindre leur potentiel de développement. Ce traitement est applicable également aux obtentions qui n'ont pu former de nodules malgré l'inoculation. Dans ce cas, on recherchera une souche de rhizobium qui convient. À tous les stades de l'évaluation, on entretiendra des plants locaux de la même espèce qui serviront de repères pour évaluer la performance et les chances d'avenir du matériel mis à l'essai.

Autant que possible, on aura recours à la replication, bien qu'on l'omette souvent au premier stade de la pépinière. On prendra aussi des dispositions en vue d'une première multiplication de la semence destinée aux essais ultérieurs; on tiendra compte aussi du mode de reproduction des plantes en les répartissant dans les parcelles de la pépinière. On peut disperser quelques obtentions d'une espèce allogame dans la pépinière sans grand risque de contamination génétique, mais pour les espèces dont un nombre assez élevé de lignées pourraient se croiser, la reproduction de la semence devra peut-être s'effectuer dans des endroits séparés.

À ce stade de l'évaluation, on prendra des notes fréquentes et détaillées, travail que facilitera l'usage de feuilles d'information appropriées, préparées d'avance et couvrant les caractères jugés les plus désirables pour la destination prévue, outre les premiers résultats de l'implantation. Pendant au moins les deux premières années et parfois plus si possible, on inscrira aussi d'autres renseignements comme l'époque de la floraison, la réaction au froid, à la sécheresse, aux insectes et aux maladies, le mode de développement, les particularités des tiges et du feuillage, la nouaison, la rétention ou la perte de semences, la production et la grosseur des semences, le port et la persistance du plant. On maintiendra la pépinière le plus longtemps possible, la faisant pâturer périodiquement vers la fin et observant les espèces dédaignées par les bestiaux. Voir Mott (1979) et Clements et Cameron (1980), qui

proposent plusieurs modèles de formules avec tous les détails d'une première évaluation.

À ce stade, on aura pu confirmer ou mis au point aussi loin que possible l'identification de tous les échantillons d'espèces. Toutes les plantes nuisibles ayant échappé aux premiers triages seront extirpées. Lorsqu'une collection compte d'assez nombreuses obtentions d'une même espèce ou d'un même genre, on s'efforcera de les classer en groupes similaires, opération qui pourra n'être qu'un simple assemblage intuitif de lignées, ou devenir un exercice informatique hautement raffiné. Le but est de réduire le nombre des obtentions à reproduire au stade suivant, ce qui s'effectue, autant que possible, au terme de la phase d'évaluation préliminaire.

DÉTERMINATION DES RÉGIONS D'ADAPTATION

Lorsque la pépinière primaire dessert un vaste territoire, les implantations seront réparties entre le plus grand nombre possible de régions. Si l'on a réuni ensemble des lignées très semblables, on pourra se contenter de poursuivre les essais avec un ou deux représentants de chaque groupe. Si ceux-ci se révèlent très prometteurs en certains endroits, on pourra y implanter d'autres représentants du groupe, ou même le groupe entier.

Les procédés conduisant à cette détermination sont relativement peu compliqués, allant de techniques de pépinière simplifiées à des bandes cultivées dans les herbages indigènes, ou même à des engazonnements à l'échelle réduite. Voir Cameron et McIvor (1980) pour la technique des bandes cultivées (fig. 2) utilisée avec succès dans le nord de l'Australie. Le point important est de normaliser les ensemencements d'un endroit à l'autre pour réaliser des comparaisons directes. Les observations à relever, à ce stade, sont beaucoup moins nombreuses que pour la pépinière principale. On peut, maintenant, évaluer les lignées susceptibles d'adaptation en différentes régions. Certaines se révéleront très propices à cette fin et, au début, on en étendra largement l'implantation. Pour d'autres, leur valeur se limitera à quelques endroits ayant des caractéristiques communes, comme les terres basses et humides. À la fin



Fig. 2. Implantation expérimentale d'une bande de légumineuses dans un herbage indigène.

de ce stade, la collection aura été regroupée en catégories possédant différentes possibilités d'adaptation et d'utilisation.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE

Une fois reconnues les régions d'adaptation ouvertes à la collection, chaque centre peut réduire radicalement le nombre des obtentions dont les essais se poursuivront. Selon les ressources et les moyens dont on dispose, l'évaluation peut se concentrer sur quelques-



Fig. 3. Essais de fauchage de petites parcelles de graminées à la Station de recherche de South Johnston, au Queensland.

uns des districts les plus importants ou s'étendre à toute la région. Elle pourra porter sur les graminées dans un centre, sur les légumineuses dans un autre, ou sur différents genres de légumineuses dans des centres différents. Avant de parvenir à ce stade, on n'aura recueilli que peu d'informations quantitatives. À présent, on est en mesure de soumettre les 20 à 30 obtentions les plus prometteuses à une évaluation détaillée précédant la sélection finale. Les techniques à utiliser et les mesures à prendre dépendront des objectifs assignés avant la mise en train du programme. On procédera donc aux diverses phases ci-après, ou à certaines d'entre elles.

a) Essais de fauchage de petites parcelles (fig. 3) : généralement monospécifiques, ces essais permettent d'évaluer les saisons de productivité et la réaction à l'effeuillage. Les parcelles ne mesurent que

2 m x 2 m, ou moins si l'on dispose de peu de semence. Certaines plantes exigeront des parcelles plus grandes. Vu les prélèvements d'éléments nutritifs du sol par suite du fauchage, les apports d'engrais devront être plus considérables que pour les parcelles pâturées. Les facteurs d'appréciation seront l'implantation et la persistance des peuplements, les rendements périodiques en matière sèche et l'envahissement des mauvaises herbes.

b) Essais de paissance en petites parcelles : les parcelles seront ici de plus grandes dimensions, pâturées après chaque évaluation du rendement (d'après une petite superficie servant de témoin), pour pouvoir mieux apprécier la qualité du pâturage. On observera en particulier les différences de sapidité. Ces essais devraient durer au moins quatre ans pour que l'on se fasse une idée de la persistance des espèces sous la paissance.

c) Compatibilité des graminées et des légumineuses : ces essais peuvent porter soit sur toutes les légumineuses associées à une même graminée, et vice versa, soit sur une grille composée de légumineuses et de graminées dans laquelle les légumineuses à étudier seront semées en longues lisières étroites dans le même sens, et les graminées en lisières de même largeur recoupant les premières à angle droit. Chaque segment composite sera évalué à part. Cinq légumineuses x cinq graminées donnent 25 sous-parcelles différentes à mesure par replicatif. Les nombres seront donc élevés si l'on a affaire à de multiples obtentions. À ce stade des essais, on devra recourir dans chaque cas à trois replications au moins. (Pour de plus amples détails, voir Cameron et McIvor 1980.)

Par la même occasion, on étudiera les problèmes qui se présenteraient, soit du côté de l'implantation ou de la valeur nutritive, et on les résoudra avant de pousser plus loin l'évaluation. On accordera une attention spéciale à la production des semences (Hopkinson et Eagles 1980).

ÉVALUATION PAR LA PAISSANCE

C'est la paissance qui, en fin de compte, témoigne de la vraie valeur des plantes de pâturages, mais les

questions qui se posent sont compliquées. Dans ce genre de recherche, on peut rarement reproduire artificiellement les conditions réelles dans lesquelles les agriculteurs utiliseront leurs pâturages. En conséquence, le jugement final ne peut guère s'appuyer que sur les résultats commerciaux obtenus. Notre intention n'est pas de décrire les essais de paissance (pour de plus amples détails sur le sujet, voir par exemple, 't Mannatje et al. (1976) et Jones et Walker (1983)). On veillera cependant à suivre d'aussi près que possible les pratiques locales, en utilisant les mêmes genres d'animaux et les habitudes de paissance en usage. On observera également les taux de charge que ceux-ci peuvent supporter.

Plus l'agriculture pastorale se raffine, plus il importe d'inclure la paissance dans les études menant au processus final de sélection. Le minimum de contrôle qu'on puisse exercer portera sur les seuls produits animaux : production laitière ou gains de poids; cependant on utilisera aussi tous les paramètres dont on pourra disposer concernant le pâturage lui-même (Cameron et McIvor 1980).

MULTIPLICATION ET COMMERCIALISATION DE LA SEMENCE

Lorsqu'on pourra livrer au commerce les premiers stocks de semences, on aura à choisir un nom de cultivar et à le publier. Auparavant, on devra cependant assurer la multiplication des stocks initiaux.

La première phase de commercialisation est souvent confiée à un comité chargé de la multiplication et formé d'agronomes, de producteurs et de négociants grainiers, et d'agriculteurs. Ce comité surveillera les techniques de production et l'écoulement des semences par les premiers producteurs commerciaux (Hopkinson 1980).

C'est alors que l'on devra envisager l'homologation de la semence en cause. Pour beaucoup d'espèces tropicales, comme les graminées apomictiques, cette formalité n'est généralement pas nécessaire, surtout si elles possèdent des caractères bien définis. L'homologation représente une démarche coûteuse et longue dont on devra se dispenser autant que possible. Lorsqu'on produit

plusieurs cultivars pouvant être allogames, l'homologation des semences devient indispensable.

Durant la phase de multiplication précommerciale, on découvrira certains stocks de semences dont la qualité les rend impropres à une multiplication plus poussée. On peut cependant utiliser ces lots défectueux pour familiariser les agents de vulgarisation et les propriétaires de terres avec le nouveau matériel. Ceux-ci pourront aussi servir à des semis de démonstration dans toutes les régions où l'on se propose de répandre le nouveau cultivar.

BIBLIOGRAPHIE

Cameron, D.G. et McIvor, J.G. 1980. Evaluation. In Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., Collecting and Testing Tropical Forage Plants. Melbourne, Australia, CSIRO, p. 71-87.

Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., 1980. Collecting and Testing Tropical Forage Plants. Melbourne, Australia, CSIRO, 154 p.

Hopkinson, J.M. 1980. Seed release to commerce. In Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., Collecting and Testing Tropical Forage Plants. Melbourne, Australia, CSIRO, p. 133-141.

Hopkinson, J.M. et Eagles, D.A. 1980. Seed production and processing. In Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., Collecting and Testing Tropical Forage Plants. Melbourne, Australia, CSIRO, p. 88-101.

Jones, D.R. 1980. Plant quarantine. In Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., Collecting and Testing Tropical Forage Plants. Melbourne, Australia, CSIRO, p. 26-39.

Jones, R.J. et Walker, B. 1983. Strategies for evaluating forage plants. In McIvor, J.G. et Bray, R.A., éd., Genetic Resources of Forage Plants. Melbourne, Australia, CSIRO, p. 185-201.

Luse, R.A. 1979. Preservation and characterization of tropical forage germplasm resources. Mott, G.O., éd. Cali, Colombia, CIAT, p. 51-60.

McIvor, J.G. et Bray, R.A. éd., 1983. Genetic resources of forage plants. Melbourne, Australia, CSIRO, 337 p.

't Mannetje, L., Jones, R.J. et Stobbs, T.H. 1976. Pasture evaluation by grazing experiments. In Shaw, N.G. et Bryan, W.W., éd., Tropical Pasture Research Principles and Methods. Farnham, Royal, England, Commonwealth Agricultural Bureau, Commonwealth Bureau of Pasture and Field Crops Bulletin nº 51, 194-234.

Mott, G.O., éd. 1979. Handbook for the collection, preservation and characterization of tropical forage germplasm resources. Cali, Colombia, CIAT, 95 p.

Reid, R. 1980. Collection and use of climatic data in pasture plant introduction. In Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., Collecting and Testing Tropical Forage Plants. Melbourne, Australia, CSIRO, p. 1-10.

Shaw, N.H., Jones, R.M., Edye, L.A. et Bryan, W.W. 1976. Developing and testing new pastures. In Shaw, N.H. et Bryan, W.W., éd., Tropical Pasture Research Principles and Methods. Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, England; Commonwealth Bureau of Pasture and Field Crops, Bulletin No. 51, 175-193.

Williams, R.J. 1964. Plant introduction. In Bryan, W.W. et al. éd., Some Concepts and Methods in Sub-Tropical Pasture Research. Farnham Royal, England, Commonwealth Agricultural Bureau, Commonwealth Bureau of Pasture and Field Crops, Bulletin No. 47, 60-78.

Williams, R.J., Burt, R.L. et Strickland, R.W. 1976. Plant introduction. In Shaw, N.H. et Bryan, W.W., éd., Tropical Pasture Research - Principles and Methods. Farnham Royal, England, Commonwealth

Agricultural Bureau, Commonwealth Bureau of Pasture and Field Crops, Bulletin No. 47, 60-78.

Williams, R.J., Reid, R. et Clements, R.J. 1980. Cataloguing and regenerating seed stocks. In Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., Collecting and Testing Tropical Forage Plants. Melbourne, Australia, CSIRO, p. 114-132.

MÉTHODES D'IMPLANTATION DES PÂTURAGES

P.J. Grant et J.N. Clatworthy

Grasslands Research Station, Private Bag 3701,
Marondera, Zimbabwe

Sommaire *Le meilleur moyen d'étudier l'implantation d'espèces pour pâturages est probablement de les semer dans des conditions aussi proches que possible de celles qu'on rencontrera dans la pratique agricole et de compter les plants qui survivront. Plus théoriquement, cependant, on considérera l'implantation sous trois aspects différents : germination, émergence et survivance. Après quoi, on abordera plus en détails les questions pratiques qui se posent.*

Dans cet exposé, l'implantation de pâturages est envisagée à propos des pays en développement ne disposant que de ressources limitées en personnel, moyens d'action et argent, et pour lesquels le besoin se fait le plus sentir d'utiliser ces ressources à bon escient. La méthodologie de recherche sans doute la plus appropriée à cette étude consiste à ensemencer les pâturages avec des plantes ayant le plus de chances de s'adapter à l'écologie des régions où elles seraient les plus utiles à l'agriculture. On s'inspirera pour cela des pratiques agricoles les mieux appropriées et l'on vérifiera, pour finir, la proportion de semences ayant produit des plants bien fixés. L'indécision reflétée dans la phrase qui précède souligne la valeur inestimable que peut représenter l'expérience locale pour décider des espèces et lignées végétales à utiliser, de leur mode d'emploi dans la pratique agricole et des techniques à recommander à cet effet aux agriculteurs.

Au Zimbabwe, par exemple, les réponses seraient sans doute différentes selon qu'il s'agisse de grandes exploitations de rapport ou de petites fermes de subsistance. Elles varieront aussi dans le cas de terres

argileuses ou de terres sablonneuses, ou encore si l'on veut simplement renforcer un pâturage naturel ou ensemencer en légumineuses un champ cultivé. Pour toutes ces raisons, il est difficile de décrire point par point des procédés applicables à toutes les situations. Nous nous bornerons donc à décrire les étapes à parcourir entre le semis et l'implantation définitive, ainsi que les facteurs que nous considérons comme importants pour assurer la transition progressive du plant en croissance jusqu'au stade final. Définir ce qu'est "l'implantation" peut toujours prêter à discussion. Dans ce contexte, où il s'agit essentiellement d'espèces vivaces se développant dans des régions caractérisées par des saisons humides et sèches distinctes, nous pourrions considérer une plante comme implantée si elle survit jusqu'à la saison de végétation suivant celle où elle a été semée.

Parmi les divers aspects de la recherche en agriculture herbagère, l'implantation a ceci de différent que les essais en laboratoire et en serre peuvent représenter un élément important du programme. Au début, ces essais auront une valeur presque entièrement d'exploration bien que, une fois trouvés, les modèles peuvent permettre de faire des prédictions. Vu l'opportunité du travail en laboratoire et la brièveté trop fréquente des essais d'implantation, les études relatives à l'implantation sont aujourd'hui un sujet très approprié au niveau universitaire, et les constatations qu'on en a obtenues sont une source d'informations que l'on aurait tort de négliger. L'écueil, cependant, est que trop d'essais ne dépassent pas le stade du laboratoire. Comme exemple, ceux ayant pour objet de remédier à la dureté des graines de légumineuses devraient inclure la pratique des semis et non pas se contenter des épreuves actuelles en plat de pétri.

PRINCIPES

Comment assurer une germination maximale

La dormance de la semence peut causer des ennuis et certaines graines de graminées récoltées depuis peu n'ont qu'un très faible taux de germination. Les espèces pour pâturages tropicaux, graminées ou légumineuses, proviennent de la sélection récente de plantes sauvages

et ont conservé certains mécanismes de protection, comme la dormance de la graine, que l'on a pu en grande partie faire disparaître par sélection pour obtenir une germination rapide. Bien que l'on puisse surmonter la dormance avec certains traitements, à l'acide sulfurique concentré par exemple, utilisé par Smith (1966a) pour le panic Sabi (P. maximum), ces moyens ne sont généralement guère applicables à des lots importants de semences. On agira sagement, comme le recommande Liebenberg (1955), en n'utilisant les semences de graminées que l'on sait sujettes à la dormance, que la deuxième saison suivant la récolte.

La dureté des téguments est une cause fréquente de germination défectueuse chez les légumineuses subtropicales. Parmi les remèdes suggérés, on peut mentionner la chaleur sèche (Holm 1973; Anonyme 1977; Mott 1979), l'eau chaude (Gray 1962; Phipps 1973; Savory et Thomas 1977), les fluctuations de température (Quinlivan 1961, 1968; Cameron 1967; Taylor 1981), les traitements à froid (Phipps 1973), les radiations de micro-ondes (Nguyen Tran 1979), l'abrasion mécanique (Grant 1979a, 1980), l'acide sulfurique concentré (Phipps 1973, Pentney et al. 1984) et la scarification de l'enveloppe (Pentney et al. 1984). "On pourrait augmenter considérablement la germination et améliorer ainsi de beaucoup les chances d'implantation tout en économisant la semence" (Phipps 1973).

La méthode à employer dépendra du cultivar et des possibilités d'effectuer le traitement. Le chauffage à sec, par exemple, conviendra bien aux fermes de tabac disposant de hangars chauffés à la température exigée par le séchage de la récolte. Pour les paysans agriculteurs, les traitements à l'eau bouillante seront plus fiables que ceux exigeant une température spécifique inférieure.

Dans les sols cultivés où le lit de germination peut être préparé avec le soin voulu, on recherchera de préférence une levée complète et rapide du semis. Il en sera de même pour les petites superficies que l'on peut ensemencer promptement dans des conditions presque idéales, surtout lorsqu'il importe que le semis soit bien implanté avant que les mauvaises herbes ne lui fassent trop concurrence. Il est à conseiller de garder en réserve une certaine quantité de semences dures comme

assurance contre les échecs dans les projets de renforcement de pâturages où l'on peut moins bien contrôler les situations et où des "flambées" trompeuses de germination risquent souvent de se produire. Il est probable qu'en raison des fluctuations de température utilisées contre la dureté de la semence (Cameron 1967), les différences de germination entre semences traitées et non traitées seront moins marquées dans le champ qu'en laboratoire.

Des expériences où les semis seront répétés à intervalles fréquents, de préférence durant plus d'une saison de végétation, et où l'on pourra comparer l'émergence par rapport à des informations météorologiques pertinentes, renseigneront sur les conditions favorables à la germination et à la levée (Smith 1966a). On pourra ensuite, d'après l'analyse de relevés météorologiques à long terme, comme ceux de Lineham (1967), prédire l'époque de la saison où ces conditions auront le plus de chances de se réaliser. Les risques inhérents à cette méthode probabiliste seront atténués si l'agriculteur peut disposer de prévisions météorologiques à moyen terme précises.

Le tassement du sol autour de la semence favorise la montée de l'eau (par capillarité) vers le lit de germination. Cette opération peut se faire par roulage, de préférence avant et après le semis (Grant 1976, 1978). La germination des graines duveteuses comme celles de Buffel grass (Cenchrus ciliaris) pourra être améliorée en les passant dans un fouloir à marteaux qui enlèvera les soies et les glumelles (Humphreys 1978). Enfin, l'enrobage de la semence pourra favoriser l'absorption de l'humidité par les semis superficiels et ainsi aider la germination (McWilliam et Dowling 1970).

La faculté germinative des espèces pour pâturages peut différer en fonction des conditions d'humidité existantes. L'ivraie vivace (Lolium perenne), par exemple, a germé à des potentiels d'absorption qui empêchaient la germination de Phalaris (P. tuberosa), de la luzerne (Medicago sativa) et du trèfle souterrain (Trifolium subterraneum). McWilliam et Dowling (1970) ont suggéré qu'il fallait peut-être y voir une des raisons expliquant le succès des semis d'ivraie vivace par voie aérienne.

Comment assurer le maximum d'émergence

De multiples expériences en serre ont démontré l'importance de la profondeur d'ensemencement des espèces pour pâturages à petites graines. Les profondeurs optimales recommandées varient de 5 à 15 mm (Bogdan 1964; Smith 1966a; Stonard 1969; Grant 1975). La baisse dans la germination résultant de semis plus profonds peut différer selon les types de sols (Grant 1975). Dans un essai aux champs avec des variétés de fétuque élevée (Festuca elatior), Brock (1973) a signalé une meilleure émergence avec un semis à 15 mm de profondeur qu'à 5 ou 25 mm.

Pour l'ensemencement de grandes superficies, le contrôle précis de la profondeur dépendra de la précision du semoir utilisé ou du tracé de sillons de profondeur voulue dans lesquels la semence se déposera. Un roulage préalable avec un rouleau squelette (Grant 1979b) permettra, notamment, d'obtenir ce résultat.

Sur certains sols - généralement ceux fortement limoneux - il peut se former une croûte superficielle qui nuira sérieusement à l'émergence des jeunes plants (Leslie 1965; Brock 1973; Grant 1975), bien que l'on puisse peut-être imputer l'empêchement à la nature même du sol plutôt qu'à la croûte (Leslie 1965). Dans ce genre de terrains, le tassement du sol autour de la semence peut avoir des conséquences défavorables surtout si le semis est suivi d'une période de temps sec.

La formation d'une croûte ainsi que la contrainte mécanique posée par le sol seront fortement atténuées si la terre reste humide (Grant 1975). À ce sujet, Smith (1966b) a signalé les effets bénéfiques d'un paillage recouvrant les sols très enclins à s'encroûter. Rickert (1970) a également noté le même avantage pour l'implantation des graminées bien que, trop épais, le paillage risque de faire diminuer le rendement en herbe.

Il existe deux manières de conserver l'humidité du sol autour de la semence : par un semis effectué en temps opportun (ou chanceux) avant une période pluvieuse, et en réduisant les pertes d'humidité à la surface du sol. Dans le deuxième cas, on peut obtenir ce résultat en ombrageant le sol à l'aide soit d'un paillage (dont l'effet est surtout avantageux dans les

sols peu portés à former une croûte) ou d'une couverture végétale. À ce sujet, McWilliam et Dowling (1970) ont constaté que des semis superficiels s'implantaient mieux sous des herbes détruites avec un herbicide, que sur un sol nu. De leur côté, Miller et Perry (1978) ont signalé une meilleure levée de stylo Townsville (Stylosanthes humilis) sous un couvert herbacé que sur un sol récemment essarté.

Leslie (1965) a rapporté une émergence plus fournie dans un sol stérilisé à l'autoclave que dans un sol témoin et il attribuait ce fait à l'action d'organismes fongiques. Le traitement de la semence de graminées avec des engrais peut se justifier. Quant aux légumineuses de pâturages dont la germination pour la plupart est épigée, le traitement de la semence a des effets moins marqués et peut même nuire à l'inoculation.

Lors d'une expérience de Leslie (1965), la croûte superficielle du sol a moins réduit l'émergence de l'herbe de Rhodes (Chloris gayana) que celle du panic vert. Ce qui paraît différer des constatations de Smith (1966a) qui rapporte une réaction beaucoup plus prononcée au paillage, sous forme d'émergence, en faveur du panic Sabi que pour l'herbe de Rhodes Giant ou Katambora. La faculté germinative des diverses espèces est donc très différemment affectée dans des situations défavorables, bien que d'après les témoignages restreints dont nous disposons, les effets ne paraissent pas toujours constants.

Comment assurer le maximum de survivance

On commencera par s'opposer à la concurrence des mauvaises herbes par des traitements précédant le semis, afin de supprimer ou de réduire les effets de la végétation existante. Pour renforcer les herbages, on ne doit évidemment pas en rechercher l'élimination complète mais plutôt réduire la vigueur de cette végétation par la paissance soutenue et par le piétinement des animaux (Edwards et Mappledoram 1973), par brûlis (Stocker et Sturtz 1966; Chadhokar 1977), au moyen de bandes cultivées (Clatworthy et Thomas 1972; Mills 1978; Cook et Dolby 1981) ou d'herbicides (Campbell 1976; Cook et Dolby 1981). Presque toujours, mieux on parvient à réduire la végétation naturelle, mieux réussira l'implantation des espèces semées (Pearen et Keoghan 1982).

En terres cultivées, on s'efforcera de supprimer toute végétation adventice à l'aide de façons culturales et peut-être d'herbicides, avant de les ensemencer en espèces de pâturages. Comme traitements consécutifs aux semis, mentionnons :

a) Les herbicides. La plupart s'emploient en préémergence, soit avant ou immédiatement après le semis. Mentionnons entre autres : Trifuralin (Cameron 1971), Eptam (Grant 1978), Alachlor et Metachlor (Irvine 1984) dans le cas de légumineuses, et Atrazine pour les graminées. On emploie moins souvent les herbicides de postémergence, bien que le 2,4-D soit efficace contre les dicotylédonées dans les graminées et puisse réussir également contre certaines mauvaises herbes, dans l'espèce Stylosanthes (Scanlan 1981).

b) Le désherbage, ou les sarclages seront beaucoup plus faciles lorsqu'on se sera servi d'un semoir en lignes pour les semences de pâturages. Les sarclages à la machine sont possibles sur d'assez grandes superficies, mais on ne peut les effectuer qu'à la main dans le cas de petites étendues, et là où la main-d'oeuvre est bon marché.

c) On recommande souvent la paissance, le fauchage ou la coupe du pâturage lorsque les mauvaises herbes menacent d'étouffer les jeunes semis. Le traitement devra alors être surveillé de près pour éviter de nuire à ces derniers.

d) Les sous-semis de pâturages dans une plante cultivée, généralement le maïs, offrent certains avantages pour l'implantation de jeunes légumineuses (Thomas 1975), notamment d'éliminer partiellement les graminées adventices sous les couverts du maïs, permettant ainsi aux jeunes légumineuses de mieux se défendre.

La nodulation précoce des semis de légumineuses aide celles-ci à se dispenser de l'azote du sol et ainsi à mieux résister à l'envahissement des mauvaises herbes. La plupart des cultivars de pâturages nodulent de façon satisfaisante avec les souches locales de rhizobium et l'inoculation sera peut-être inutile, en pratique, sauf pour les légumineuses à très petites graines (telles que Lotononis bainesii) et celles exigeant des rhizobiums bien spécifiques. Toutefois,

jusqu'à ce que l'on connaisse celles des légumineuses qui n'ont pas besoin d'inoculation, il est préférable de l'effectuer, particulièrement dans les semis expérimentaux. On peut se procurer facilement dans le commerce des cultures sèches d'inoculant qui supportent bien le transport aérien. L'opération elle-même est simple et les instructions nécessaires accompagnent en général les envois. On les trouvera, par ailleurs, dans des ouvrages comme celui de Humphreys (1978).

Les attaques de maladies fongiques et de ravageurs après émergence risquent de réduire fortement la jeune végétation des pâturages. Les traitements peuvent être relativement simples. Jones (1965) recommande de traiter au Dieldrin la semence de siratro (Macroptilium atropurpureum) contre les attaques du ver de l'agromyze de la fève (Melanagromyza phaseoli), et des traitements de la semence peuvent contribuer à éviter la fonte des semis due aux moisissures.

Des apports d'engrais sont souhaitables pour remédier à certaines déficiences du sol en éléments fertilisants. À ce point de vue, les analyses du sol et l'expérience locale serviront utilement de guides. Dans des cas extrêmes, les jeunes semis de pâturages peuvent avorter complètement si l'on ne redresse pas ces déficiences, comme les terres sablonneuses côtières "Wallum" du Queensland en fournissent un exemple bien connu (Andrew et Bryan 1955).

Les engrais phosphatés ont un rôle particulièrement important, surtout pour les semis de légumineuses; dans un sol aux constituants chimiques bien équilibrés, les plants pourront mieux résister à des conditions défavorables. Souto et Dobereiner (1970) rapportent que des semis de Neonotonia wightii avec une fumure phosphatée adéquate supportaient mieux les grandes chaleurs.

Une étude récente, à la Station de recherche en agriculture herbagère de Marondera, Zimbabwe, (Grant et Tanner, non publié) révèle que plusieurs légumineuses subtropicales de pâturages peuvent extraire du sol des phosphates que l'on considérait normalement comme non assimilables. C'est pourquoi, dans l'analyse des sols, on accordera une certaine attention au phosphate total, parce que les légumineuses ont aussi bien réagi à un gros apport initial de cet engrais qu'à une série

d'apports plus légers répartis sur plusieurs années. Ces remarques peuvent s'appliquer également à d'autres espèces, notamment les graminées, qui ont parfois réagi plus activement que les légumineuses.

L'une des espèces de légumineuses, la stylo à tiges fines, cv. Oxley (Stylosanthes guianensis), après avoir largement profité d'une seule et forte application de superphosphate, a fini par disparaître presque complètement de certaines parcelles, alors que siratro (M. atropurpureum) a continué à réagir favorablement en sols sablonneux granités. Le déclin de la stylo a eu un rapport significatif avec une baisse de la concentration du zinc dans l'herbage, qui correspondait elle-même aux doses élevées de phosphate.

La deuxième saison, le nombre des stylos a atteint son plus haut point lorsque la teneur du sol en phosphate total atteignait 150 à 160 ppm, avec une baisse concomitante bien nette de part et d'autre. Une application de sulfate de zinc dans un autre pâturage a fait augmenter sensiblement la proportion des légumineuses.

Millikan (1962), expérimentant avec le trèfle souterrain, a constaté que les teneurs critiques des herbages en zinc variaient en fonction de la richesse du sol en phosphate. Les symptômes de carence ne dépendaient pas du zinc présent mais du rapport élevé existant entre le phosphate et le zinc. Il suggérait donc que la présence de zinc est indispensable à l'assimilation du phosphate par la plante.

D'autres travaux récents à la même station de recherche ont constamment signalé l'interaction favorable de la chaux dolomitique et d'une dose unique de superphosphate sur le rendement de nombreuses légumineuses subtropicales de pâturages. L'effet produit est dû sans doute en grande partie au calcium ainsi qu'au magnésium.

Edye et al. (1964), cités par Humphreys (1978), ont signalé les effets bien marqués d'une fumure complète NPK sur l'implantation et le rendement de Buffel grass. Les applications d'engrais azoté sur les jeunes pâturages seront cependant soigneusement contrôlées. Durant la préparation du sol, une certaine quantité d'azote est généralement libérée et un supplément de ce fertilisant

risque simplement de stimuler la croissance de graminées adventices annuelles qui étoufferont les vivaces, plus lentes à se développer. On ménagera en particulier les apports d'azote à des pâturages composés en partie de légumineuses.

Leslie (1965) a observé au cours de ses expériences que très peu de semis périssaient après cinq semaines d'émergence. Peut-être est-ce le cas en terres labourées, mais dans les herbages renforcés le dépérissement survient fréquemment après des délais beaucoup plus longs, et l'on constate entre les espèces de nettes différences qui semblent s'accentuer à mesure que s'accroît la concurrence à laquelle les jeunes semis doivent faire face. Cook et Dolby (1981) ont constaté à ce sujet que Buffel grass s'implantait aussi bien que Siratro en bandes cultivées mais moins bien en semis de renforcement dans les herbages. Des différences se manifestent également dans les époques de dépérissement - la plupart des semis de graminées voués à l'échec mouraient dans les 12 semaines après l'émergence tandis que Siratro, bien que plus persistant, souffrait nettement plus durant l'hiver et le printemps suivants.

Pareillement, Clatworthy (1980), comparant 12 lignées de légumineuses en deux endroits, relevait des différences sensibles dans la survivance, entre le premier décompte (six semaines après l'ensemencement) et le dernier (à la saison des pluies suivante) des semis effectués dans des herbages travaillés au pulvériseur à disques. Dans les sols sablonneux, seules les espèces Stylosanthes et Siratro ont dépassé les 25 % de survivance, et trois lignées de l'espèce Desmodium ont toutes connu un taux de survivance inférieur à 1 %. Par contre, en terres fortes, où les conditions atmosphériques étaient également plus favorables, plus de 25 % de toutes les lignées de légumineuses ont survécu, et ici aussi Stylosanthes et Siratro se sont le mieux comportés. La sélection d'espèces ou de lignées pouvant persister longtemps revêt une importance particulière pour les plantes de pâturages semées dans des conditions défavorables.

MESURES PRATIQUES

a) Scarification de la graine - Ce procédé permet

d'obtenir le maximum de germination, quoique non sans quelque dommage, de certaines semences dures. Dans les pays en développement, où l'on a fait moins de cas des conditions d'ensemencement, cette option peut être utile, même en sols cultivés. La méthode sans danger et peu coûteuse des fluctuations naturelles de température conviendrait bien dans beaucoup de pays en développement, comme le Zimbabwe. Là, en étendant la semence de stylo à tiges fines au soleil durant la saison sèche, on a pu en augmenter la germination de 10 % à 40 %. Le traitement à l'acide et, même, à l'eau chaude peut présenter des difficultés pratiques, mais on peut scarifier certaines graines en les frottant entre deux surfaces planes en bois et, pour d'autres, en les brassant dans un baril garni d'une doublure abrasive. Des critères existent pour la scarification mécanique de presque tous les types de semences et, si l'on dispose de la machinerie nécessaire, l'opération est très utile dans le cas de lots considérables.

b) Espèces - Les semis de légumineuses sont particulièrement vulnérables durant les 4 à 6 semaines où se développe leur racine pivotante. En particulier pour les espèces appelées à germer dans un environnement difficile, la présence de débris végétaux ou d'un paillage assurera la survivance d'au moins une partie du semis durant les périodes de sécheresse subséquentes.

c) Sols formant une croûte - Le lit de germination doit demeurer meuble, sans crevasses, et l'on évitera de le rouler. Les semences de légumineuses seront espacées de 5 mm seulement, et si elles sont semées en groupes, elles perceront plus facilement la croûte. Il vaut généralement mieux laisser les gouttes de pluie recouvrir la semence. Des essais d'arrosage tous les 5 à 6 jours, accompagnant un léger paillage, ont permis d'ameublir la croûte et favorisé l'émergence, autrement celle-ci a été médiocre. Le paillage variable généralement pratiqué donne de bons résultats dans la plupart des situations, et les semis en lignes à la main ou à la machine ont l'avantage de laisser le sol meuble pardessus la semence.

d) Désherbage - Si l'on ne peut utiliser les herbicides (p. ex., dans les cultures de semences ou avec des plantes-abri sensibles), on devra recourir aux sarclages mécaniques. On doit pour cela attendre que

les mauvaises herbes aient levé et lorsque la saison est défavorable, la période optimale risque de passer. L'expérience devrait permettre de choisir le moment opportun de se débarrasser des mauvaises herbes lorsque celles-ci sont le plus vulnérables.

e) Fertilisation - Les recommandations concernant la fertilisation des pâturages à implanter mentionnent le chaulage avec jusqu'à 500 kg de chaux (de préférence dolomite) à l'ha, et environ 3 kg/ha d'oxyde de zinc ou l'équivalent, accompagnant l'application de phosphate; les agriculteurs feront bien de se renseigner sur place des carences éventuelles en autres oligo-éléments.

Renforcement des herbages

Le brûlage de la végétation existante a comme effet important d'en réduire la vigueur. L'opération devrait se faire après que le sol a été détrempé par les pluies et qu'une nouvelle flambée de croissance fait reverdir l'herbage. Une paissance délibérément excessive aura à peu près le même effet. L'emploi de la charrue risque de créer un lit de germination irrégulier, mais c'est pour beaucoup de paysans le seul instrument dont ils disposent. Après s'en être servis, ils devront raffermir le sol, peut-être faute de mieux avec les roues d'un tombereau lourdement chargé.

La préparation de bandes travaillées au pulvériseur dans l'herbage s'effectuera le plus aisément à l'aide d'instruments à deux groupes jumelés de trois ou quatre disques, espacés d'environ 1 m, ou également avec un cultivateur tiré par des boeufs. Dans l'un et l'autre cas, deux passages de l'instrument seront préférables, et environ un tiers de la surface sera ainsi travaillée. Les bandes auront au moins 30 cm de largeur, faute de quoi les racines sous-jacentes d'autres espèces risqueront de faire périr une partie du semis durant les périodes sèches. L'ensemencement et l'épandage d'engrais peuvent s'effectuer à l'aide de dispositifs appropriés montés sur le pulvériseur et de dimensions appropriées à la surface travaillée. Le semis sera ensuite recouvert soit au rouleau, soit par un mode quelconque de brossage. Les remarques contenues dans la section "fertilisation" s'appliquent particulièrement aux herbages vierges. On a pu réussir le renforcement de vieux pâturages de chiendent de Nlemfu avec des

mélanges de légumineuses mais, pour bien faire, le chiendent de Nlemfu ne doit pas avoir reçu d'azote la saison précédente.

Semis en pleine terre

Le sol doit être remué selon le type de semence à y déposer. La charrue n'est pas l'instrument idéal pour préparer le lit de germination et, pour éviter les surfaces trop meubles, on utilisera de préférence un pulvériseur à disques ou un cultivateur que l'on fera suivre d'une herse traînante et du rouleau. Si l'on dispose de l'outillage suffisant, la meilleure combinaison dans le cas des légumineuses à petites graines est le rouleau squelette avant le semis et le rouleau uni après.

Pour les semis de légumineuses, le diamètre des plus grosses mottes de terre ne devrait pas dépasser le double de la profondeur normale du semis, en évitant autant que possible les crevasses dans lesquelles la semence se perdrait. Quant aux mélanges à base de graminées, dont la semence doit être comprimée dans la surface d'un sol bien ameubli, la meilleure profondeur moyenne sera de 3 cm. On passera ensuite le rouleau. Les paysans qui ne possèdent généralement pas cet instrument peuvent se contenter de recouvrir le sol avec un fagot d'épines.

Les remarques qui précèdent concernent surtout les terres sableuses, sablonneuses-franches et franches-sablonneuses, en saisons pas trop humides. En sols limoneux et argileux, on prendra plus de précautions en évitant de les rouler et en laissant à la pluie le soin de recouvrir la semence.

Les semoirs de précisions, en lignes, ont leur utilité, mais en règle générale les semis à la volée réussissent aussi bien. On a constaté que le mélange de semences épandu devant les roues d'un tracteur donnait d'aussi bons résultats que le semoir en lignes, évitant en outre un semis trop dense. Pour ce genre de procédé, on peut monter un coffre à graines sur le garde-boue du tracteur, avec de larges tuyaux de distribution flexibles épandant la semence en avant des grosses roues. Le dispositif est entraîné par l'essieu du tracteur par un démultiplicateur formé d'une jante de bicyclette. En sols sablonneux, et si les roues du tracteur ont des

semelles relativement neuves, la plupart des semences se déposent à la bonne profondeur et le sol est affermi. En terres fortes, les conditions seraient moins favorables, et le semis se fera de préférence à la volée.

Les petits agriculteurs ne possèdent pas tous un tracteur mais ils pourront sans doute utiliser un tombereau à deux roues, avec un enfant de chaque côté laissant tomber une quantité mesurée de semences contenues dans des bouteilles. Si possible, les roues du tombereau auront une semelle pesante et le véhicule sera lourdement chargé.

Sous-semis en terres cultivées

Le recours à une plante-abri pour ombrager le sous-semis a l'avantage de mieux utiliser le terrain, d'éviter des façons culturales, de limiter les mauvaises herbes et de mieux contrôler l'humidité. Aux débuts de sa croissance, la plante-abri accroît graduellement son ombrage tout en exigeant assez peu d'humidité. Par les nuits claires, ses feuilles captent aussi la rosée, et l'implantation du jeune semis profite de cette humidité. Cet avantage se poursuit bien après que la plante-abri a commencé à absorber l'humidité du sol en le pénétrant. La couverture végétale en se développant fait également obstacle aux mauvaises herbes au profit des sous-semis qui supportent bien l'ombre, comme les Silverleaf et P. maximum.

Les herbicides, si l'on en dispose, permettent d'implanter en sous-semis des espèces moins tolérantes à l'ombre, dans une plante-abri plus clairsemée. En utilisant l'Alachlor ou l'Eptam comme herbicides, le meilleur moment pour effectuer le sous-semis est à l'émergence de la plante-abri. Dans ces circonstances, le semis devant les roues du tracteur se recommande particulièrement, mais on peut aussi le faire à la volée entre les rangs en utilisant une mesure équivalente à deux ou trois pas, avec quelqu'un pour recouvrir la semence par un léger brossage du sol. L'application d'azote en couverture à une plante-abri qui recevra un sous-semis ne doit avoir lieu qu'après l'apparition des premières feuilles trifoliées des légumineuses et jamais immédiatement avant le sous-semis.

Les agriculteurs possèdent rarement l'expérience des herbicides ou les moyens de se les procurer, aussi se contentent-ils le plus souvent de sarclages à la main ou à l'aide de boeufs. Le sous-semis devra alors aussi s'effectuer aussitôt que possible pour profiter de l'humidité restant encore entre les rangs de la plante-abri. Ces petits agriculteurs pourront sans doute rattraper le temps perdu en recourant pour le désherbage à la main-d'oeuvre familiale. On peut aussi envisager de semer les légumineuses dans le rang même de la plante-abri et de planter ou de semer ensuite des graminées entre les rangs après un sarclage. Si les espèces du sous-semis ont à se défendre à la fois contre les mauvaises herbes et contre la plante-abri, l'implantation laissera probablement à désirer.

Les résidus de la récolte peuvent être pâturés avec certaines précautions, une fois que les légumineuses ont été touchées par le gel ou sont dormantes pendant la saison sèche. On évitera cependant d'y mettre des moutons qui broutent les plantes trop ras. Ce pâturage cessera lorsque les légumineuses émettront des pousses fraîches au printemps, et ne reprendra qu'après qu'on sera assuré que l'herbage est assez fourni pour satisfaire les animaux.

Les sous-semis peuvent causer d'autres problèmes de mauvaises herbes, la saison suivante. L'emploi d'une graminée désirable contribuera à y remédier, mais l'implantation parfaite de cette dernière sera toujours précédée d'une période propice au développement des plantes adventices à feuilles étalées. Si l'on peut les faucher en temps opportun, le pâturage aura de meilleures chances de survivre, mais comme c'est aussi une période de grande activité à la ferme, il peut arriver que les mauvaises herbes aient le temps de venir à graine ou qu'on les fauche trop tôt. Le coût du fauchage n'en vaut peut-être pas la peine à moins que le produit ne puisse servir de fourrage ou être ensilé et justifier ainsi la dépense.

BIBLIOGRAPHIE

Andrew, C.S. et Bryan, W.W. 1955. Pasture studies on the coastal lowlands of sub-tropical Queensland I. Introduction and initial plant nutrient

studies. Australian Journal of Agricultural Research, 6, 265-290.

Anonyme. 1977. Investigations. Annual Report of Seed Services. Zimbabwe, Department of Research and Specialist Services, 1975-76, p. 12.

Bogdan, A.V. 1964. A study of the depth of germination of tropical grasses: a new approach. Journal of the British Grassland Society, 19, 251-254.

Brock, J.L. 1973. Effect of sowing depth and postsowing compaction on the establishment of tall fescue varieties. New Zealand Journal of Experimental Agriculture, 1, 11-14.

Cameron, D.F. 1967. Hardseededness and seed dormancy of Townsville lucerne (Stylosanthes humilis) selections. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 7, 237-240.

Cameron, D.G. 1971. Control of black pigweed (Trianthema portulacastrum) with trifluralin for pasture legume establishment. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science, 28, 217-226.

Campbell, M.H. 1976. Effects of timing of glyphosphate and 2, 2-DPA on establishment of surface-sown pasture species. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 16, 491-499.

Chadhokar, P.A. 1977. Establishment of stylo (Stylosanthes guianensis) in Kunai (Imperata cylindrica) pastures and its effect on dry matter yield and animal production in the Markham valley. Papua New Guinea. Tropical Grasslands, 11, 263-272.

Clatworthy, J.N. 1980. Screening of legumes for veld reinforcement. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 15, 111-116.

Clatworthy, J.N. et Thomas, P.I. 1972. Establishment of Stylosanthes guianensis in Marandellas sandveld. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 7, 76-83.

Cook, S.J. et Dolby, G.R. 1981. Establishment of buffel grass, green panic and Siratro from seed broadcast into a Speargrass pasture in southern Queensland. Australian Journal of Agricultural Research, 32, 749-759.

Edwards, P.J. et Mappledoram, B.D. 1973. Trampling with livestock as a means of establishing overseeded species in the Highland Sourveld of Natal. Pretoria, Department of Agricultural Technical Services Tech. Comm. 108.

Edye, L.A., Hymphreys, L.R., Henzell, E.F. et Teakle, L.J.H. 1964. Pasture investigations in the Yalleroi district of Central Queensland. Papers of the Queensland University Department of Agriculture, 4, 133.

Grant, P.J. 1975. Some factors affecting the germination and emergence of sub-tropical pasture legumes in Rhodesia. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 10, 65-71.

1976. Some factors affecting the field establishment of subtropical pasture legumes in Rhodesia. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 11, 97-102.

1978. The use of Eptam herbicide. Annual Report of Division of Livestock and Pastures. Zimbabwe, Department of Research and Specialist Services, 1976-77, p. 155-159.

1979a. Mechanical scarification of Stylosanthes guianensis cv. Oxley seed. Proceedings of the Grassland Society of Southern Africa, 14, 137-141.

1979b. Lotononis bainesii establishment trial. Annual Report of Division of Livestock and Pastures. Zimbabwe, Department of Research and Specialist Services, 1977-78, p. 33-35.

1980. Experiments in breaking the hardseededness of Lotononis bainesii. Annual Report of Division of Livestock and Pasture. Zimbabwe, Depart-

ment of Research and Specialist Services, 1978-79, p. 157-162.

Gray, S.G. 1962. Hot water treatment for Leucaena glauca (L) Benth. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 2, 178-180.

Holm, A. McR. 1973. The influence of high temperature pretreatment on germination of Townsville stylo seed material. Australian Journal of Agricultural Research and Animal Husbandry, 13, 190-192.

Humphreys, L.R. 1978. Tropical pastures and fodder crops. London, England, Longmans.

Irvine, A.D. 1984. Management of the sub-tropical pasture legume, Desmodium uncinatum (Jacq.) DC., grown for seed production in Zimbabwe. Zimbabwe, University of Zimbabwe. (Thèse)

Jones, R.J. 1965. The use of cyclodiene insecticides as liquid seed dressings for the control of bean fly (Melanogromyza phaseoli) in species of Phaseolus and Vigna marina in south-eastern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 5, 458-465.

Leslie, J.K. 1965. Factors responsible for failures in the establishment of summer grasses on the black earths of the Darling Downs. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science, 22, 17-38.

Liebenberg, L.C.C. 1955. The establishment of indigenous grasses from seed. In Meredith, O. éd., The Grasses and Pastures of South Africa. Cape Town, Central News Agency.

Lineham, S. 1967. The duration and quality of the rainy season in Rhodesia. Proceedings of the Symposium on Drought and Development, First Rhodesian Science Congress.

McWilliam, J.R. et Dowling, P.M. 1970. Factors affecting the germination and establishment of pasture seed on the soil surface. Proceedings of the XI International Grassland Congress, 878-883.

Miller, H.P. et Perry, R.A. 1978. Preliminary studies on the establishment of Townsville lucerne (Stylosanthes humilis) in uncleared native pasture at Katherine, N.T. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 8, 26-32.

Millikan, C.R. 1962. Effects of different levels of zinc and phosphorus on the growth of Subterranean clover (Trifolium subterraneum L.). Australian Journal of Agricultural Research, 14, 180-205.

Mills, P.F.L. 1978. Establishment of Horse Marmalade in veld. Rhodesian Agricultural Journal, 65, 1-2.

Mott, J.J. 1979. High temperature contact treatment of hard seed in Stylosanthes. Australian Journal of Agricultural Research, 30, 847-854.

Nguyen Tran, V. 1979. Effects of microwave energy on the strophiole, seed coat and germination of Acacia seeds. Australian Journal of Plant Physiology, 6, 277-287.

Pearen, J.R. et Keoghan, J.M. 1982. A review of factors influencing successful pasture renovation. Tropical Agriculture (Trinidad), 59, 179-182.

Pentney, C.J., Whiteman, P.C. et Sivasupiramaniam, S. 1984. Studies on the germination, phenology and Rhizobium requirements of Vigna parkeri. Tropical Grasslands, 18, 66-74.

Phipps, R.H. 1973. Methods of increasing the germination percentage of some tropical legumes. Tropical Agriculture (Trinidad), 50, 291-296.

Quinlivan, B.J. 1961. The effect of constant and fluctuating temperatures on the permeability of the hard seeds of some legumes species. Australian Journal of Agricultural Research, 12, 1009-1022.

1968. Seed coat impermeability in common annual pasture legume species of Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 8, 691-694.

Ricket, K.G. 1970. Some influences of straw mulch, nitrogen fertilizer and oat companion crops on establishment of Sabi Panic. Tropical Grasslands, 4, 71-75.

Savory, R. et Thomas, D. 1977. The Pasture Handbook for Malawi (2nd edition). Lilongwe, FAO.

Scanlan, J.C. 1981. Effect of 2,4-D on survival and dry matter yield of seedlings of Stylosanthes species. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science, 38, 1-5.

Smith, C.J. 1966a. The establishment of pastures in Rhodesia. England, University of London. (Thèse)

1966b. The effect of mulching on the establishment of pasture grasses. Rhodesian Zambian and Malawi Journal of Agricultural Research, 4, 129-132.

Souto, S.M. et Dobereiner, J. 1970. Problems in the establishment of perennial soybean (Glycina javanica L.) in a tropical region. Proceedings of XI International Grassland Congress, 127-131.

Stocker, G.C. et Sturtz, J.D. 1966. The use of fire to establish Townsville lucerne in the Northern Territory. Australian Journal of Agricultural Research, 6, 277-279.

Stonard, P. 1969. Effect of sowing depth on seedling emergence of three species of Stylosanthes. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science, 26, 55-60.

Taylor, G.B. 1981. Effect of constant temperature treatments followed by fluctuating temperatures on the softening of hard seeds of Trifolium subterraneum. Australian Journal of Plant Physiology, 8, 547-558.

Thomas, D. 1975. Grass-legume establishment under maize. Span, 18, 80-82.

ÉVALUATION DE LA PRODUCTIVITÉ DES PÂTURAGES PAR LES ANIMAUX

P.T. Spear

Henderson Research Station, Private Bag 2004,
Mazowe, Zimbabwe

Sommaire *Les herbages, en Afrique, sont généralement pâturés. C'est pourquoi l'évaluation des espèces et variétés à y introduire doit inclure des expériences de paissance. Ces dernières sont coûteuses et ne peuvent avoir qu'un caractère semi-permanent; on en limitera donc l'importance autant que possible tout en cherchant à en tirer des renseignements précis; leurs objectifs devront, d'emblée, être clairement définis. Les traitements choisis serviront de complément aux pratiques agricoles locales tout en permettant de définir le potentiel productif d'un certain type de pâturage dans l'environnement en question. La répétition des expériences dans le temps est indispensable, notamment pour apprécier la persistance du pâturage. Les animaux servant aux essais seront choisis avec soin et posséderont un potentiel génétique capable de refléter activement la productivité des espèces pâturées. On s'inspirera de critères objectifs pour commencer et terminer les essais. L'appréciation de la productivité des animaux comme celle du pâturage doivent être complémentaires et pouvoir améliorer les connaissances déjà acquises.*

En Afrique, la plupart des terres herbagères sont pâturées. À un moment donné, on devra donc recourir aux animaux comme sujets d'expérience pour en apprécier la valeur. Les essais de paissance offrent aux scientifiques l'occasion, au moins, de reproduire artificiellement les pratiques des producteurs, et il importe donc qu'ils aient lieu dans des conditions permettant d'en apprécier les résultats en fonction des pratiques agricoles locales. Toutefois, le désir de se rapprocher

autant que possible de ces dernières ne doit pas être une fin en soi, surtout dans le cas des régimes culturaux paysans à faible rendement. Les chercheurs s'efforceront d'élargir leurs horizons de façon à y inclure autant d'autres éventualités que possible et à tirer le maximum de productivité des ressources disponibles, y compris leur propre compétence.

La réussite des expériences de paissance dépendra au plus haut point des connaissances en zootechnie et en agronomie pastorale des responsables. Ces derniers doivent pouvoir répondre aux exigences de ce qui est, en fait, une unité d'agriculture intensive, avant d'aborder l'expérimentation. En termes de sol, d'élevage, de temps et de compétence, les essais de paissance constituent la phase la plus coûteuse de l'évaluation des pâturages. Il est donc essentiel, avant de les mettre en train, de laisser le moins possible au hasard la connaissance de l'environnement du futur pâturage.

On ne saurait apprécier les essais de paissance et leurs résultats sans tenir compte de la situation économique actuelle ou des modes de production existants. Leur but sera donc de compléter et de développer les régimes en usage autant que d'en introduire de nouveaux.

OBJECTIFS ET PLANIFICATION

Pour définir les objectifs d'une expérience, il est bon d'énoncer d'abord le problème, ce que l'on peut faire par une série de simples questions. Par exemple, pour les hauts plateaux du Zimbabwe, nous pourrions nous demander si les pâturages naturels, en qualité et en quantité, peuvent entretenir les catégories de bestiaux convenant à ces régions. Est-il possible d'améliorer les conditions naturelles? Dans l'affirmative, dans quelle mesure, avec quels intrants, en quelles saisons, et à quel prix? Ces questions une fois posées, les objectifs de la recherche se précisent.

Tout essai de paissance prévu dans un but spécifique n'a qu'un caractère semi-permanent. Au départ, le plan doit donc être rationnellement conçu pour éviter les gaspillages de ressources et de temps. La replication opportune des essais s'impose, et chacun devrait se poursuivre pendant au moins trois ans. Dans les envi-

ronnements à pluviosité faible et irrégulière, cette durée sera même prolongée pour mieux couvrir une période climatique représentative. Les essais de paissance requièrent du chercheur qu'il s'intéresse à la fois au sol, aux animaux et à leur interaction. Comme c'est souvent le cas, les spécialistes de la recherche en zootechnie et en pâturages travaillent dans la même station, et il leur est possible de combiner leurs ressources, en utilisant notamment des animaux servant à des expériences confiées aux deux catégories de scientifiques; le procédé sera excellent pourvu que les parties se soient d'abord entendues sur les priorités envisagées.

En certaines circonstances, on aura peut-être à retirer les animaux affectés aux essais de pâturage pour les finir en parcs. Cela n'a pas grand-chose à voir avec la recherche sur les pâturages, mais les résultats de l'alimentation en parcs ont souvent une grande influence sur le profit du producteur. Il serait préférable que cette phase soit confiée au responsable des pâturages.

La catégorie de bestiaux servant à l'expérience dépendra souvent des objectifs de la recherche. Cependant, quand il s'agit d'une première évaluation du pâturage, il est peut-être préférable de recourir à la catégorie d'animaux la plus facile à entretenir et dont on peut déjà disposer. En commençant son évaluation de cette manière, le chercheur pourra fixer les limites de son étude du pâturage avant de s'aventurer dans les complexités de la sélection et de la reproduction des animaux.

CHOIX DU TRAITEMENT

Les procédés à adopter dépendront en bonne part des objectifs de l'expérience. De façon générale, celle-ci se fera avec des groupes d'animaux sélectionnés, paissant à différents taux de charge ou suivant différents modes de paissance et de fertilisation des pâturages. Le choix du schéma expérimental pourra se faire en consultation avec des biométriciens.

En règle générale, la méthode des blocs aléatoires est la plus simple et la plus facile à utiliser. Les

deux grands principes à observer ici sont la replication et la randomisation. Idéalement, les traitements devraient être replicatifs, tant dans l'espace que dans le temps. La superficie affectée aux essais de paissance peut comporter plusieurs hectares. Il est peu probable que le terrain et l'environnement y soient uniformes, ce qui rend indispensable la replication de l'expérience. On ne conseille pas d'en réduire l'ampleur en utilisant l'animal comme unité expérimentale, la performance des animaux composant le groupe n'étant pas indépendante. Généralement, mieux vaut diviser le groupe en deux lots égaux, même si le nombre de sujets est peu considérable, plutôt que de compter sur un groupe nombreux ou sur des sujets séparés comme replicatifs.

Choix du taux de charge

Dans une expérience visant à comparer un pâturage amélioré aux parcours naturels d'une région, on applique d'abord les taux de charge généralement adoptés pour les parcours naturels et, ensuite, une série de taux plus élevés. En partant de zéro, on ne pourra généralement pas définir du premier coup le taux optimal pour un certain pâturage. Comme exemple de ce problème, mentionnons les premières observations sur la productivité des pâturages de Silverleaf et de chiendent de Nlemfu, effectuées en 1979 à la Station de recherche d'Henderson. Au début de l'évaluation de ces espèces, les taux de charge variaient de 1,5 à 3,07 bouvillons à l'ha. Ils sont aujourd'hui de 3,9 à 6,39/ha comme l'indique le tableau 1.

Le tableau 2 donne un exemple de l'utilisation expérimentale de toute une gamme de taux de charge dans l'évaluation d'un semis de chiendent de Nlemfu fertilisé avec de l'azote. La gamme est d'ordre général mais il est à noter qu'on a omis ceux des traitements voués à l'échec, ce qui a permis de maintenir l'essai à une échelle raisonnable.

Le taux de charge ayant une importance primordiale dans la gestion des pâturages, c'est le facteur qui doit être le plus approfondi. L'expression elle-même n'est pas la description précise d'une seule mesure et le sens doit en être précisé. Le taux de charge est la mesure immédiate du nombre d'animaux que peut porter une

Tableau 1. Effets du taux de charge sur les gains de masse vive de bouvillons en paissance dans des pâturages de desmodie Silverleaf et de chiendent de Nlemfu de régions sèches (Spear et al. 1984a).

Année	Charge nominale (bouvillons/ha)	Masses initiales à jeun (kg)	Taux de charge réel initial (kg/ha)	Gains de masse vive par tête (kg)	Gains de masse vive par hectare (kg)
1970-1980	1,50	234,8	352,2	190,4	285,6
	2,05	228,9	469,3	176,6	362,2
	2,60	232,1	603,5	174,9	454,7
	3,10	233,6	724,2	146,4	453,8
1980-1981	2,25	254,8	573,3	168,3	378,7
	3,07	254,8	782,2	177,0	543,4
	3,90	253,5	988,7	141,8	553,0
	4,73	255,2	1 207,1	120,8	571,4
1983-1984	3,90	232,2	905,6	119,6	466,4
	4,73	221,5	1 047,7	114,9	543,5
	5,56	228,2	1 268,8	121,8	677,2
	6,39	228,6	1 460,8	86,6	553,4

Tableau 2. Exemple d'un choix de traitement dans une évaluation d'essai de paissance en pâturages de chiendent de Nlemfu fertilisés à l'azote (Parking et Boultwood 1981).

Dose d'azote (kg/ha)	Taux de charge en bouvillons d'un an, par hectare									
100	5	6	7	8						
200			7	8	9	10				
300					9	10	11	12		
400							11	12	13	14

certaine unité de superficie (Booysen 1967). Il n'est pas tenu compte des animaux considérés à l'état de masse. Un peu plus raffinée, l'expression peut se traduire par la masse par hectare représentant les unités d'élevage (UE) qui s'y trouvent, mais ce taux actuel demeure toujours un moyen de mesure instantané et présente des problèmes dont nous discuterons plus loin. En définissant le taux de charge comme le taux initial et en y incluant une description des animaux visés, on évitera des malentendus.

Le nombre de jours de paissance par hectare, ou capacité de charge, est une autre expression équivoque, en particulier lorsqu'il s'agit de traduire en nombre par jour une valeur saisonnière. Dans les situations où le nombre d'animaux par hectare est fixe et où ceux-ci gagnent en masse, la capacité de charge quotidienne réelle s'accroît avec le temps, et en tenant compte d'une valeur moyenne on court le risque de surestimer la capacité de charge initiale. Si l'expérience est décrite comme s'agissant d'un pâturage chargé à une certaine date d'un nombre X d'animaux formant une masse A et gagnant Y kilogrammes en un certain nombre de jours pour être ensuite retirés de l'expérience après avoir atteint la masse B, le lecteur risque moins d'erreurs d'interprétation.

Aux fins de leurs analyses statistiques, les biométriciens préfèrent voir des accroissements espacés

régulièrement d'un taux de charge à un autre. Si la masse moyenne des groupes est égale, la procédure est facilement applicable. Il est cependant peu probable que cette masse demeure identique d'une année à l'autre, et les comparaisons par années perdront leur valeur. C'est une bonne raison pour laquelle les traitements devraient être replicatifs par saison aussi bien que dans le temps.

L'expérience suivante effectuée à Henderson est un bon exemple des problèmes reliés à l'expression exacte du taux de charge. Pour évaluer leur développement compensatoire en pâturage, des bouvillons ont reçu en hiver quatre quantités différentes d'un complément de ration, de sorte qu'au moment de leur accès en pâturage, les groupes présentaient entre eux des différences massiques assez importantes. Chaque groupe fut ensuite séparé d'après quatre taux de charge, soit 7, 9, 11 et 13 bouvillons/ha et mis à pâturer dans du chiendent de Nlemfu fertilisé à l'azote.

Vu les quantités différentes de complément consommées, les groupes représentaient des masses initiales sensiblement inégales et, en conséquence, le taux réel de charge du pâturage devait également différer, même avec des taux nominalement égaux. Au cours de l'expérience, les sujets ayant reçu le moins de complément en hiver ont gagné le plus de poids durant l'été et, abstraction faite de l'anomalie des taux de charge, on pourrait attribuer ces gains supérieurs au développement compensatoire. Toutefois, en tenant compte des taux actuels, on peut expliquer une bonne partie de ces gains supplémentaires par la réduction effective du taux de charge. Dans la même expérience, la situation s'est aussi présentée où, à un même taux actuel de charge, on comptait un nombre différent d'animaux. Le traitement qui en comptait le plus a produit les gains à l'hectare les plus considérables; l'explication la plus plausible de ce phénomène réside dans le développement compensatoire. Dans ce cas-ci, les nombreux sujets plus légers avaient encore besoin d'engraissement en parcs, ce qui annulait l'avantage de leur meilleur développement au cours de l'été (Spear et al. 1984b).

D'autres facteurs tels que la conduite de la paissance, les quantités d'engrais et la saison d'utilisation agissent également sur la productivité et peuvent

compter parmi les variables des traitements. L'idéal eût été de remédier aux déficiences de fertilité des sols avant le stade des essais de paissance. Toutefois, l'animal en pâturage modifie le rapport existant entre la croissance de l'herbe et les apports d'engrais en raison de permutations considérables d'éléments nutritifs, en particulier pour le phosphore et la potasse. C'est pourquoi il peut être nécessaire d'évaluer les traitements aux engrais chimiques d'après les taux de charge optimaux.

La saison d'utilisation

La saison d'utilisation est à déterminer d'après les particularités et les nécessités de l'environnement en question. Sur les hauts plateaux du Zimbabwe, la saison est heureusement divisée en deux périodes de végétation : estivale ou de croissance, et sèche hivernale. En conséquence, le plus grand nombre de pâturages aménagés jusqu'à présent l'ont été en vue de l'été. Dans notre cas, la définition de la saison d'utilisation en a été grandement facilitée. Elle sera plus difficile dans les régions sans gel où les précipitations sont réparties sur toute l'année. Les expériences d'évaluation de la productivité pour toute l'année insisteront différemment sur les variables des traitements, comme les taux de charge et les compléments alimentaires.

À Henderson, par exemple, on utilise pendant la saison de végétation des pâturages de Silverleaf et de chiendent de Nlemfu, surtout parce que c'est la saison durant laquelle les agriculteurs en retireront le plus de profit. Maintenant que l'on a pris comme norme les prairies de Silverleaf, les nouveaux pâturages devront faire mieux durant la saison de végétation ou bien s'améliorer aux époques de l'année où Silverleaf ne réussit pas aussi bien. C'est ainsi, par exemple, qu'on essaie actuellement Leucaena leucocephala avant tout pour sa valeur comme complément hors saison des pâturages d'été déjà productifs.

Avant de commencer pleinement les essais de paissance, on se rendra compte des carences particulières en éléments nutritifs, ou d'autres déficiences de phosphore et de sodium qui peuvent exister dans les pâturages de chiendent de Nlemfu (Herrington et al. 1971). Ce genre de carences peut généralement se redresser à l'aide de compléments minéraux servis aux animaux en pâturage.

Les problèmes de toxicité rencontrés avec leucaena sont plus difficiles à résoudre, mais on y parvient de plusieurs manières (Jones et Megarrity 1983). Les inconvénients de ce genre ne devraient pas influencer sérieusement le choix des traitements. Si les carences et les risques de toxicité font obstacle à la production animale, c'est que le pâturage ne se prête pas à des essais de paissance.

Le régime de paissance

Le régime de paissance à adopter est un sujet controversé et l'on en a essayé beaucoup. Le bon sens voudrait que, vu les multiples variables existant tant du côté des animaux que pour les pâturages, le régime le plus simple est celui offrant le moins de risque de confusion, donc celui qu'on adoptera. Le cas le plus représentatif est celui d'un nombre déterminé d'animaux paissant sans interruption dans un même enclos pendant toute la durée de l'expérience. En certaines circonstances, la paissance continue peut être impossible, comme en Australie avec leucaena (Jones et Bray 1982). Dans ce cas, on a recouru à une rotation simple pour préserver la vigueur de l'herbage. L'inconvénient des rotations est un nombre infini de combinaisons de numéros d'enclos, de périodes d'occupation et d'absence. Les rotations permettent parfois de prolonger la durée d'utilisation, ce qui peut être un facteur important. Bien entendu, aussi, si le chercheur est en face de sites expérimentaux différant entre eux par la pente, l'aspect ou l'ennoyage du terrain, leur division et leur affectation à différents traitements à l'aide de la rotation peuvent aider à résoudre le problème. Ici encore, une charge fixe dans lequel le nombre d'animaux par traitement ne varie pas est à recommander.

Les systèmes de pâturage à charge variable peuvent fournir la matière à des études fascinantes mais ils manquent de réalisme et sont difficiles à interpréter. Ce genre d'essais exige aussi un sens élevé de l'organisation et un jugement sûr quant au moment de soumettre les animaux à l'expérience et de les en retirer. Si les restrictions à la recherche ont pour cause principale des problèmes d'organisation plutôt qu'un manque d'espace ou d'animaux, on s'efforcera de simplifier les choses et de se tenir aussi près que possible de la réalité. Quelle que soit la méthode d'évaluation adoptée, on la conservera pour tous les pâturages à

comparer, même si les comparaisons ont lieu en différentes saisons. Ne pas oublier que, par rapport aux pâturages d'un agriculteur, ceux appartenant à une station de recherche seront sans doute traités avec ménagement. Seuls les pâturages capables de résister aux plus rigoureux traitements dans les stations de recherche pourront survivre à la ferme.

Alimentation complémentaire

Une fois renseigné sur des points essentiels comme les taux de charge et la performance des animaux, on aura parfois à adopter des traitements comportant diverses doses de compléments protéiques ou énergétiques conjointement avec les taux de charge normalisés. Chaque fois que le cas se produira, il est important de disposer, à titre de témoin, d'un traitement exempt de tout complément. Si la chose est impossible, parce que les taux de charge recherchés sont tellement élevés ou que le complément constitue une part importante de la ration, le pâturage devient alors le véritable complément et doit être considéré comme tel. Le traitement avec complément zéro est la seule base pouvant servir à comparer les compléments. Les chiffres du tableau 3 révèlent l'importance de ce point.

En examinant chacun des résultats, il est clair que les compléments ont réussi à augmenter les gains de masse vive des bouvillons. Toutefois, en comparant la performance des sujets qui ont reçu le complément et de ceux n'en ayant pas reçu, il apparaît également que l'utilisation du maïs ne s'est pas révélée très efficace. Ce qui semble indiquer que le complément n'agit pas tellement comme il devrait le faire dans le régime alimentaire de l'animal, mais plutôt comme remplacement. Néanmoins, ce manque d'efficacité n'indique pas nécessairement que le résultat du traitement n'est pas économique. L'exemple souligne la nécessité d'évaluer globalement le régime de production en termes de rentabilité du produit obtenu.

SÉLECTION DES ANIMAUX

Dans tout essai de paissance, la sélection des sujets revêt une importance primordiale. Les objectifs de l'expérience révéleront de façon précise les catégories d'animaux dont on a besoin ainsi que les produits

Tableau 3. Effets du taux de charge et de la quantité de complément de maïs entier sur les gains de masse vive de bouvillons en paissance dans des pâturages de desmodie Silverleaf et de chiendent de Nlemfu de régions sèches (Spear et Chikumba 1984a).

Taux de charge (bouvillons/ha)	Kg de maïs par bouvillon et par jour	Gains de masse vive /bouvillons (kg)	Gains de masse vive /ha (kg)	Maïs/bouvillon (kg)	Consommation kg de gain supplémentaire
3,90	0	119,6	466,4	0	0,00
	1	161,0	627,9	175	4,23
	3	169,0	659,1	525	10,63
4,73	0	114,9	543,5	0	0,00
	1	135,0	638,6	168	8,40
	3	153,0	727,5	504	13,23
5.56	0	121,8	677,2	0	0,00
	1	115,2	640,5	165	(165,00)
	3	152,8	849,6	501	16,20
6,39	0	86,6	553,4	0	0,00
	1	103,6	662,0	154	9,10
	3	136,0	869,0	504	10,20

qui serviront de mesures : viande, lait ou progéniture. Quel que soit le genre d'animaux choisis, le chercheur s'efforcera de neutraliser ou de normaliser l'effet des maladies et des parasites afin de réduire le plus possible toute variation supplémentaire. Il est très important que les traitements prophylactiques appropriés se poursuivent pendant les années de l'expérience. Des infestations de tiques plus ou moins sérieuses risqueraient, par exemple, de confondre les résultats. Les moyens d'action varieront d'une région à l'autre et les vétérinaires seront les mieux placés pour en décider. À Henderson, tous les sujets servant aux expériences sont baignés contre les parasites, une fois par semaine durant l'été et une fois par quinzaine en hiver. La composition du bain est changée selon les saisons et tous les animaux sont traités avec un vermifuge au début de chacune des phases de l'expérience : mise en pâturage d'été, commencement de l'hiver, rentrée en parcs. Ces pratiques sont strictement observées, l'expérience ayant révélé que leur omission pourrait être désastreuse.

Adaptation à l'environnement

Les sujets affectés aux expériences de paissance doivent être adaptés à l'environnement et pouvoir répondre à toute la série des traitements appliqués. Si l'environnement a été amélioré par l'introduction de légumineuses à pâturer, on choisira des animaux déjà adaptés à ce nouveau milieu. Ce sera le cas, en particulier, pour les pâturages de qualité supérieure où la production par tête est ce qui compte le plus. Si cette dernière est limitée par le potentiel de l'animal, on ne saurait faire l'évaluation complète du pâturage. Les expériences effectuées à Henderson illustrent une fois de plus le problème. Nous avons déjà mentionné l'évaluation de Silverleaf et du chiendent de Nlemfu. Dans chaque groupe expérimental de bouvillons en pâturage, les différences en gain total par tête sont généralement considérables. Pour la saison 1983-1984, deux lots de bouvillons furent spécialement choisis pour leur uniformité et leur performance antérieure avant la sélection habituelle du groupe, et affectés ensuite à l'essai en traitements duplicatifs des autres groupes choisis de la façon normale.

On verra d'après le tableau 4 que les bouvillons spécialement choisis ont affiché de meilleurs gains de

Tableau 4. Effets de la sélection sur les gains de masse vive de bouvillons en paissance dans des pâturages de desmodie Silverleaf et de chiendent de Nlemfu de régions sèches, à différents taux de charge (Spear et Chikumba 1984b).

Taux de charge (bouvillons/ha)	Masses initiales à jeun (kg)	Masses finales à jeun (kg)	Gains de masse vive par tête (kg)	Gain par hectare (kg)
3,90 sélection normale	232,2	351,8	119,6	466,4
3,90 sélection spéciale	227,6	387,6	160,0	624,0
4,73 sélection normale	221,5	336,4	114,9	543,5
4,73 sélection spéciale	227,8	370,0	142,2	672,6

poids que ceux de la sélection ordinaire. Ce cas illustre la nécessité d'utiliser des sujets au potentiel uniformément élevé lorsqu'on veut évaluer des pâturages de légumineuses très productifs. Quand on a voulu étendre l'évaluation de Silverleaf et de chiendent de Nlemfu à des vaches et à des veaux de boucherie, un nouveau problème a surgi à propos du potentiel animal. Aux mêmes taux de charge que ceux appliqués pour les bouvillons, les vaches de boucherie indigènes ont pris trop de graisse et ont cessé de concevoir.

Deux problèmes se posent ici : a) les vaches utilisées sont incapables de transformer efficacement les aliments tirés du pâturage en gain sous forme de veau, et b) l'essai ne peut être répété, les vaches n'ayant pas de vêlages successifs. La solution du premier problème serait de recourir à des races ayant un meilleur potentiel, et celle du deuxième serait probablement d'adopter des traitements moins nombreux avec des groupes plus considérables.

Le tableau 5 indique clairement que les bouvillons donnent, actuellement, de meilleurs résultats, ce qui souligne la nécessité d'évaluer le pâturage avec différents types de bestiaux, vu la difficulté d'extrapoler les résultats d'une catégorie sur une autre. À cause des complications avec les vaches de boucherie, on utilise maintenant des laitières pour obtenir une mesure plus directe de la production d'après le rendement en lait. Ces vaches ont été choisies parmi de médiocres productrices et les premiers résultats semblent indiquer que nous sommes peut-être tombés dans le même piège, avec des vaches à trop faible potentiel. Ces exemples sont révélateurs du temps que peuvent prendre les recherches sur la valeur du pâturage, mais une fois les fondements bien établis, les comparaisons suivantes devraient connaître moins de détours.

Le choix des sujets à inclure dans un groupe et la répartition des groupes entre les divers traitements devraient être tout à fait aléatoires. Cependant, avec un groupe peu important mais dont les sujets présentent des variations nombreuses, une sorte de sélection par strates donnera des groupes de composition plus homogène. La répartition des groupes choisis entre les différents traitements devra, elle, être complètement aléatoire et définitive. La sélection peut se faire d'après le sexe, l'âge, la masse, la race, l'uniformité et les performances antérieures. Comme on l'a dit plus haut, les bouvillons sont les sujets les plus faciles et leur choix peut avoir lieu selon l'âge, la race et la masse. À Henderson, on s'en tient à des limites étroites et, dans chaque expérience, la différence entre les sujets les plus lourds et les plus légers ne doit pas dépasser 50 kg; on réduit les variations de race en achetant chaque année des sujets d'un même producteur. Les animaux hors type ou ayant des défauts d'ophtalmie, de castration ou autres sont rejetés d'emblée.

Choix des vaches de boucherie

La sélection des vaches présente des difficultés plus sérieuses, à moins que l'on ne soit déjà bien informé sur leurs antécédents. Disposant des données nécessaires, on remplacera la sélection aléatoire en petits groupes par un échantillonnage par strates. Les sujets destinés à un même groupe devraient avoir eu le même nombre de lactations dans le même nombre d'années. La saison précédente est particulièrement importante

Tableau 5. Effets comparatifs du taux de charge sur les gains de masse vive de vaches et de leurs veaux, et de bouvillons en paissance dans des pâturages de desmodie Silverleaf et de chiendent de Nlemfu de régions sèches, avec rotation entre quatre parcs (Spear et Chikumba 1984c).

Taux de charge vache + veaux /ha	Masses initiales à jeun (kg)	Gains de masse vive/ha (kg)	Taux de charge bouvillons /ha	Masses initiales à jeun (kg)	Gains de masse vive/ha (kg)
1,00			2,25	517,3	366,8
vaches		120,3			
+ veaux		165,7			
total	386,7	286,0			
1,50			3,07	705,1	518,8
vaches		168,3			
+ veaux		229,5			
total	558,8	397,8			
2,00			3,90	897,3	609,6
vaches		170,7			
+ veaux		292,5			
total	799,4	463,4			
2,50			4,73	1 092,3	641,9
vaches		162,5			
+ veaux		326,5			
total	996,9	489,0			

parce qu'une vache tarie l'année précédente donnera une veau plus lourd que si elle avait été en lait. Autant que possible, on utilisera les mêmes vaches d'une année à l'autre, en particulier lorsque les traitements peuvent affecter la fécondité et les dates de vêlage. Le rapport entre les veaux mâles et femelles viendra toujours embrouiller les différences entre les groupes, surtout lorsque le troupeau est fixe. Une revue de Mannetje et al. (1976) suggère certains ajustements appropriés.

La variabilité de performance des veaux dépend également du taureau. L'insémination artificielle a l'avantage de permettre au chercheur de normaliser les effets de ce facteur. Les vaches servant aux essais de pâturage ne devront être inséminées que dans leur cycle oestral naturel, la synchronisation risquant de perturber les effets du traitement. Si l'on utilise les taureaux, ils devront être autant que possible de la même ascendance ou posséder des antécédents identiques éprouvés. La période de reproduction doit être limitée et uniforme pour tous les traitements. À Henderson, la période de service est de 60 jours. Celles qui dépassent 90 jours entraînent un étalement des vêlages qui oblige à des ajustements d'âge lors du calcul de la masse sevrée et accroissent encore la variabilité. Les longues périodes de reproduction sont donc à éviter. Lorsqu'on recourt à la saillie naturelle pour de petits groupes expérimentaux, le taureau viendra s'ajouter au taux de charge et cette addition ne sera pas uniforme pour tous les traitements.

Les expériences avec des vaches reproductrices sont facilement perturbées par des maladies comme l'avortement contagieux et l'on évitera avec le plus grand soin, en sélectionnant et en achetant les sujets, les risques de cette nature. Si la progéniture des sujets doit elle-même servir à d'autres expériences, comme les essais de systèmes pratiques à la Station de recherche en agriculture herbagère (Grant et Golding 1973), le troupeau de reproduction devra être assez important pour produire chaque année les descendants nécessaires à la poursuite des essais.

Choix des vaches laitières

La sélection des vaches laitières pour les essais de paissance prendra la même forme que pour les vaches

de boucherie. Elle est cependant plus difficile encore, en particulier dans les pays comme le Zimbabwe où la production laitière à partir du pâturage n'est pas de pratique courante, ou lorsque les pâturages améliorés posent un défi au potentiel des sujets laitiers traditionnels. Le groupage des vaches d'après leur production précédente et le nombre de jours de lactation actuelle seraient le moyen le plus efficace d'équilibrer les groupes en traitement. Un autre problème est celui de la saison de production. Même si le pâturage à évaluer est affecté à la paissance toute l'année, avec ou sans compléments, un certain contrôle sur la saison de vêlage s'impose, autant pour faciliter l'étude comparative que pour optimiser la production. Au Zimbabwe, où la paissance en régions de culture sèche est nettement limitée, la saison de production basée sur le pâturage suit les mêmes critères. Pour évaluer parfaitement le potentiel du pâturage, les vaches doivent être dans leurs 100 premiers jours de lactation au début de la période de paissance et leur production doit pouvoir dépasser le potentiel du pâturage. Ce point est essentiel pour obtenir des évaluations précises de la productivité du pâturage avant de commencer les expériences comportant un complément de ration.

La production laitière à partir du pâturage, lorsque la paissance n'intervient que pour une partie de la saison, est sujette à réserves à cause des effets à retardement que peuvent avoir les régimes d'alimentation précédents et qui font dire que la vache "produit du lait aux dépens de sa graisse". L'enregistrement précis du rendement et de la masse physique, particulièrement pendant la transition d'un régime alimentaire à un autre, évitera en grande partie les spéculations oiseuses sur la véritable valeur du pâturage.

L'IDENTIFICATION

Avant le début de toute expérience, on doit être en mesure d'enregistrer la performance précise de chaque animal, ce qui exige qu'on puisse l'identifier. Celui-ci doit donc posséder un signalement quelconque, par marquage au fer, par congélation ou autrement, pour les sujets appelés à participer aux essais pendant plusieurs années, comme les vaches. On emploie couramment l'entaillage de l'oreille ou les fiches d'oreille. Ce

marquage, bien effectué, permettra de distinguer les groupes, même d'assez loin.

À Henderson, l'usage est de marquer chaque animal avec une fiche en métal numérotée, dès son arrivée à la station. Une fois qu'il a été désigné pour un groupe particulier, il reçoit un autre médaillon, cette fois en plastique de couleur portant un numéro. Cette combinaison de couleur, de chiffres et de lettres identifiera l'animal individuellement et comme membre d'un groupe. Le marquage des numéros de groupe au fer chaud avec une teinture offre une meilleure solution, par le cas où les médaillons pâliraient ou se détacheraient; la fiche métallique à l'oreille reste évidemment la meilleure sauvegarde. Le marquage précis durant les périodes critiques comme celle du vêlage est indispensable, et les erreurs commises alors sont difficilement réparables.

DÉCISIONS DE GESTION

L'évaluation d'un pâturage dans ses diverses phases doit s'inspirer de critères bien définis, du début à la fin. Si l'expérience comporte la paissance à l'année longue, le problème est simplifié. Par contre, si le pâturage n'est occupé que pendant une partie de la saison, on devra pouvoir établir par des moyens objectifs le moment où il sera prêt à la paissance et celui où l'on en retirera les animaux.

Le moment propice à la mise en pâturage peut dépendre de l'abondance plus ou moins grande de la végétation par hectare ou par unité de masse vive animale à faire paître. L'état de la végétation peut se définir d'après ses principales composants, comme la proportion des légumineuses, en particulier si la quantité de ces dernières a un rapport étroit avec la productivité des bestiaux ou peut souffrir d'une paissance excessive. De façon idéale, la quantité d'herbage par unité de masse animale devrait servir de base, parce qu'un taux uniforme de X kilogrammes par hectare favorisera les traitements comportant les taux de charge les plus faibles. La situation devient plus confuse lorsqu'on recourt aux rotations. Par exemple, si le 1er enclos dans un système de quatre est chargé à la date voulue, le fourrage de l'enclos n^{o} 4 sera mûr au moment où la paissance y commencera. Les gestionnaires expérimentés

se trompent rarement dans leur estimation du moment où un pâturage est prêt à recevoir les animaux, la seule mesure nécessaire étant de quantifier leurs décisions. Dans les essais de systèmes ou lorsqu'un pâturage doit être utilisé ou sacrifié pour répondre à un besoin précis, comme dans le cas des pâturages d'Eragrostis curvula pour la paissance de printemps, la mise en pâturage peut avoir lieu suivant certaines dates, le rendement subséquent du pâturage ayant moins d'importance que son utilisation saisonnière.

Le moment de retirer les animaux dépend également de l'objectif en vue. Si la productivité du pâturage a priorité, on laissera les animaux gagner en masse ou produire du lait aussi longtemps que possible. À Henderson, on les retire de l'expérience lorsque la masse moyenne du groupe enregistre une baisse à deux pesées hebdomadaires consécutives. Si les bouvillons doivent poursuivre leur engraissement, on procédera à ce retrait immédiatement sinon, ils seront abattus dès que possible. Les vaches de boucherie et leurs veaux sont retirés du pâturage soit lorsque la masse moyenne du groupe (vaches et veaux) baisse à deux pesées hebdomadaires consécutives, ou lorsqu'elle descend à 95 % de son sommet de l'été. Cependant, le critère d'appréciation d'après ce dernier point est arbitraire. Dans les essais avec des bovins de boucherie, c'est le poids gagné par les veaux qui revêt le plus d'importance tandis que le poids massique des vaches n'a d'intérêt que s'il atteint un point extrême pouvant nuire à la reproduction. À la fin de l'été, il se peut que les veaux continuent à gagner en poids alors que les mères en perdent. On doit s'en tenir à un compromis à partir des critères que nous venons d'exposer. En pratique, le système fonctionne bien; lorsque les vaches auront perdu 5 % de leur poids massique maximal, les veaux commenceront à en perdre également.

Le bétail laitier pose un problème spécial, parce qu'il récupère difficilement toute baisse de sa lactation quotidienne. Si leur performance ultérieure n'offre pas d'intérêt spécial, les vaches pourront rester au pâturage aussi longtemps qu'elles produiront sans perdre de leur poids massique. Par exemple, celles qui produisent moins de 20 litres de lait, au total, durant cinq jours consécutifs, et toutes celles qui perdent de la masse pourront être retirées du pâturage une par une.

En cas de transfert des animaux d'un pâturage à un autre suivant les changements de saison, dans le cadre d'un programme de production, les décisions à prendre s'inspireront des résultats obtenus des évaluations précédentes des pâturages.

MESURES APPLICABLES AUX ANIMAUX

La fréquence et le genre de mesures à prendre dépendront des ressources dont on dispose et des informations à fournir. Celles qu'on relève le plus couramment sont les modifications massiques, mais le rendement laitier et la fécondité ont également de l'importance. Les laiteries devraient pouvoir fournir les chiffres de production individuelle quotidienne. Le poids massique des vaches n'est pas à négliger non plus et on devrait le relever au moins une fois par mois. D'autres relevés dépendront de l'objectif poursuivi et de questions d'ordre financier. Au Zimbabwe, par exemple, le prix du litre de lait au producteur dépend partiellement du pourcentage de matière grasse et de la qualité du lait. Le relevé mensuel de la teneur en gras et l'analyse bactérienne sont donc essentiels. D'autres mesures ne seront effectuées que si elles sont spécifiquement nécessaires.

Changements de la masse physique

Le contrôle des changements massiques, pour toutes les catégories d'animaux, est un moyen précis de vérifier la productivité. Cependant, le poids massique des animaux peut varier considérablement en raison, notamment, du contenu du système digestif. Un jeûne de 16 à 24 heures imposé aux animaux avant les pesées permettra de réduire ce contenu et, en même temps, les différences de poids massique. On ne procède ainsi, du reste, que lorsqu'on désire des mesures précises, soit au début ou à la fin d'une phase de l'expérience. Durant le cours normal de l'expérience, les pesées habituelles permettent d'observer la tendance générale et n'ont pas à être aussi exactes. Ces opérations doivent prendre aussi peu de temps que possible, pour éviter tout stress inutile aux sujets. On applique souvent une correction de masse au sevrage pour une date de naissance. Toutefois, si cette date est un effet du traitement, tout ajustement

ne fera qu'embrouiller les résultats. Lorsque l'expérience du pâturage ne porte que sur une partie de la saison ou de la période du présevrage, le gain de poids du veau sera une mesure mieux appropriée de la production que la masse au sevrage.

Le procédé le plus précis pour évaluer les gains de poids des animaux se base sur les changements de masse effectifs des carcasses. L'opération peut s'effectuer en abattant des animaux échantillons à certains stades importants de l'expérience. À Henderson, tous les bovins de boucherie sont pesés chaque quinzaine, et chaque semaine aux périodes de changement critique à la fin d'une phase. À ce moment, tous sont soumis au jeûne et c'est le poids de la masse à jeun, au début et à la fin de la phase, qui sert de mesure d'évaluation. Si les animaux ne se rendent pas jusqu'à la phase suivante ou font partie d'un groupe témoin, on les abat aussitôt que possible. Les informations à ce stade représentent le poids massique des carcasses, ou de la masse des carcasses habillées, à froid (masse habillée à l'état chaud moins 3 %). Au Zimbabwe, l'abattage est effectué par la Commission de la réfrigération, organisme parastatal chargé des achats, de l'abattage et de la distribution de la viande bovine. Les carcasses sont classées d'après le sexe, l'âge, le rapport masse/longueur de carcasse plus la couche de graisse. Toutes ces informations peuvent être condensées en valeur par kilogramme ou par carcasse. Les prix fixés varient d'un maximum atteint en janvier, à un minimum en mai. L'époque de l'abattage est souvent un effet du traitement, tout comme le sont les fluctuations de prix.

MESURES APPLICABLES AUX PÂTURAGES

Les mesures applicables aux pâturages contribueront à expliquer la performance des animaux et devraient être prévues comme un contrôle des points les plus susceptibles d'influencer leur productivité. La valeur des pâturages peut se mesurer d'après le rendement, la qualité, la composition et la persistance. Il appartiendra aux chercheurs de décider des facteurs qui offrent pour eux le plus d'intérêt.

La mesure de la quantité d'herbage disponible et celle du rendement du pâturage ne renseignent qu'indi-

rectement sur la valeur de ce dernier pour l'animal, ni l'une ni l'autre n'indiquant ce que le bétail consomme. Il est possible d'évaluer la qualité du pâturage par des essais de digestibilité, mais à moins de recourir à des sujets fistulés, il est très difficile de juger du régime de l'animal. Dans un pâturage mixte de légumineuses et de graminées, les bouvillons peuvent se montrer capricieux et adopter un régime qui répond à leur gourmandise au lieu de consommer un échantillonnage représentatif des diverses composantes de l'herbage (Mufandaedza 1980).

La composition du pâturage revêt une importance particulière quand celui-ci est un mélange de graminées et de légumineuses ou de diverses espèces dont les proportions, notamment celles des légumineuses, peuvent avoir un effet marquant sur la performance du bétail. Les variations dans la composition botanique du pâturage n'ont souvent aucun effet immédiat sur cette performance. On observera l'interaction de l'animal paissant et de la composition de l'herbage en surveillant notamment l'invasion des plantes adventices et la persistance du pâturage.

Il est indispensable de mesurer en termes constants les composantes principales du pâturage, ce que l'on ne pourra faire utilement qu'au cours d'une assez longue période. Le mesurage botanique, de façon générale, est sujet aux fluctuations climatiques, surtout de la pluviosité. Dans les climats plus chauds, il devra donc couvrir un cycle climatique caractéristique. Conjointement avec l'analyse botanique et, en particulier, en cas d'apports d'engrais qui constituent des variables du traitement, les analyses du sol devraient être pratique courante.

INSTALLATIONS

La réussite des essais de paissance nécessite des installations bien conçues et bien entretenues. Celles-ci doivent permettre l'exécution de toutes les mesures prévues, quelles qu'elles soient, et l'enregistrement de tout ce qui est nécessaire aux expériences à exécuter, avec le minimum de stress possible pour les animaux. Elles disposeront de l'équipement exigé par les manipulations des animaux, des canalisations d'eau, des parcs

et des couloirs de rassemblement bien adaptés pour les bestiaux. Idéalement, ces installations seront situées en un point central et comprendront un bain à immersion ou un parcours de pulvérisation, une bascule adaptée à la sorte d'animaux concernée et des enclos de dimensions suffisantes pour contenir, à un moment donné, la majorité sinon la totalité des groupes expérimentaux sans les mélanger.

Les constructions devront pouvoir empêcher les animaux de s'échapper, point surtout important au moment des sevrages ou des périodes de jeûne. Quelques-uns, au moins, des parcs d'attente devront posséder un abreuvoir, au cas où des animaux y resteraient confinés pendant assez longtemps, ou par un temps fort chaud. Le collet d'attache à la bascule, le parcours et le pupitre d'inscriptions seront abrités et placés sur un plancher de ciment. L'installation devra également comporter l'éclairage et l'eau courante, en particulier si l'on pratique l'insémination artificielle. La conception et les plans exigent une grande attention pour rendre les manipulations des animaux aussi faciles et pratiques que possible.

Tous les enclos expérimentaux devront pouvoir contenir tous les animaux qui y seront confinés. Chacun possédera ses propres moyens d'abreuvage et le système de distribution d'eau devra suffire aux besoins de l'expérience, même en périodes de sécheresse.

CONCLUSION

Les essais de paissance constituent généralement la phase terminale de l'évaluation du pâturage. Aussi, les résultats à en retirer pourront-ils être décisifs pour l'avenir des pâturages dans la région à l'étude. Les expériences devront donc être planifiées avec soin, effectuées avec minutie et interprétées sans préjugés.

Les objectifs de la recherche seront clairs dès le début. Le choix du traitement et des animaux ne doit négliger aucun aspect de la production, et le potentiel du pâturage sera décrit en termes précis.

Des expériences bien conduites et des comparaisons rationnelles donneront des résultats concluants, ne

laissant aucun doute quant à leurs possibilités d'application. La mise au point de systèmes de production établis sur ces bases, utilisant intelligemment les ressources naturelles tout en améliorant la rentabilité des exploitations agricoles, se place en tête des priorités de la recherche.

Si le programme d'évaluation des pâturages a pour aboutissement la publication lucide d'une documentation globale sur l'utilisation, la productivité et la conduite des pâturages, les chercheurs auront su apporter une contribution précieuse au développement agricole de leur région.

BIBLIOGRAPHIE

Booysen, P. de V. 1967. Grazing and grazing management terminology in Southern Africa. Proceedings of the Grasslands Society, 8th Africa, 2, 45-57.

Grant, J.L. et Golding, B.A. 1973. Systems of beef production using veld and nitrogen fertilized pastures. In Annual Reports 1973/74-1981/82. Division of Livestock and Pastures, Harare, Zimbabwe. Harare, Zimbabwe, Department of Research and Specialist Services.

Herrington, M.D., Elliot, R.C. et Brown, J.E. 1971. Diagnosis and treatment of thyroid disfunction occurring in sheep fed on Cynodon plectostachyus. Rhodesia Journal of Agricultural Research, 9, 87-93.

Jones, R.J. et Sandland, R.L. 1974. The relation between animal gain and stocking rate: derivation of the relation from results of grazing trials, Journal of Agricultural Science, 83, 335-342.

Jones, R.J. et Bray, R.Q. 1982. Agronomic research in the development of leucaena as a pasture legume in Australia. In Leucaena Research in the Asian and Pacific region. Proceedings of a workshop held in Singapore, 23-26 November 1982. Ottawa, Canada, International Development Research Centre, IDRC-211e, p. 41-48.

Jones, R.J. et Megarrity, R.G. 1983. Leucaena toxicity studies. In Annual Report, Division of Tropical Crops and Pastures, CSIRO. Canberra, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), p. 116-117.

Mannetje, L.t', Jones, R.J. et Stobbs, T.H. 1976. Pasture evaluation by grazing experiments. In Shaw, N.H. et Bryan, W.W., éd., Tropical Pasture Research, Commonwealth Bureau of Pasture and Field Crops, Bulletin No. 51.

Mufandaedza, O.T. 1980. Estimation of intake and composition of the diet of steers grazing a Stargrass/Silverleaf desmodium pasture. In Annual Report 1979/80, Division of Livestock and Pastures, Harare, Zimbabwe. Harare, Zimbabwe, Department of Research and Specialist Services, p. 195-197.

Parkin, D.D. et Boultwood, J.N. 1981. Carcass mass gains of steers grazing Stargrass with different stocking rates and different levels of applied nitrogen. Proceedings of the Grasslands Society, 8th Africa, 16, 51-55.

Spear, P.T., Parkin, D.D. et Ackerman, K.I. 1984a. The effect of stocking rate on the livemass gains of steers grazing dryland pastures of Silverleaf desmodium and Stargrass. (Non publié)

1984b. The effect of the level of winter supplement, summer stocking rate and pen feeding on the carcass mass gains of steers grazing dryland nitrogen-fertilized Stargrass pasture. (Non publié)

Spear, P.T. et Chikumba, L.P. 1984a. The effect of stocking rate and the level of whole maize supplementation on the livemass gains of steers grazing dryland pastures of Silverleaf desmodium and Star Grass. In Annual Report 1983/84, Division of Livestock and Pastures, Harare, Zimbabwe, Department of Research and Specialist Services. (Non publié)

1984b. The effect of animal selection and stocking rate on the livemass gains of steers grazing dryland pastures of Silverleaf desmodium

and Stargrass. In Annual Report 1983/84, Division of Livestock and Pastures, Harare, Zimbabwe. Harare, Zimbabwe, Department of Research and Specialist Services. (Non publié)

1984c. The effect of stocking rate on the livemass gains of beef cows and their calves grazing dryland pastures of Silverleaf desmodium and Stargrass in a four paddock rotation. In Annual Report 1983/84, Division of Livestock and Pastures, Zimbabwe. Harare, Zimbabwe, Department of Research and Specialist Services. (Non publié)

MULTIPLICATION COMMERCIALE DES SEMENCES DE NOUVEAUX CULTIVARS POUR PÂTURAGES : ORGANISATION ET PRATIQUE

D.S. Loch

Department of Primary Industries, P.O. Box 395,
Gympie, Queensland 4570, Australia

Sommaire *Cet exposé traite des techniques de production des semences de pâturages, applicables à leur multiplication commerciale après la présentation d'un nouveau cultivar. On y passe en revue, notamment, l'organisation, l'endroit de la production, l'implantation et les pratiques agronomiques, la récolte, et le rôle de la recherche avec mentions concernant le séchage, l'emballage, l'entreposage et les tests des semences ainsi que leur homologation.*

La production des semences est une phase capitale de la commercialisation des plantes pour pâturages nouvellement produites. La plupart du temps, l'amélioration des pâturages s'effectue par semis. À moins de disposer des quantités de semences nécessaires, l'étape finale de la multiplication du nouveau cultivar à l'échelle commerciale ne peut se réaliser, et tout le travail préalable de production et d'évaluation du nouveau plant reste sans suite.

La production des semences présente beaucoup plus d'importance stratégique que de valeur économique immédiate. Le fait a été démontré au Queensland, vers la fin des années 60, lorsque le manque de semences a empêché la commercialisation de diverses graminées et légumineuses obtenues durant ce qu'on a appelé la révolution des pâturages tropicaux. Depuis lors, les difficultés ont été en grande partie surmontées au Queensland, mais elles pourraient réapparaître dans le cas de nouveaux cultivars produits et offerts en d'autres pays comme ceux de l'Afrique orientale et australe représentée à cette assemblée. C'est pourquoi

nous avons pris comme sujet de cet exposé la technologie de la production des semences de pâturages applicable à leur multiplication commerciale après leur mise en vente.

MÉCANISATION

Avec une main-d'oeuvre abondante et bon marché, il n'est ni nécessaire ni désirable de fortement mécaniser la production des semences de pâturages. Le degré de mécanisation exigé sera cependant laissé au jugement de chaque pays en cause, selon sa situation économique et sociale.

Pour ce qui est des pays représentés à cet atelier de travail, la production continuera sans doute, dans un avenir prévisible, à dépendre pour beaucoup de leur main-d'oeuvre, à moins qu'ils ne disposent peut-être de machines appropriées utilisées pour d'autres plantes cultivées. Avec le temps, ces conditions pourront évoluer comme cela a été le cas au Queensland, il y a 30 à 50 ans, lorsque les agriculteurs ont été acculés à la mécanisation par suite du coût et de la rareté de main-d'oeuvre qualifiée. Cependant, les machines restent coûteuses et leur prix, dans les exploitations mixtes, est généralement étalé sur d'autres récoltes ou, dans le cas d'entrepreneurs, sur d'assez vastes régions cultivées.

D'autre part, la mécanisation peut devenir inévitable en certaines circonstances, comme pour la récolte des desmodies Greenleaf et Silverleaf (Desmodium intortum, D. unicinatum) et des cultivars tropicaux de la stylo (Stylosanthes guianensis, var. guianensis) où les procédés mécaniques s'imposent comme seul moyen de produire de la semence en quantités considérables. Ici encore, la décision appartient à chaque pays visé, en fonction de conditions qui lui sont propres.

DEGRÉ DE TECHNOLOGIE

La production intensive des semences à l'aide d'intrants techniques très avancés n'est pas nécessairement la plus avantageuse, du point de vue économique, en particulier celle des graminées à floraison abondante

durant toute la saison de végétation et dont la production ne nécessite pas de procédés compliqués. Par exemple, dans le centre du Queensland, par des récoltes successives en temps opportun, on peut moissonner de grandes quantités de semences de Buffel grass (Cenchrus ciliaris), d'herbe de Rhodes Pioneer (Chloris gayana) et de panics vert et Gatton (Panicum maximum). Les parcs sont fermés et laissés à eux-mêmes pour produire de la semence après de bonnes pluies de fin de printemps ou du début de l'été, sans que l'on ait à s'en occuper beaucoup, du moins activement, une fois fermées les barrières des parcs (Loch 1983a). Dans d'autres cas, cependant, les moyens à utiliser seront beaucoup plus importants, en particulier pour les cultivars à modeste production de graines comme la sétaire Narok (Setaria sphacelata var. sericea) ou les graminées à périodes de floraison courtes (p. ex., herbe de Rhodes Callide et Samford).

Le vaste éventail des semences de graminées et de légumineuses ainsi que les différences de conditions sociales ont donné naissance à de multiples méthodes de production comme celles décrites par Ferguson pour l'Amérique latine (1979). Les procédés intensifs, cependant, donnent en général des rendements plus élevés et une production plus soutenue que les méthodes opportunistes. On y recourra donc pour les nouveaux cultivars, au moins jusqu'à ce que l'on dispose d'approvisionnements de semence commerciale suffisants. Au Queensland, la tendance de ces dernières années a été de réserver autant que possible les premières phases de la multiplication aux producteurs les plus consciencieux et d'une compétence éprouvée, et l'on doit pouvoir compter, de façon presque indispensable, sur des moyens d'irrigation d'appoint. Ces précautions réduisent les risques de perte du petit et précieux noyau de semences dont on peut disposer au début de la production. Elles maximisent également le facteur de multiplication en vue d'entreprendre ensuite, aussitôt que possible, la production commerciale à grande échelle suivant des procédés peut-être moins élaborés.

Les procédés intensifs ne présupposent pas nécessairement la mécanisation. On préconise au contraire un travail attentif, laissant le moins possible au hasard, utilisant des plantes cultivées avant tout pour produire de la semence. L'observation de ce précepte impliquera

sans doute l'adoption de pratiques recourant à une main-d'oeuvre assez abondante et répondant aux structures et aux pressions sociales propres aux différents pays.

ORGANISATION DE LA MULTIPLICATION DES SEMENCES

Depuis le début des années 70, au Queensland, la multiplication initiale des semences commerciales des nouveaux cultivars a été confiée à un organisme distinct et indépendant, le Comité pour la multiplication des semences (SIC) dont Hopkinson a décrit le fonctionnement en 1980. Chaque SIC comprend un président désigné par le Département des industries primaires du Queensland, d'un représentant de la Seed Industry Association of Australia (les commerçants) et de la Queensland Seed Producers' Association, respectivement, et d'un membre nommé par le Queensland Herbage Plant Liaison Committee. Ce comité décide de la mise en marché de chaque nouveau cultivar. Depuis quelques années, les SIC semblent vouloir étendre leur sphère de compétence au niveau de l'État plutôt que sur le plan local dans lequel ils se cantonnaient d'abord. Ce sont eux qui prennent toutes les dispositions nécessaires, y compris le choix des producteurs, la fixation des prix et la distribution des semences, jusqu'au moment où ils décident de se dissoudre, une fois assuré un approvisionnement adéquat en semences commerciales.

Avant les années 70, il était assez courant que les organismes publics, une fois leur tâche terminée, cessent presque immédiatement de s'intéresser aux cultivars dont ils venaient de sanctionner l'offre au commerce. Le rôle le plus notable de l'institution des SIC a été de porter l'intérêt de ces organismes au-delà de ce stade, jusqu'au moment où le nouveau cultivar aura véritablement été lancé commercialement. Les systèmes de ce genre ne doivent pas nécessairement s'imposer ailleurs, pour autant que les nouveaux cultivars bénéficient du soutien nécessaire d'autres sources après leur présentation. C'est ainsi qu'au Queensland on a réussi à coordonner la multiplication commerciale de l'herbe de Rhodes Callide et Samford (deux des cultivars négligés des années 60) et de l'andropogon traçant Hatch (Bothriochloa insculpta) sans le concours officiel des SIC.

La multiplication commerciale des semences est

extrêmement vulnérable à ses débuts en raison du peu d'ampleur de la production et du manque d'expérience concernant la nouvelle plante. Ce risque d'échec peut être sensiblement réduit en choisissant avec soin trois ou quatre producteurs expérimentés disposant chacun du terrain nécessaire. Si possible, on étalera la production géographiquement sur plusieurs secteurs différents pour minimiser les conséquences de conditions naturelles défavorables (sécheresse prolongée, gelées anormales, pluies et vents à la récolte). Avec un faible noyau de semences (50 à 100 kg ou moins), le SIC est réduit à une année de "constitution" où n'interviennent que quelques producteurs de choix; après la production de quantités plus élevées, il peut alors lancer des offres plus considérables ouvertes à de nouvelles régions. Disposant d'un lot de semences plus important, lors de la présentation (100 à 200 kg ou plus), le SIC est en mesure de faire appel immédiatement à de plus nombreuses demandes de producteurs (en général plus de 10).

Malgré les plans établis avec la plus grande minutie, certaines régions peuvent échouer et il n'est pas rare qu'on ne produise que peu ou pas de semence avant la deuxième année au moins, après l'offre, en particulier dans le cas des plantes vivaces plus durables mais plus lentes à s'implanter. Heureusement, on pourra sans doute compter d'autre part sur une ou plusieurs réussites plus marquées pour entreprendre la multiplication future. Au cours des années, on aura également appris à connaître les producteurs les plus fiables pour cette première phase de la multiplication, augmentant ainsi les chances de succès des offres qui suivront.

Le prix des semences durant les premières phases de la multiplication est fixé par le SIC suivant la loi de l'offre et de la demande. Ces prix sont généralement moins élevés que ceux que pourrait offrir un marché libre, mais supérieurs à ceux auxquels on peut s'attendre à long terme. Bien que l'on entende souvent dénoncer le coût relativement élevé des nouveaux cultivars, cette attitude manque de réalisme et néglige les avantages qui suivront. Tout d'abord, ces prix récompensent les producteurs de première phase dont l'esprit d'entreprise et les succès contribuent grandement à acquérir l'expérience de la nouvelle culture. Ensuite, ils constituent une sorte de catalyseur nécessaire pour attirer de nouveaux producteurs et atteindre le plus

rapidement possible une production intensive et les prix plus avantageux qui s'ensuivront. Troisièmement, ces prix stimulent le développement du marché en permettant que les stocks restreints de semences soient offerts à un plus grand nombre d'utilisateurs et non à quelques gros clients seulement.

La publicité en faveur du nouveau cultivar devra coïncider avec le moment où les approvisionnements de semences seront suffisants et non avec celui où l'on aura fait la première présentation. Autrement, les agriculteurs se désintéresseront d'une marchandise qu'ils ne sont pas en mesure de se procurer. À ce stade également, la publicité incombe aux institutions qui auront produit le nouveau cultivar, pour que celles-ci conservent la confiance des producteurs qui ont assumé les risques de procurer la semence demandée. Tout récemment, il a été question d'inclure la coordination de la publicité dans les fonctions des SIC.

ENDROITS DE PRODUCTION DE LA SEMENCE

L'importance de bien choisir les endroits où l'on produira la semence a été nettement soulignée auparavant (p. ex., Hopkinson et Reid 1979; Loch 1980). Ce choix doit venir au premier rang des préoccupations des producteurs dans un nouveau pays. Biologiquement, l'endroit à affecter aux plantes à semences dépend d'abord des conditions climatiques et, à un degré moindre, du sol. En pratique, d'autres facteurs interviennent encore comme la machinerie et les services connexes dont on pourra disposer, la compétence des agriculteurs, et diverses raisons historiques. Cependant, ces derniers facteurs ont peut-être moins de rapport avec la réalité africaine.

Le climat

Les légumineuses et les graminées destinées aux pâturages tropicaux et subtropicaux forment un groupe très diversifié adapté à un vaste éventail d'habitats. On ne saurait donc considérer un environnement donné comme répondant indistinctement aux meilleures conditions pour la culture des plantes à semences. La production des semences de cultivars particuliers tend à se circonscrire à différentes régions, suivant leur

adaptation générale. En outre, il est possible de mettre en terre un nombre plus élevé de cultivars dans des régions affichant une plus grande diversité climatique, du fait que l'on peut toujours y trouver un coin qui convienne à chacun d'eux. Sur les plateaux d'Atherton au nord du Queensland, par exemple, on passe graduellement du climat chaud de mousson du bas des pentes nord (Walkamin-Mareeba) à la région plus élevée d'Atherton-Kairi-Tolga à environnement plus humide et plus frais. Ces modifications climatiques s'accompagnent d'un changement de la flore cultivée, comme siratro (Macroptilium atropurpureum), stylo, stylo caribbéenne (Stylosanthes hamata), stylo buissonnante (Stylosanthes scabra) et panic Sabi (Urochloa mosambicensis) du côté nord, qui cèdent la place à d'autres tels que desmodie Greenleaf, glycine (Neonotonia wightii), trèfle blanc du Kenya (Trifolium semipilosum), panics vert et Gatton, herbe de Rhodes et sétaire dans les régions plus élevées.

Légumineuses tropicales

Les exigences climatiques des légumineuses essentiellement tropicales ont été exposées en détails par Hopkinson et Reid (1979). La plupart sont plus ou moins des plantes à jour court, et réclament des variations saisonnières de la photopériode leur permettant de répondre à des phases bien définies de développement végétatif et reproductif conduisant à une abondante récolte de semences; ces conditions doivent cependant être accompagnées de l'absence de gel en raison de leur floraison qui a lieu en hiver. Pour siratro et centro (Centrosema pubescens), en particulier, un certain élément de stress (très opportunément dû à l'humidité du sol) est nécessaire pour stimuler un développement reproductif vigoureux; de là la nécessité d'un climat à saisons sèches et humides bien définies et régulières. Le même avantage s'applique à la glycine du Malawi qui, malgré une floraison abondante, ne produira que peu de semences à moins qu'une période de sécheresse ne vienne enrayer son développement végétatif durant la floraison. Il semble qu'une saison humide de quatre mois suffise à ce développement chez la plupart des légumineuses tropicales, avec une limite minimale moyenne de 800 mm de pluies annuelles pour transmettre au sol une humidité suffisante, et une limite supérieure arbitraire de 2 000 mm pour éviter un excès d'humidité qui nuirait

aux pratiques agricoles, et diminuer les risques de maladies.

Dans le cadre de ces exigences générales, certaines préférences spécifiques se manifestent de la part de certaines plantes. Centro, puero (Pueraria phaseoloides) et calopo (Calopogonium muconoides) réclament des hivers plus chauds que la plupart des autres espèces. Siratro réussit le mieux en saisons plutôt courtes et humides et dans un climat hivernal modifié par l'irrigation (Hopkinson 1977). Glycine, axillare (Macrotyloma axillare) ainsi que les desmodies préfèrent une saison humide plus longue et un environnement plus frais que d'autres espèces à floraison hivernale. De là l'emplacement des cultures de semence dans les terres basses subtropicales plus chaudes ou dans les régions tropicales plus élevées présentant quelque risque de gel.

Les maladies peuvent aussi influencer le choix final des endroits de production, bien que l'utilisation de fongicides se justifie parfois. Pour siratro, la rhizoctone interdit presque la production de semences dans les régions plus humides, et la rouille de la fève accroît les difficultés dans les zones marginalement fraîches. Dans le cas de l'espèce Stylosanthes, la flétrissure des épillets par le botrytis et, plus récemment, l'anthracnose ont sérieusement fait obstacle à la production des semences dans certaines régions.

Légumineuses subtropicales

On trouve au Queensland un autre groupe hétérogène de légumineuses cultivées pour la semence, en milieu subtropical. De façon générale, ces légumineuses sont adaptées aux régimes climatiques subtropicaux; la plupart évitent le gel grâce à leur mode de floraison, et les stress ne semblent guère avoir d'effet stimulant sur la floraison. Le trèfle blanc du Kenya (que l'on retrouve également en altitudes plus élevées sous les tropiques) fleurit en hiver et au début du printemps mais ne souffre généralement que des froids les plus vifs dans les régions subtropicales humides. Lotononis (Lotononis bainesii) fleurit surtout au printemps. Stylo à tiges fines (S. guianensis var. intermedia) fleurit abondamment durant l'été et au début de l'automne en raison, apparemment, de son besoin quantitatif de photopériode (Cameron et Mannetje 1977).

L'eschynomène Bargoo (Aeschynomene falcata) et la casse à feuilles arrondies Wynn (Cassia rotundifolia) paraissent insensibles à la photopériode et peuvent fleurir durant la saison de végétation entière à condition de trouver assez d'humidité dans le sol. L'eschynomène américain (Aeschynomene americana), cultivar Glenn récemment introduit, offre également de bonnes perspectives pour la production de semences dans les régions côtières subtropicales : sa floraison en fin d'automne lui laisse le temps nécessaire pour produire de la graine avant l'arrivée éventuelle du gel. Cependant, on devra peut-être s'en tenir dans son cas aux endroits relativement chauds pour minimiser les risques de flétrissures botrytis des épillets, favorisés par les longues périodes de rosée affectant la récolte lorsque les nuits se rafraîchissent. Un cultivar semblable de l'eschynomène américain est déjà cultivé pour la semence sous le climat subtropical de la Floride.

Les diverses légumineuses subtropicales réclament une période de croissance répondant aux conditions nécessaires à la production d'une récolte de semence, bien que la durée exigée soit généralement plus brève que les quatre mois suggérés plus haut pour les espèces tropicales. La pluviosité mieux répartie des régions subtropicales permet une récolte plus hâtive durant la saison de végétation (p. ex., la stylo à tiges fines) ou à la fin de l'hiver (p. ex., le lotononis). La maturité, lorsqu'elle a lieu en été, tend également à réduire l'apparition de maladies lors de la floraison ainsi que les risques d'interruption de la moisson par les intempéries.

En raison de l'irrégularité des pluies dans les contrées subtropicales, un supplément d'irrigation améliorera les chances de la récolte et augmentera le rendement en semences. Ce point a une importance particulière dans les régions à pluviosité moins abondante (p. ex., stylo à tiges fines) et pour le lotononis et le trèfle blanc du Kenya, ces espèces ayant besoin d'un sol assez humide en hiver et au début du printemps lorsque les pluies sont moins fréquentes et moins régulières.

Graminées

Au Queensland, la pluviosité est le facteur primordial qui règle la répartition des récoltes de graminées à semences, compte tenu de leurs facultés d'adaptation

générales et de leur réaction à la photopériode (Loch 1980). On en connaît trois groupes généraux :

a) Buffel grass, herbe de Rhodes Pioneer, makarikari (Panicum coloratum var. makarikariense) et panics vert et Gatton réussissent bien dans le climat plus sec de l'intérieur, fleurissent durant toute la saison de végétation et donnent de la graine en abondance, sans soins particuliers. Pour la plupart, la semence est récoltée au moment opportun dans les pâturages des régions les plus sèches de leur habitat, à l'est et (surtout) au centre du Queensland où la pluviosité annuelle moyenne est quelque peu inférieure à 700 mm. La récolte peut y profiter de la machinerie qu'on y trouve et de sols naturellement fertiles en zones défrichées depuis peu. Pigeon grass pourpre Inverell (Setaria prophyrantha) possède les mêmes attributs et prendra place, sans doute avant longtemps, dans cette catégorie.

b) Les graminées du second groupe, également, poussent bien dans les pâturages de régions sèches, mais ce sont des plantes de jour court qui, pour venir à graine, ont besoin d'humidité pendant les brèves périodes de pleine floraison. Elles réussiront donc mieux dans les régions les plus humides de leur habitat d'adaptation, où la récolte a de meilleures chances de bénéficier de pluies suffisantes, à l'époque de la floraison et de la nouaison, et où les basses températures risquent moins de nuire à la maturation en fin d'automne. Pour ces raisons, un supplément d'irrigation leur sera également favorable. Au Queensland, l'herbe de Rhodes Callide et Samford est typique de ce groupe. La récolte de graines peut maintenant réussir dans les régions à pluviosité plus abondante (en général, de 1 000 à 1 200 mm de moyenne annuelle) après avoir échoué dans les districts plus secs où l'on récolte la plus grande partie de l'herbe de Rhodes Pioneer. D'autres exemples sont ceux du pâturin traçant, des lignées à floraison tardive du pâturin indien (Bothriochloa pertusa) et de l'andropogon gamba (Andropogon gayanus).

c) Le troisième groupe, assez hétérogène, comprend des graminées telles que signal (Brachiaria decumbens), para (Brachiaria mutica), guinea (P. maximum), paspale (Paspalum dilatatum), plicatulum (Paspalum plicatulum) et sétaire. Contrairement aux deux autres groupes, ces

graminées végètent mal dans l'environnement plus sec de l'intérieur et, indépendamment de leur réaction à la photopériode, elles produisent de la graine dans les régions à pluviosité plus abondante (environ 1 000 mm de moyenne annuelle ou plus) où elles se sont bien adaptées. Dans ce groupe, cependant, les besoins en humidité diffèrent sensiblement. La sétaire, par exemple, récupère mal après une période de végétation accompagnée de sécheresse, et elle doit pouvoir compter sur une humidité régulière pour produire de la graine. Lorsque ces conditions se réalisent, en régions subtropicales, les rendements commerciaux les plus élevés proviennent des districts à pluviosité plus abondante (de 1 600 à 1 800 mm de moyenne annuelle). Un supplément d'irrigation se révèle également favorable, surtout là où les pluies sont plus rares.

La température a aussi son influence sur la production des semences. Trop basse, elle peut avoir une effet sur la grenaison des graminées à floraison tardive et, ensuite, elle entraîne des différences d'adaptation générale. Dans le groupe c), par exemple, certaines graminées comme para ne poussent bien et ne viennent à graine que dans les régions tropicales plus chaudes où d'autres espèces convenant mieux à l'environnement plus frais des plateaux tropicaux et subtropicaux (p. ex., sétaire et paspale) ne réussiraient pas.

Production de semences en environnements marginaux

Il arrive que l'on doive entreprendre la production de semences dans un climat peu propice, bien que ce soit un dernier recours. La gamme climatique, par exemple, peut manquer d'amplitude dans un petit pays que sa situation économique empêche, d'autre part, d'importer de la semence. Dans ce cas, il est parfois possible d'améliorer les chances de succès en modifiant quelque peu les conditions les plus favorables qu'on peut y trouver. Dans ces environnement marginaux, on pourra peut-être réduire ou supprimer les risques de gel par un choix des endroits propices inspiré des conditions locales. Pour beaucoup de légumineuses, l'irrigation pourra suppléer biologiquement à l'insuffisance des pluies, bien que certaines légumineuses comme la vigne traçante (Vigna parkeri) et la plupart des graminées des régions à pluies plus abondantes (p. ex., la sétaire) semblent également sensibles à une humidité régulière. Avec les légumineuses grimpantes (p. ex., siratro),

l'usage de treillis ou même de supports verticaux, comme des rangs de maïs, peut favoriser la grenaison dans les environnements à humidité et à gel marginaux. L'exposition à un meilleur éclairement ou à un microclimat plus sec semble aussi avoir un effet stimulant sur la floraison et diminuer les risques de maladies, tandis que l'altitude plus élevée contribue à éviter les gelées légères au sol.

Les sols

Les récoltes de semences, de légumineuses comme de graminées, s'adaptent à des sols très divers, bien égouttés. Cependant, les exigences édaphiques peuvent varier d'après les différents cultivars et une bonne terre agricole ne sera pas nécessairement la meilleure option. C'est plutôt la faculté d'adaptation de la plante elle-même qui décidera de la convenance des différents sols, beaucoup plus que les préjugés personnels fondés sur la réussite dans les mêmes sols de plantes annuelles de grande culture. C'est ainsi que les sétaires pousseront dans des sols relativement mal égouttés qui ne conviendront pas au Pigeon grass pourpre Inverell, qui appartient au même genre. En règle générale, cependant, les sols conservant bien leur humidité sont plus avantageux pour les graminées en amortissant les effets de pluies irrégulièrement réparties et d'un manque d'irrigation; comparativement, donc, la fertilité du sol revêt moins d'importance, pourvu qu'on puisse remédier à certaines de ses déficiences par des apports d'engrais.

En terres fertiles, la concurrence des mauvaises herbes sera sans doute vive, en particulier en sols cultivés depuis longtemps. Pour les légumineuses, moins hautes et qui se défendent moins bien (p. ex., lotononis, Bargoo, stylo à tiges fines), des sols moins fertiles conviendront donc mieux à la production de semences comme aussi, de façon générale, les terres défrichées depuis peu où les mauvaises herbes n'ont pas encore eu le temps de proliférer.

IMPLANTATION

Les mêmes principes généraux s'appliquent aux implantations de prairies à pâturer et de celles destinées

à la production de semences. La seule différence d'importance réside dans la phase de "densification" qui fait suite à l'ensemencement et à l'émergence. Pour la production des semences on vise plutôt à éviter ou, au moins, à réduire radicalement la densité du peuplement à ses débuts (fig. 1).

Lorsqu'on ensemence un pâturage destiné à la production de semences, on doit le traiter comme une "plante cultivée" c'est-à-dire justifiant de plus grands soins et plus de dépenses pour son implantation qu'un simple pâturage. La préparation du sol sera, d'habitude, plus soignée pour donner une surface propre, bien émiettée et ferme. La semence sera, si possible, de la meilleure qualité, avec une bonne faculté germinative. Comme règle empirique, les quantités de semences à employer devraient être doubles de la normale utilisée pour les simples pâturages. On résistera à la tentation de réduire les taux d'ensemencement lorsqu'il s'agit de semences plutôt rares et coûteuses. Mieux vaut réussir un bon ensemencement sur une surface plus modeste que de risquer de disperser trop largement la semence. L'inoculation préalable des graines de légumineuses est une précaution peu coûteuse contre l'insuccès, surtout dans les endroits où elles n'avaient jamais été cultivées auparavant.

La graine de la plupart des espèces pour pâturages étant petite, on la sème généralement en surface, ou sous à peine 1 cm de terre. On effectue ensuite un roulage de la surface pour qu'elle adhère bien au sol.

Au Queensland, on mélange fréquemment la semence à de l'engrais (d'habitude du superphosphate) pour faciliter la distribution. On prendra alors deux précautions : les semences de légumineuses seront enrobées pour protéger l'inoculant; quant à celles de graminées, elles devront être mises en terre immédiatement après le mélange au superphosphate, dont l'acidité pourrait nuire à leurs facultés germinatives même après un entreposage jusqu'au lendemain seulement.

Théoriquement, on a recommandé longtemps les semis en lignes pour les cultures de semences de pâturages, pour permettre d'éliminer les plants indésirables et de pratiquer des sarclages intercalaires, comme pour diverses récoltes de grande culture. En pratique les semis



Fig. 1. Champ de casse à fleurs arrondies (Cassia rotundifolia cv. Wynn) bien fourni et exempt de mauvaises herbes, quatre mois après l'ensemencement, dans le sud du Queensland.

en lignes pour les cultures de semences de pâturages ne se sont pas répandus, et l'usage des sarclages intercalaires encore moins, malgré les bonnes intentions des agriculteurs. Les semis en lignes sont particulièrement indiqués pour les légumineuses arborescentes comme leucaena (Leucaena leucocephala), les légumineuses vigoureuses, étalées, comme stylo et pour les graminées touffues (p. ex., Panicum et Setaria spp.) qui ont fourni les rendements de semences les plus élevés avec certains écartements (Boonman 1972a; cf. Hacker et Jones 1971). La productivité des graminées dépendra, quant à elle, de la formation rapide d'un couvert végétal bien

fourni lorsque l'humidité du sol et l'azote disponible sont suffisants, bien que l'on conseille un plus grand écartement des lignes en cas de déficience de l'un ou l'autre de ces éléments (Loch 1982; Boonman 1973). Les semis à la volée peuvent s'avérer aussi utiles et même préférables pour d'autres types de plantes, dont les stolonifères comme l'herbe de Rhodes (Boonman 1972b), pâturin traçant, lotononis et trèfle blanc du Kenya, ainsi que les légumineuses plus basses et qui se défendent moins bien comme stylo à tiges fines et eschynomène Bargoo.

À cause de son caractère annuel, stylo Townsville (Stylosanthes humilis) doit être réensemencée chaque année et il est nécessaire de limiter la densité de la végétation pour entretenir la production de graines (Shelton et Humphreys 1971). Les mêmes considérations s'appliquent à stylo Verano caribbéenne que l'on doit renouveler chaque année, les plants qui perdurent manquant de vigueur. On réussit à contrôler cette densité par des sarclages avant le réensemencement, ou en éclaircissant les jeunes plants à la herse à dents ou par des pulvérisations de paraquat (bien que l'on doive veiller au régime de l'arrosage et à la grosseur des gouttelettes).

On ne saurait trop insister sur l'importance de combattre les mauvaises herbes, opération qui devrait débuter dès l'implantation. On peut utiliser soit des herbicides incorporés au sol avant le semis ou de préémergence (Hawton 1976, 1980; Hawton et Johnson 1980), ou le désherbage manuel si l'on dispose d'une main-d'oeuvre bon marché. La technique du "sol rassis" est utilisée plutôt rarement mais peut être très efficace pour venir à bout des mauvaises herbes réfractaires aux herbicides; elle vient après la préparation normale du lit de germination et permet de détruire jusqu'à trois levées successives de mauvaises herbes en se servant d'un herbicide dessicant avant le semis, presque sans déranger la surface préparée.

PRATIQUES AGRONOMIQUES

Des articles récents d'Hopkinson et Eagles (1980) et Loch (1982) exposent les pratiques principales à observer pour les nouvelles cultures de plantes à

graines. Mieux vaut, cependant, traiter des légumineuses et des graminées séparément en raison des différences entre les deux groupes.

Légumineuses

Des mesures énergiques contre les mauvaises herbes sont un préalable à la réussite à long terme des plantations de légumineuses. Après l'implantation, surtout dans le cas des espèces tropicales plus fournies, le premier objectif sera d'obtenir dans les plus brefs délais un couvert végétal dense et complet qui contribuera à étouffer les mauvaises herbes tout en assurant à la récolte une bonne base de départ. Dans les endroits où la main-d'oeuvre est bon marché, le désherbage à la main ou à la houe sera le meilleur moyen de préserver la propreté du champ. On peut également recommander pour plusieurs plantes cultivées les herbicides de postémergence contre les mauvaises herbes à feuilles étalées (Hawton et Johnson, 1980), bien que l'on possède moins d'informations au sujet des plantes subtropicales qui, en général, ont moins à se défendre contre les mauvaises herbes. Ces procédés peuvent se compléter par l'utilisation de désherbeurs humecteurs, à la fois peu coûteux et efficaces contre les herbes nuisibles hautes poussant dans les champs de légumineuses plus courtes et non grimpantes. Mentionnons en particulier certaines versions bon marché (appelées chémi-houes) pouvant compléter avantageusement les divers modes de désherbage à la main. Des essais récents du nouvel herbicide fluazifop se sont également révélés prometteurs contre presque toutes les graminées adventices, en particulier peu après la levée, sans nuire aux légumineuses.

Le succès de la récolte dépend aussi de la fertilisation du sol, de moyens efficaces de lutte contre les insectes et de prévention des maladies. Les insectes peuvent être particulièrement dangereux, notamment les diverses larves de lépidoptères qui se repaissent des fleurs et des gousses, les insectes suceurs qui s'attaquent eux aussi aux fleurs et aux gousses, et les larves de coléoptères, dévoreuses de racines et dont on a le plus de mal à se débarrasser.

Au Queensland, on laisse les plantes à végétation axillaire se développer durant toute la saison de végétation. Les méthodes de fauchage varient. Cependant,

les légumineuses tracantes à jour court, comme stylo, peuvent être ravalées vers quatre à six semaines avant le début de la floraison, pour diminuer la masse tout en laissant aux plants le temps de se refaire avant le début de leur phase de reproduction. Une coupe plus tardive ne peut que retarder la floraison, prolonger la phase de reproduction, et réduire ainsi le rendement en graines (Loch et al. 1976). En contraste, les pousses axillaires et terminales de lotononis et de trèfle blanc du Kenya ont besoin de la pleine lumière pour atteindre une floraison complète. On maintiendra donc les gazons courts et bien éclairés, par des coupes régulières ou par la paissance jusqu'à l'apparition des boutons floraux.

Le besoin d'irrigation varie également. Siratro et centro sont des exemples où les variations de l'humidité du sol l'emportent sur les effets de la photopériode dans le champ. Dans les endroits à saison sèche régulière, on peut parfois susciter des poussées de grenaison en alternant les périodes d'irrigation et de stress hydrique, comme le signale Hopkinson (1977). Par contre, lotononis et le trèfle blanc du Kenya ont besoin d'une humidité adéquate en hiver pour conserver une assise végétative vigoureuse, si l'on compte récolter la semence. Toutefois, l'irrigation doit cesser dès les premières chaleurs printanières, pour éviter une végétation excessive qui favoriserait la pourriture des épillets et compliquerait la récolte.

Graminées

Pour les graminées, le but général des pratiques agronomiques est d'obtenir des récoltes synchronisées à grand rendement en favorisant le développement uniforme d'inflorescences denses. Le succès dépend en large part d'une bonne organisation des fauchages, accompagnée d'une fumure azotée adéquate pour stimuler une production hâtive de nouvelles talles qui sont à la base d'une récolte synchronisée.

Autant que possible, on fera paître les graminées entre les cycles de récolte de façon à réaliser une coupe modérée de nettoyage pour le début de la nouvelle récolte. Cette coupe ne doit pas être trop énergique, ce qui risquerait de retarder la repousse, de prolonger

la formation des inflorescences et d'en réduire finalement le nombre (Loch 1983b).

Dans les régions équatoriales et avec les graminées insensibles à la photopériode des latitudes plus élevées, la floraison peut durer toute l'année, permettant des coupes de nettoyage correspondant aux conditions prévisibles de la végétation. Loin des régions équatoriales, cependant, l'époque opportune de ces coupes pour les graminées à jour court, telles que l'herbe de Rhodes Callide et Samford, le pâturin traçant et gamba, devra tenir compte de leurs périodes restreintes de floraison (Loch 1980; Andrade et al. 1983). En automne, ces graminées ne viendront pas à graine plus tôt si l'on a effectué une coupe de nettoyage avant les dernières dates sûres. Elles produiront simplement des plants plus hauts, plus touffus, plus difficiles à récolter.

L'azote est considéré comme l'élément fertilisant le plus nécessaire à la production de semences de graminées. On appliquera les quantités nécessaires en une seule fois, aussitôt que possible après la coupe de nettoyage. Les anciens peuplements réclament plus d'engrais azoté que ceux de première année et les quantités optimales dépendront également de l'espèce, du cultivar, du sol et de la pluviosité. En pratique, ces exigences peuvent être réduites par des façons culturales régulières de rénovation, ou par l'exploitation en profondeur de sols naturellement fertiles après leur défrichement, comme cela s'est fait pendant plusieurs années dans les régions cultivables du Queensland central.

On obtient les meilleurs rendements en graminées quand aucun stress provenant de l'humidité ne vient affecter la synchronisation et les autres facteurs pouvant influencer les rendements en semences. Bien que l'on ait obtenu de bons résultats d'une foule de graminées croissant dans des conditions de pluviosité satisfaisantes en des endroits propices, un supplément d'irrigation améliorera les chances de réussite ainsi que les rendements de la récolte. Cet appoint est particulièrement utile aux premiers stades de multiplication des semences et pour les espèces sensibles aux effets de l'humidité (p. ex., les sétaires) ou pour les cultivars à floraison tardive (p. ex., herbe de Rhodes Callide et Samford).

Les mesures de désherbage sont moins essentielles que pour les légumineuses; les graminées cultivées pour la semence, une fois bien implantées, se défendent bien contre les espèces adventices. De façon générale, les maladies et les insectes causent aussi moins de dommage qu'aux légumineuses, bien que l'on ait dû déjà empêcher l'introduction au Queensland de maladies peut-être dangereuses par des mesures de quarantaine. Les infestations de rats et de souris, de leur côté, causent parfois des ravages dans les champs de graminées mûrissantes.

ÉPOQUE DE LA RÉCOLTE

Le choix de l'époque de récolte appropriée est important, surtout lorsqu'il s'agit d'une seule moisson définitive à effectuer de la plante sur pied. La période la plus propice pour recueillir le maximum de semence de bonne qualité diffère considérablement selon le cultivar et les conditions atmosphériques, notamment le vent et la pluie. Bon nombre de plantes n'atteignent et ne conservent que pour de brèves périodes leur potentiel productif maximal, comme les stylos, desmodies, lotononis, Pigeon grass pourpre et les panics vert et Gatton. Dans certains autres cas, cependant, l'époque de la récolte est moins critique en raison de la durée prolongée de production optimale (p. ex., stylo buissonnante, trèfle blanc du Kenya, sétaire).

Divers indices aident à déterminer l'époque propice à la récolte, bien que tous soient plus faciles à observer chez les espèces bien synchronisées. Pour les légumineuses, mentionnons le degré d'éclatement des cosses et les proportions de cosses mûres, non mûres, et de fleurs, ainsi que les quantités de graines qui tombent des plants lorsqu'on les secoue (p. ex., stylo). Pour les graminées, les signes visuels les plus révélateurs sont la facilité avec laquelle la graine se détache (en la mordant ou la froissant en même temps pour vérifier la présence de caryopses), la proportion de graines tombées, et les différences de couleur du champ suivant les changements de pigmentation de la graine durant la maturation. Tous ces signes restent cependant subjectifs. Pour obtenir une évaluation assez précise du point de maturité général, rien ne remplace l'expérience, aidée par un sens aigu d'observation.

MÉTHODES DE RÉCOLTE

Il existe diverses méthodes de récolte. Quel que soit le procédé choisi, on s'efforcera toujours d'obtenir le degré de pureté désirable de l'échantillon récolté par un bon nettoyage, avec le minimum de gaspillage de semence et de temps.

Récolte à la main

Les procédés de récolte à la main sont les plus simples, et tout indiqués quand la main-d'oeuvre est abondante et bon marché. Ils peuvent comprendre la cueillette des cosses de légumineuses (siratro, leucaena, etc.), qui peut se poursuivre dans un même champ pendant d'assez longues périodes, ou l'arrachage à la main pendant la saison sèche, là où on a laissé les plantes (stylo Townsville, stylo caribbéenne et autres) mûrir et s'effeuiller. On peut également couper à la faucille les inflorescences des graminées au-dessus du feuillage (fig. 2) en prenant soin de laisser de côté les mauvaises herbes. La récolte est ensuite mise en gerbes et en moyettes qu'on laisse sécher sur le champ pendant une quinzaine de jours avant de les battre, généralement à l'aide de bâtons, sur une toile étendue sur le sol. Pour les graminées à glumelles abondantes (p. ex., buffel), on peut facilement fabriquer une simple débourreuse en plantant des clous à intervalles appropriés dans une barre de bois que l'on traîne ensuite sur la récolte. Les graines mûres dépouillées tombent dans un sac tiré derrière la barre. Un dispositif du même genre, muni d'une claie au lieu d'un sac, est utilisé pour récolter la graine mûre de stylo à tiges fines.

Dans les régions à salaires plus élevés, la mécanisation tend à s'implanter. Elle permet de moissonner plus rapidement de plus grandes superficies avec moins de main-d'oeuvre, bien que les rendements et la qualité de la semence semblent être inférieurs à ceux de la récolte à la main.

Au Queensland, par exemple, la moissonneuse-batteuse automotrice classique, équipée de sections ouvertes à l'avant, est devenue l'instrument normal pour la plupart des récoltes de légumineuses et de graminées. Celles-ci sont généralement fauchées sur pied,



Fig. 2. Récolte à la main de la graine d'herbe de Rhodes (Chloris gayana) en Éthiopie.

mais on effectue un andainage préalable dans le cas des desmodies, de certaines récoltes de lotononis, de glycine et, occasionnellement de graminées, lorsque les pluies ne sont pas à craindre. Les producteurs de semences spécialisés obtiennent généralement des récoltes plus abondantes et choisissent de préférence des machines relativement étroites à l'avant, pour éviter de surcharger les organes de battage et de nettoyage.

Dans le nord du Queensland, l'usage d'un matériel de plus grandes dimensions et plus coûteux se justifie

parce qu'il est également utilisé pour d'assez vastes superficies de grandes cultures annuelles, en plus des graines fourragères. La tendance récente à son utilisation a de beaucoup amélioré la récupération des graines des grosses légumineuses tropicales (simplement par la force brute), et aussi de la Signal dont on peut recueillir une forte proportion des graines tombées sur le tapis de feuilles horizontales en fauchant la plante très près du sol. Les grandes cultures annuelles sont, par contre, moins importantes dans les régions côtières du sud du Queensland, et l'on y a moins besoin de puissantes machines pour moissonner les graminées et les légumineuses moins développées de ces régions subtropicales. Les machines sont donc plus petites (généralement achetées d'occasion), en raison des risques afférents à la récolte des semences de pâturages. Dans le cas des moissons d'opportunité (au Queensland central) où les récoltes sont beaucoup moins fournies, on peut utiliser des sections avant plus larges sur la moissonneuse pour accélérer le travail.

La moissonneuse-batteuse a été précédée, dans le temps, par la moissonneuse-lieuse qui exécute à la fois le fauchage, le bottelage et le liage des inflorescences. Certains agriculteurs du nord du Queensland utilisent encore des faucheuses montées sur tracteur pour la récolte de la paspale guinea dont les inflorescences restent quelques jours sur le champ en tas humides que l'on secoue ensuite pour en détacher les graines et les sécher. On utilise également dans le Queensland central une sorte de dépouilleuse pour la leucaena comprenant une flèche suspendue à bras articulé en trois points qui dépouille la plante des cosses mûres et les recueille sur un traîneau remorqué par le tracteur.

Avec le temps, on a construit diverses machines, souvent improvisées, pour recueillir les semences à maturité. Elles permettent plusieurs récoltes successives du même champ et sont particulièrement appréciées pour la semence des graminées barbues (buffel, pâturin traçant, etc.) bien qu'on ait pu s'en servir également pour l'herbe de Rhodes Pioneer et d'autres espèces à graines lisses comme les panics. Pour la plupart, ces machines coûtent relativement peu, en particulier les modèles primitifs décrits par Cull (1963) et Purcell (1969) dont le type le plus simple est sans doute un coffre ouvert recouvert de gaze à sa partie supérieure

et en arrière avec, peut-être, des fils métalliques tendus en travers de l'avant. Ce dispositif, monté sur un véhicule, passe dans la récolte à la vitesse d'environ 20 à 30 kilomètres à l'heure. Le modèle primitif a été amélioré, notamment en l'équipant à l'avant d'un ramasseur ou de balais métalliques séparés; cette machine de seconde génération se déplace à la vitesse beaucoup plus sûre de 5 à 8 km/h. Plus récemment, on a introduit dans la région de Callide-Dawson, du Queensland central, des moissonneuses-batteuses et des récolteuses de coton modifiées (à large ramasseur, cribles à grand rendement, et coffres à graines pouvant se vider rapidement).

Aux États-Unis, les difficultés causées par les graminées à graines barbues (notamment les espèces Bothriochloa et Dichanthium) ont également conduit à la construction de machines de récolte spéciales comme la dépouilleuse de graines OSU (Oklahoma State University) (Whitney et al. 1979) et un autre modèle "flail-vac" Woodward à fléaux (Beisel 1983; Dewald et Beisel 1983). Ce dernier, en particulier, s'éloigne nettement des machines à ramasseur, remplacé par des balais rotatifs travaillant en sens inverse de la machine et vers le haut, et placés sur le bord antérieur.

Des dispositifs pneumatiques (communément appelés récolteuses à vide ou à succion) permettent maintenant de récupérer les graines de légumineuses tombées sur le sol. Le système a été mis au point pour les graines de trèfle traçant et de lupuline dans le sud de l'Australie. Pour bien réussir cette récupération, le sol doit être ferme et sec, très plat et débarrassé de végétaux et, donc, avoir été préparé dès l'époque des semis. Comme désavantage, les procédés par succion sont très lents et malpropres, exigent des machines spéciales et coûteuses, et un criblage soigneux de la graine pour la débarrasser de la terre et des semences indésirables aspirées en même temps. L'opération est d'autant plus compliquée et longue que les graines de légumineuses sont plus petites. En pratique, ce mode de récolte est réservé principalement aux graines légères encore enrobées dans des fractions de cosse (stylo à tiges fines, Townsville, caribbéenne, buissonnante) ou aux graines plus grosses et relativement denses (siratro). Lorsqu'une forte proportion de la récolte totale est encore sur pied, on préférera généralement d'autres procédés de moisson.

SÉCHAGE

La graine provenant de la récolte sur pied est généralement étalée en couches minces sur des toiles exposées au soleil, ou dans un hangar bien aéré, ou encore dans des séchoirs artificiels. L'humidité des graines pouvant atteindre et dépasser parfois 50 % à 60 %, le séchage devra débuter aussitôt que possible après la récolte, au plus tard après quelques heures, et se poursuivre sans interruption jusqu'à son terme. La capacité des séchoirs artificiels dépendra des quantités maximales de graines récoltées quotidiennement. L'humidité relative très élevée parfois (la nuit, par exemple) devra être réduite en chauffant l'air, pour que le séchage puisse se poursuivre. On considère généralement comme sûr un maximum de 35 °C. Les principes généraux du séchage des graines ont fait l'objet de plusieurs communications (p. ex., Nellist et Hughes 1973), et l'on retiendra également les avantages du séchage lent pour certaines graines lisses de graminées (Hopkinson 1976).

PRÉPARATION ET EMBALLAGE DES SEMENCES

La préparation a pour but de présenter des semences de bonne qualité conformes aux normes recommandées de germination, de pureté et de grosseur. Comme cette opération est moins urgente que la récolte ou le séchage, on l'effectue généralement plus tard et avec moins de hâte. On prendra les dispositions nécessaires pour l'entreposage provisoire des graines sèches, non épurées, lorsque celles-ci doivent être cédées à des installations de traitement plus éloignées.

Divers auteurs ont exposé ce que doit être le traitement des semences (p. ex., Vaughan et al. 1968; Linnett 1977); celui-ci comporte essentiellement le criblage et le vannage. Dans les régions aux coutumes plus traditionnelles, on peut ajouter aux procédés manuels l'usage de tarares de fabrication artisanale pourvu que l'on dispose d'un ventilateur (Verhoeven 1964) (fig. 3). Dans les installations plus importantes, des dispositifs de nettoyage donneront de meilleurs résultats et travailleront plus vite en soumettant la graine à un précriblage qui extrait les plus grosses impuretés; des séparateurs horizontaux par gravité compléteront le criblage. Certains dispositifs

spéciaux peuvent aussi répondre à des cas plus difficiles (nettoyage de buffel grass). On ne saurait trop répéter que la semence propre doit provenir de champs propres. Aucun criblage, si parfait qu'il soit, ne viendra compenser le manque de désherbage pendant le développement de la récolte.

Une fois apprêtée, la semence sera emballée dans des sacs neufs en jute ou en polypropylène, afin d'éviter toute contamination. On peut aussi, à ce moment, la mettre en sacs hermétiques doublés de polyéthylène épais si l'entreposage doit être prolongé. Le poids des sacs sera conforme aux normes commerciales reconnues pour en faciliter la manutention.

ESSAIS DE LA SEMENCE

Les tests de semences (Harty 1980) sont inséparables des mesures de contrôle imposées pour décider de leur qualité et de leur prix ainsi que du choix que feront les acheteurs, et des quantités à utiliser pour l'ensemencement. De nouvelles procédures appropriées, progressivement élaborées pour les nouveaux cultivars, finissent par s'insérer dans les prescriptions imposées par l'Association internationale d'essais de semences.

Le recours à des laboratoires distincts spécialisés dans les épreuves courantes de semences de pâturages et autres n'est généralement pas indiqué. Les laboratoires mixtes ont l'avantage de répartir plus régulièrement la somme de travail sur toute l'année et de donner plus d'expérience au personnel chargé des épreuves.

HOMOLOGATION DE LA SEMENCE

L'homologation des semences de pâturages, dans la situation actuelle des pays tropicaux et subtropicaux, ne doit pas nécessairement avoir toute l'importance qu'on lui confère dans les pays tempérés. Avant de faire homologuer un nouveau cultivar, on évalue d'abord de près les besoins et les objectifs locaux. Au Queensland, l'homologation (habituellement par sélection généalogique) est recommandée lorsqu'il est à craindre que la semence bon marché d'un cultivar médiocre ne vienne contaminer ou se substituer à de la semence plus



Fig. 3. Un modèle de tarare simple et économique décrit par Verhoeven (1964).

coûteuse d'un cultivar supérieur (Loch et Friend 1980). En règle générale, le commerce des semences de pâturages n'accorde pas une grande priorité à la stabilité et à l'uniformité variétales et n'accepte pas volontiers les frais supplémentaires qui seraient nécessaires pour les préserver. Jusqu'à présent, il n'y a pas eu d'études critiques de la variabilité génétique des plantes tropi-

cales et subtropicales et certains milieux scientifiques seraient enclins à admettre que la variabilité et les possibilités de modifications variétales peuvent être des caractères adaptatifs utiles, surtout dans la recherche explorative.

CONSERVATION DES SEMENCES

La conservation des semences revêt une importance particulière dans les pays tropicaux où la chaleur et l'humidité s'allient pour ne permettre qu'un entreposage d'une durée limitée. Les semences à teneur humide (TH) de 10 % se conserveront bien à la plupart des températures ambiantes mais absorbent facilement l'humidité de l'air et peuvent atteindre le niveau de 14 % et commencer alors à se détériorer rapidement.

Il existe plusieurs revues récentes traitant de conservation des semences (p. ex., Delouche et al. 1973; Justice et Bass 1978; Arvier 1983; O'Dowd et Dobie 1983) qui pourraient s'appliquer généralement aux semences de pâturages. On y lit, en particulier, que leur longévité dépend à la fois de l'état de la semence à l'entreposage et des conditions de ce dernier. Les installations seront prévues d'après les quantités de semences que l'on compte recevoir et la durée d'entreposage prévisible dans chaque cas. Elles varieront de la remise bien aérée à l'épreuve des rongeurs, sans "points chauds", pour un entreposage à court terme (moins d'un an) aux locaux hermétiques à sec, pour la semence à 10 % de TH destinée à une conservation prolongée.

RÔLE DE LA RECHERCHE

Pour presque tous les nouveaux cultivars, l'obstacle majeur à leur utilisation comme source de semences est l'ignorance de leurs exigences et de leurs possibilités. C'est le cas de beaucoup de nouvelles espèces pour pâturages que nous avons tirées d'une obscurité relative dans un passé encore récent et qui exigent donc d'autres recherches à leur sujet.

Le caractère spécial de la recherche sur la production des semences a été reconnu en 1970, au Queensland, par la nomination de deux scientifiques par le Départe-

ment des industries primaires. On a pu remplacer ainsi les travaux fragmentaires précédents confiés à des chercheurs occasionnels par une recherche concentrée sur les multiples aspects de la production de semences. On insiste beaucoup également sur la recherche appliquée comportant une phase génératrice de résultats, suivie d'une phase de développement affectée à l'application de ces résultats à l'échelle commerciale. Les préposés à la recherche doivent s'intéresser de près à cette phase puisque ce sont leurs connaissances acquises qui sont mises à l'épreuve; de plus, les informations en retour ainsi obtenues contribuent à orienter la recherche future avec plus de réalisme. Au moment où la semence est offerte au commerce, la situation existante devra être résumée et servir de guide aux producteurs de semences, et être ensuite progressivement mise à jour à la lumière de l'expérience subséquente (voir l'exemple de l'annexe A).

Lorsqu'on est peu renseigné sur la production de semence d'un nouveau cultivar, on adoptera de préférence une approche en deux étapes (Loch 1982). Celle-ci comprendra d'abord un relevé détaillé de la croissance et du développement de la récolte, y compris la production et la perte de graines. Cette opération s'effectue suivant des conditions agronomiques normalisées, dans un même endroit, dans une expérience séquentielle de récolte dans le même traitement, ou en combinaison avec une variable agronomique unique (p. ex., N pour les graminées). Ainsi on acquerra une certaine compréhension de la nouvelle plante avant de s'attaquer aux problèmes subséquents qui pourraient se présenter. Idéalement, cette recherche devrait débuter juste avant la présentation de la semence, pour mieux renseigner les futurs producteurs commerciaux, mais la chose n'est pas toujours réalisable pratiquement. À défaut d'information plus complète, on pourra utilement s'inspirer de l'expérience acquise durant la multiplication antérieure de la semence dans les stations expérimentales, surtout si l'on peut la compléter par les connaissances plus détaillées obtenues d'autres plantes cultivées, à morphologie et mode de floraison semblables. Pour les légumineuses, on peut en vérifier la tolérance aux herbicides par une rapide sélection dans le champ (p. ex., la casse à feuilles étalées, annexe A), bien que des essais plus poussés s'imposent avant qu'on ne

puisse demander la reconnaissance de leurs propriétés chimiques et émettre des recommandations fondées.

AUTRES SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

La technologie de la production des semences de pâturages couvre un champ trop vaste pour pouvoir se résumer dans un bref exposé. On se renseignera plus complètement sur certains de ses aspects particuliers en consultant divers bons ouvrages publiés, outre les références que nous citons. Nous mentionnerons notamment le livre de Humphreys (1979) d'un caractère général, ainsi que des articles traitant de pays particuliers, tels que ceux de Boonman 1979, 1980; Rayman 1979; Hare et Waranyuwat 1980, ou de cultures particulières, comme ceux d'Hopkinson et Loch 1977; Hopkinson et English 1982; English et Hopkinson 1983. Une mention spéciale pour la brochure de Harding (1980) qui contient de précieuses informations sur des aspects pratiques de la production des semences en général, et sur certaines graminées et légumineuses encore mal connues.

BIBLIOGRAPHIE

Andrade, R.P. de, Thomas, D. et Ferguson, J.E. 1983. Seed production of pasture species in a tropical savanna region of Brazil. II. Grasses. Tropical Grasslands, 17, 59-64.

Arvier, A.C. 1983. Storage of seeds in warm Climates. Australia, Queensland Department of Primary Industries, Miscellaneous Publication, 22 p.

Beisel, A. 1983. Harvesting of cheffy grass seed with the Woodward flail-vac seed stripper. Proceedings, Range and Pasture Seeding in the Southern Great Plains. USA, Texas A&M University Agricultural Research and Extension Centre, p. 55-59.

Boonman, J.G. 1971a. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. 3. The effect of nitrogen and row width on seed crops of Setaria sphacelata cv. Nandi II. Netherlands Journal of Agricultural Science, 20, 22-34.

1972b. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. 4. The effect of fertilizer and planting density on Chloris gayana cv. Mbarara. Netherlands Journal of Agricultural Science, 20, 218-224.

1973. On the seed production of tropical grass in Kenya. Wageningen, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 91 p. (Thèse)

1979. Tropical grass seed production in Africa, with particular reference to Kenya. In Sanchez, P.A. et Tergas, L.E., éd., Pasture Production in Acid Soils of the Tropics, Proceedings of a Seminar held at CIAT, Cali, Colombia, 17-21 April 1978. Cali, Colombia, CIAT. p. 361-376.

1980. Seed production of tropical grasses in Kenya. In Hebblethwaite, P.D., éd., Seed Production. London, England, Butterworths, p. 215-227.

Cameron, D.F. et Mannetje, L.'T. 1977. Effects of photoperiod and temperature on flowering of twelve Stylosanthes species. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 17, 417-424.

Cull, J.K. 1963. Home-made buffel seed harvester. Queensland Agricultural Journal, 89, 266-270.

Delouche, J.C., Matthes, R.K., Dougherty, G.M. et Boyd, A.H. 1973. Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. Seed Science and Technology, 1, 671-700.

Dewald, C.L. et Beisel, A. 1983. The Woodward flail-vac seed stripper. Transactions of the ASAE, 26, 1027-1029.

English, B.H. et Hopkinson, J.M. 1983. Verano stylo seed production. Queensland Agricultural Journal, 109, 108-110.

Ferguson, J.E. 1979. Systems of pasture seed production in Latin America. In Sanchez, P.A. et Tergas, L.E., éd., Pasture Production in Acid Soils of the Tropics, Proceedings of a seminar held at CIAT,

Cali, Colombia, 17-21 April 1978. Cali, Colombia, CIAT, p. 385-395.

Hacker, J.B. et Jones, R.J. 1971. The effect of nitrogen fertilizer and row spacing on seed production in Setaria sphacelata. Tropical Grasslands, 5, 61-73.

Harding, W.A.T. 1980. The pasture seed production unit, Beerburrum - history and role with notes on accessions grown. Queensland Department of Primary Industries, Agriculture Branch Technical Report No. 25, 84 p.

Hare, M.D. et Waranyuwat, A. 1980. A Manual for Tropical Pasture Seed Production in Northeast Thailand. Tha Phra, Khon Kaen, Thailand, North-east Livestock Development Project, Department of Livestock Development, 60 p.

Harty, R.L. 1980. Seed technology: testing and storage. In Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., Collecting and Testing Tropical Forage Plants, Melbourne, Australia, CSIRO, p. 102-113.

Hawton, D. 1976. Atrazine for weed control in the establishment of Brachiaria decumbens and Panicum maximum. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, 42, 189-191.

1980. The effectiveness of some herbicides for weed control in Panicum maximum and Brachiaria decumbens and some factors affecting the atrazine tolerance of these species. Tropical Grasslands, 14, 34-39.

Hawton, D. et Johnson, I.D.G. 1980. Weed control in tropical legume seed crops. Queensland Seed Producer's Notes (New Series) No. 23, 7-10.

Hopkinson, J.M. 1976. Causes of low quality in grass seed. Queensland Seed Producers' Notes (New Series) No. 18, 12-14.

1977. Siratro seed production. Tropical Grasslands, 11, 35-39.

1980. Seed release to commerce. In Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., Collecting and Testing Tropical Forage Plants. Melbourne, Australia, CSIRO, p. 133-141.

Hopkinson, J.M. et Eagles, D.A. 1980. Seed production and processing. In Clements, R.J. et Cameron, D.G., éd., Collecting and Testing Tropical Forage Plants. Melbourne, Australia, CSIRO, p. 88-101.

Hopkinson, J.M. et English, B.H. 1982. Seed production of signal grass. Queensland Agricultural Journal, 108, 317-322.

Hopkinson, J.M. et Loch, D.S. 1977. Seed production of stylo in north Queensland. Queensland Agricultural Journal, 103, 116-125.

Hopkinson, J.M. et Reid, R. 1979. Significance of climate in tropical pasture/legume seed production. In Sanchez, P.A. et Tergas, L.E., éd., Pasture Production in Acid Soils of the Tropics. Proceedings of a seminar held at CIAT, Cali, Colombia, 17-21 April 1978. Cali, Colombia, CIAT, p. 343-360.

Humphreys, L.R. 1979. Tropical pasture seed production (second edition). Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Plant Production and Protection Paper 8, 143 p.

Johnson, I.D.G. et Hawton, D. 1980. How to control grass weeds in Nandi setaria by using the correct time of planting. Queensland Seed Producers' Notes (New Series) No. 23, 11-12.

Justice, O.L. et Bass, L.N. 1978. Principles and practices of seed storage. Washington, DC, USA, USDA Agricultural Handbook No. 506, 289 p.

Linnett, B. 1977. Processing seeds of tropical pasture plants. Seed Science and Technology, 5, 199-224.

Loch, D.S. 1980. Selection of environment and cropping system for tropical grass seed production. Tropical Grasslands, 14, 159-168.

1982. Seed production research - agronomic aspects. Tropical Grasslands, 16, 88-90.

1983a. Pasture development and seed production in sub-tropical Australia. International Herbage Seed Production Research Group Newsletter No. 6, 24-30.

1983b. Constraints on seed production of Chloris gayana cultivars. Australia, University of Queensland, 330 p. (Thèse)

Loch, D.S. et Friend, T.E. 1980. Certified seed protects buyers. Queensland Agricultural Journal, 106, 463-468.

Loch, D.S., Hopkinson, J.M. et English, B.H. 1976. Seed production of Stylosanthes guyanensis. 2. The consequences of defoliation. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 16, 226-230.

Nellist, M.E. et Hughes, M. 1973. Physical and biological processes in the drying of seed. Seed Science and Technology, 1, 613-643.

O'Dowd, T. et Dobie, P. 1983. Reducing viability losses in open seed stores in tropical climates. Seed Science and Technology, 11, 57-75.

Purcell, D.L. 1969. Grass seed harvesting in the Roma region. Queensland Agricultural Journal, 95, 646-653.

Rayman, P.R. 1979. Experiences in tropical pasture seed production in Brazil. In Sanchez, P.A. et Tergas, L.E., éd., Pasture Production in Acid Soils of the Tropics. Proceedings of a seminar held at CIAT, Cali, Colombia, 17-21 April 1978. Cali, Colombia, CIAT, p. 377-384.

Shelton, H.M. et Humphreys, L.R. 1971. Effect of variation in density and phosphate supply on seed production of Stylosanthes humilis. Journal of Agriculture Science, Cambridge, 76, 325-328.

Vaughan, C.E., Gregg, B.R. et Delouche, J.D. éd., 1968. Seed processing and handling. Mississippi State University, Seed Technology Laboratory Handbook No. 1, 295 p.

Verhoeven, G. 1964. A simple seed cleaner. Queensland Agricultural Journal, 90, 106-107.

Whitney, R.W., Ahring, R.M. et Talliaferro, C.M. 1979. A mechanical harvester for chaffy seeded grasses. Transactions of the ASAE, 22, 270-272.

ANNEXE -- EXEMPLE SOMMAIRE D'UNE RÉCOLTE

Casse à feuilles arrondies de Wynn

La casse à feuilles arrondies (Cassia rotundifolia) est une nouvelle légumineuse convenant aux régions subtropicales. Le premier cultivar, Wynn, a été présenté au Queensland en 1983. On peut décrire la plante, de préférence, comme une vivace à durée limitée, se régénérant d'elle-même.

Implantation

On ne doit entreprendre la culture des semences de Wynn qu'en sols bien égouttés. Le manque de drainage empêche la plante de se développer, laissant ainsi les mauvaises herbes dominer dans l'herbage. Il importe également d'éviter la présence du souchet (Cyperus rotundus), qu'on ne peut combattre efficacement dans le semis et qui fait une vive concurrence aux jeunes pousses de Wynn.

La semence devra être sacrifiée mécaniquement, au besoin, pour en atténuer la dureté, et inoculée avec un inoculant du groupe I. Le semis se fera à la volée, à raison de 4 à 5 kg/ha sur un sol bien préparé auquel on aura incorporé du trifluralin en préémergence. Dans les régions subtropicales et tropicales plus sèches, l'ensemencement à faible profondeur donnera sans doute de meilleurs résultats. On roulera ensuite le sol après le semis. En terres pauvres, on recommande des doses de 250 kg de superphosphate et de 100 kg de muriate de potasse, à l'implantation. Comme les machines à utiliser par la suite devront travailler aussi près que possible de la surface du champ en moissonnant la

récolte sur pied, le sol devra être aussi uni que possible et exempt de vielle végétation.

Floraison

Wynn semble être indifférente à la photopériode et fleurira pendant toute la saison de végétation à condition que l'humidité soit suffisante. La récolte peut avoir lieu lorsque la masse végétale a atteint un point suffisant et porte de nombreuses gousses mûres.

Pratiques agronomiques

Le désherbage après émergence est important, Wynn pouvant souffrir de longs retards si les mauvaises herbes lui font concurrence. Un premier tri des herbicides indique que l'on peut utiliser avec sécurité le bentazone (3 L/ha du produit à 48 %) et le dinoseb (à 4 L/ha du produit à 20 %) contre les plantes adventices à feuilles étalées. Pour les graminées nuisibles, on peut effectuer des pulvérisations de fluazifop (1 à 2 L/ha du produit à 21,8 %) soit pour les détruire peu après la levée soit, plus tard, pour en retarder la pousse tandis que la récolte se développe. Le passage de l'humecteur à mèche enduite de glyphosate concentré constitue également un bon traitement désherbant.

Des applications annuelles d'entretien allant jusqu'à 125 kg/ha de superphosphate, et peut-être de 50 kg de muriate de potasse, peuvent également avoir de bons effets. Tous les trois ans, environ, on ajoutera au sol du molybdène à raison de 100 g/ha, environ, pour assurer une production continue.

De fortes infestations du Hezara des légumes (Hezara viridula) à la floraison et à la nouaison risquent de réduire fortement le rendement et la qualité de la semence, à moins de pulvérisations insecticides (endosulfan à 2,1 L/ha du produit à 35 %, ou menthomyl à 1,5 L/ha du produit à 22,5 %). Ces insectes suceurs se repaissent des cosses en formation, produisant ainsi le ratatinement d'un nombre élevé de graines, même si les cosses ne paraissent pas en avoir souffert extérieurement (ne sont pas déformées ni tordues).

Récolte

À moins d'une interruption de la floraison causée par un manque d'humidité, le moment de la récolte ne semble pas critique. Avec des plants à floraison

constante et laissés sur pied, les rendements en semences semblent demeurer à leur maximum ou presque, pendant de longues périodes, les pertes de graines par suite de l'éclatement des cosses mûres étant compensées par l'éclosion de nouvelles.

Les rendements en graines propres peuvent dépasser 200 kg/ha en fauchant les sommités à la moissonneuse-batteuse ordinaire. Une vitesse du batteur de 1 000 tr/mn environ avec contre-batteur presque fermé, et des cribles réglables parcourus par un léger courant d'air donnent de bons résultats. Vu le mode de floraison continue propre à Wynn, il est possible d'en obtenir plus d'une récolte durant sa période de végétation, dans une même région, surtout avec irrigation d'appoint.

En raison de cette floraison continue et de la facilité avec laquelle les cosses mûres éclatent, d'importantes quantités de graines peuvent s'accumuler sur le sol; on aura utilement recours à des récolteuses à succion ou au balayage manuel pour les recueillir.

ÉVALUATION DE LA VALEUR NUTRITIVE DES FOURRAGES

Kassu Yilala et Abdullah N. Said

Department of Animal Production, University of Nairobi, P.O. Box 29053, Nairobi, Kenya

Sommaire *Deux chapitres de cet exposé examinent les principes biologiques et les techniques de base utilisés pour apprécier la valeur nutritive des fourrages. Le premier comporte une discussion des concepts actuels concernant la valeur énergétique et protéique des fourrages et traite de certains facteurs affectant la digestibilité et le métabolisme des composantes hydrocarbonées et azotées. On souligne l'importance de définir les entités chimiques et la dégradation de MO et de N dans le rumen. Il est aussi question des régimes à base d'EM et des nouveaux régimes protéiques, et de leurs effets sur les concepts récents des systèmes d'évaluation.*

Le deuxième chapitre offre une discussion de diverses techniques d'évaluation de la valeur énergétique et protéique des fourrages, notamment la digestibilité apparente in vitro et in vivo, le taux de dégradation in sacco des hydrates de carbone et de la protéine, la dégradation in vitro de la protéine par les microorganismes du rumen, la solubilité de la protéine et l'équilibre en N.

À mesure que l'on apprenait à mieux comprendre les processus biologiques à l'oeuvre dans la transformation des éléments nutritifs ingérés par les ruminants, les techniques évoluaient et se raffinaient dans le but d'évaluer de façon plus précise la valeur de ces éléments. Les efforts exercés en ce sens devraient permettre de prédire : a) l'ingestion volontaire par l'animal, b) les sous-produits éventuels de la digestion dans le rumen et par la suite, c) les possibilités

d'utilisation du produit final de la digestion au niveau tissulaire.

L'état actuel de la science nous permet de reconnaître les relations dynamiques existant entre la composition chimique de la ration, les fonctions métaboliques du rumen et le métabolisme tissulaire. Divers scientifiques ont essayé de reproduire artificiellement la dynamique de la digestion chez les ruminants (Baldwin et al. 1977; Beever et al. 1980-1981) et de l'utilisation des éléments nutritifs (Graham et al. 1976) afin de définir plus facilement les facteurs influençant la valeur nutritive des aliments du bétail.

Le modèle créé par Baldwin et al. (1977) et Black et al. (1980-1981) décrit la composition des éléments constitutifs du régime en termes d'entités chimiques plutôt que de valeurs immédiates. Vu les limites de cette dernière méthode (Van Soest et Robertson 1980; Van Soest 1982), celle des entités chimiques dans les modèles constitue un progrès. Les microorganismes de l'animal récepteur ne métabolisent pas des entités approximatives ou autres définies de façon empirique comme des éléments spécifiques de la ration (Baldwin et al. 1977), alors que des composantes comme les sucres, la fécule, la pectine, la cellulose, etc., peuvent être métabolisées sélectivement et devenir sources d'énergie, et les protéines, aminoacides libres, acides nucléiques, etc., être sources d'azotes. Les tissus végétaux contiennent ces entités matérielles (Van Soest 1982).

Pour prédire avec assez d'exactitude la valeur nutritive dont profite l'animal, on a donc besoin de méthodes chimiques d'évaluation mieux appropriées, reflétant avec une précision relative la composition des éléments de la ration. Le produit des analyses chimiques doit se compléter de l'évaluation biologique portant sur l'ingestion volontaire, la digestion dans le rumen et la réaction de l'animal sujet.

Dans cet exposé, nous aborderons certains aspects de la digestion et du métabolisme des éléments azotés et hydrocarbonés, et aussi des techniques en usage pour mesurer la dégradation de ces éléments dans le rumen. Nous commenterons également la digestibilité conventionnelle et les études sur l'équilibre de l'azote en rapport avec les fourrages.

RAPPORTS DE LA DIGESTION ET DU MÉTABOLISME DES HYDRATES DE CARBONE ET DE LA PROTÉINE AVEC L'ÉVALUATION DES FOURRAGES

Les hydrates de carbone

Divers éléments hydrocarbonés sont la principale source d'énergie pour les microorganismes du rumen. Les acides gras volatils (AGV), produit final de la fermentation des hydrates de carbone, sont la source majeure d'énergie métabolisable (EM) pour l'animal sujet. Comme hydrates de carbone, les fourrages contiennent des sucres (glucose, fructose et sucrose), de l'amidon, des pectines, de la cellulose et de l'hémicellulose (Van Soest 1982). Les hydrates de carbone structuraux comme la cellulose et l'hémicellulose fermentent plus lentement que l'amidon, et les solubles comme les sucres fermentent rapidement (Van Soest 1982). La digestion plus ou moins complète des éléments pourrait être affectée par les teneurs en lignine (Van Soest 1982).

Malgré des similitudes dans la digestibilité globale de la matière organique (MO), l'efficacité générale avec laquelle se fera la transformation des fourrages pourra varier du fait des différents endroits où s'opère la digestion des hydrates de carbone et des matières azotées (Ulyatt et MacRae 1974). Comme le signale le tableau 1, les différences entre Lolium perenne, L. perenne x Lolium multiflorum et Trifolium repens, en fait de digestibilité apparente de la MO, sont légères, mais la digestibilité de MO aux différents stades du processus varie considérablement (Ulyatt et MacRae 1974). Ces différences ont des implications notables sur l'utilisation de N et, en conséquence, sur la valeur nutritive de l'espèce.

Il ressort de diverses études (Beever et al. 1978; Hogan et Weston 1969; Ulyatt et MacRae 1974; Ulyatt et Egan 1979) que plus de 94 % des hydrates de carbone les plus fermentables, environ 91 % de la cellulose digestible et 85 % de l'hémicellulose digestible (des herbages frais) semblent se digérer avant d'atteindre l'intestin grêle. Sur la base de ces informations et de celles recueillies sur les entités chimiques de MO et de leur digestibilité apparente, on devrait pouvoir évaluer leur degré de digestion en divers endroits et leur apport énergétique à la synthèse microbienne chez

Tableau 1. Teneurs en hydrates de carbone des fourrages frais et leur digestion par des ovins.

Fourrages	Composition chimique (MS en %)[a]					Digestibilité apparente (en %)					Références
	Hydrates de carbone aisément fermentables		Hydrates de carbone structuraux		MO[c] (totale)	% dans l'estomac (% digestible)				Digestible dans l'intestin grêle (%)	
	HSE[b]	Pectine	Cellulose	Hémicellulose		HSE	Pectine	Cellulose	Hémicellulose		
L. perenne	8,8	1,4	18,2	11,8	80	- 94 -		90	92	18	Ulyatt et MacRae (1974)
L. perenne x L. multiflorum	11,1	1,4	16,9	10,7	81	- 93 -		90	88	30	"
T. repens	9,7	10,3	12,1	3,8	82	- 94 -		91	81	23	"
L. perenne	12,5	1,7	19,0	12,0	84	93	100	92	88	--	Ulyatt et Egan (1979)
L. multiflorum	12,8	1,3	16,6	9,6	87	91	100	88	80	--	"
T. repens	11,6	10,1	13,9	3,9	84	89	96	92	78	--	"
O. viciifolia	9,8	9,8	15,5	5,0	74	90	95	96	91	--	"
L. perenne (coupé au printemps)	19,3	nd[d]	29,4	19,9	74	93	nd	89	87	25	Beever et al. (1978)
L. perenne (coupé en automne)	12,4	nd	25,5	19,2	70	92	nd	92	87	35	"

[a] MS = matière sèche.
[b] HSE = hydrates de carbone solubles à l'eau.
[c] MO = matière organique.
[d] nd = non déterminé.

l'animal en question (Egan 1975). On peut cependant mesurer le taux et l'importance de la digestion dans le rumen de divers composants hydrocarbonés en recourant à la technique du sac en fibre synthétique. Peu coûteuse, et simple, elle permet d'évaluer rapidement et avec assez de précision le rythme et l'importance de la dégradation de la matière sèche (MS) (Orskov et al. 1980).

On sait qu'une teneur plus élevée en hydrates de carbone solubles favorise la fermentation à l'intérieur du rumen (Beever et al. 1978). Avec des hydrates de carbone presque entièrement fermentés dans le rumen, très peu ou pas de glucose des fourrages ne pénètre dans l'intestin grêle ou n'y est assimilé (Ulyatt et MacRae 1974) (tableau 2). De fortes concentrations d'hydrates de carbone rapidement fermentables dans les herbages pourraient susciter une production accrue d'acide propionique (Tilley et al. 1960; Hogan et Weston 1969; Beever et al. 1978). Cet acide agit comme précurseur à la synthèse du glucose (Beever et al. 1978).

On a fait remarquer plus tôt que les sources les plus importantes d'EM pour l'animal hôte sont les AGV (acides gras volatils) absorbés dans le rumen. La mesure de cette production d'AGV à cet endroit accompagnant l'analyse chimique détaillée des éléments hydrocarbonés du fourrage pourrait aider à évaluer la part d'EM qui profite à l'animal (tableau 2).

Le tableau 2 indique les effets produits par une fertilisation azotée (Hogan et Weston 1969) et ceux de la maturité des fourrages (Hogan et Weston 1969; Hogan et al. 1969) en abaissant les teneurs en hydrates de carbone solubles, et l'apport réduit d'EM. Les hydrates de carbone à faible solubilité dans l'eau produisent de plus fortes quantités d'acide acétique et des proportions moindres d'acide propionique. L'efficacité avec laquelle le sujet utilise l'acide acétique est faible et elle dépend de la disponibilité du glucose ou des précurseurs de glucose (Hovel et Greenhalgh 1978). La figure 1 donne les effets de proportions molaires d'acide propionique provenant de fourrages divers sur l'efficacité de l'utilisation énergétique.

Compte tenu des points mentionnés ci-haut, il est opportun d'examiner la composition chimique des fourrages en termes d'entités d'hydrates de carbone plutôt que

Tableau 2. Concentration de HSE (hydrates de carbone solubles à l'eau), proportion d'AGV (acides gras volatils) dans le rumen et quantités estimatives d'énergie métabolisable (EM) (Kcal) provenant des AGV.

Fourrages	HSE	% molaire des AGV totaux			EM contribuée (Kcal)/100 g de MO ingérée				Références
		Acétique	Propionique	Butyrique	Acétique	Propionique	Butyrique	Total	
	(% MS)								
Trèfle blanc	6,0	65	21	14	-	-	-		Tilley et al. (1960)
Ivraie vivace	7,9	63	22	15	-	-	-		
Dactyle pelotonné	10,2	61	25	14	-	-	-		
Fléole/ fétuque des prés	12,9	58	26	16	-	-	-		
Luzerne	7,8	58	26	16	-	-	-		
	(% MO)								
P. tuberosa									
Coupe hâtive	20,9	66	20	11	89	58	40	187	Hogan et al. (1969)
Mi-saison	15.1	68	20	10	58	38	35	131	
Coupe tardive	11.3	71	18	10	79	46	30	155	
Avoines									
Maturité I									
Sans engrais	16.0	59	26	16	87	55	42	184	Hogan and Weston (1969)
Avec engrais	5.0	67	21	12	99	46	32	177	
Maturité II									
Sans engrais	18.0	61	21	18	82	41	32	155	Hogan and Weston (1969)
Avec engrais	8.4	64	23	13	86	45	42	173	
Maturité III									
Avec engrais	5.8	67	19	14	79	33	28	140	

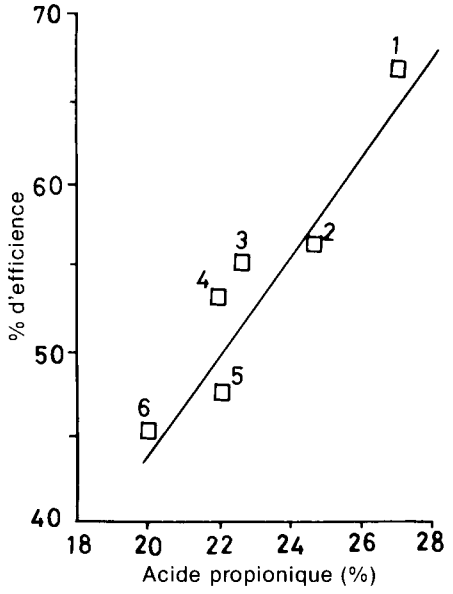


Fig. 1. Rapport entre l'efficacité de l'utilisation de l'énergie pour la croissance et la proportion molaire d'acide propionique de six pâturages : 1 = ivraie vivace + trèfle, 2 = fétuque élevée + trèfle, 3 = ivraie vivace, 4 = fétuque élevée, 5 = dactyle pelotonné + trèfle, 6 = dactyle pelotonné (Grimes et al. 1968).

de cellulose brute (CB) approximative et d'extraits non azotés (ENA). Ces données, avec les informations recueillies sur les taux et l'importance de la digestion des entités présentes dans le rumen, pourraient aider à expliquer les différences en valeur nutritive des espèces végétales. Dans certaines conditions, les coefficients de digestibilité totale apparente pourraient se révéler trompeurs (Ulyatt et MacRae 1974; Beever et al. 1978).

Rapport des éléments azotés des fourrages avec les études d'évaluation

L'évaluation de la valeur protéique des graminées et légumineuses tropicales doit suivre ce que l'on connaît actuellement du processus de digestion de N dans le rumen, parce que ce processus influence considérable-

ment le sort des protéines du régime. Même avec des quantités adéquates de N, on a constaté que la productivité des animaux nourris de graminées tropicales reste médiocre, ce que l'on a attribué aux faibles teneurs en énergie digestible (ED) (Royal et Jeffrey 1972). Toutefois, les résultats obtenus par Stobbs et al. (1977) avec des vaches alimentées avec Chloris gayana contenant 20 % de PB soluble à 40 % et accompagné par un complément de caséine traitée au formaldéhyde (tableau 3) ont également fait ressortir une augmentation de 20 % du lait produit par ces vaches par rapport au régime sans complément. Flores et al. (1979) ont en outre démontré que des vaches en paissance dans du C. gayana jeune et fertilisé ont vu augmenter leur production laitière avec un complément quotidien de 2 kg de Leucaena leucocephala vert dont la protéine est moins soluble que celle de C. gayana. Considérant la concentration de NH_3-N dans le rumen, Stobbs et al. (1977) ont estimé la teneur effective en protéine du régime avec C. gayana à environ 13 % au lieu des 20 % établis par l'analyse chimique.

L'incubation de Panicum maximum, L. leucocephala et Desmodium intortum (Aii et Stobbs 1980), et de Stylosanthes humilis (Playne et al. 1972), en sacs de fibre synthétique suspendus dans le rumen a révélé des différences considérables dans l'assimilation de N (fig. 2). Miller (1980) a signalé que la disparition de N des féveroles (Vicia faba) était moindre que pour la luzerne en incubation dans le rumen. Il en concluait que la valeur protéique de la féverole, malgré ses teneurs en aminoacides, était comparable seulement à celle de l'urée.

Les concentrations de N dans le régime alimentaire servent le plus couramment à juger la valeur protéique des fourrages. Étant donné les taux différents de solubilité et de dégradation de N dans le rumen des diverses protéines végétales, on pourrait être induit en erreur en appréciant la valeur protéique des fourrages d'après la concentration totale de N. On pourrait utiliser leur solubilité et leur dégradabilité comme base de classement pour les protéines des fourrages (Hennessy 1980). Les résultats obtenus par Aii et Stobbs (1980) ont révélé l'existence de variations prononcées dans la solubilité des protéines entre les espèces et entre les différentes parties de la plante (tableau 4).

Tableau 3. Rendement moyen et composition du lait de vaches alimentées avec C. gayana et complément de caséine non traitée, ou de caséine traitée au formaldéhyde (HCHO), ou de L. leucocephala.

Régime	Rendement en lait (kg/vache/jour)	Rendement en matière grasse (g/jour)	Rendement en protéine (g/jour)	Références
C. gayana[a]	12,3	630	410	Stobbs et al. (1977)
C. gayana + caséine	12,7	660	420	
C. gayana + HCHO-caséine	14,7	710	520	
% de réaction à :				
caséine	3,3	4,8	2,4	
HCHO-caséine	19,5	12,7	26,8	
C. gayana[b]	9,6	470	356	Flores et al. (1979)
C. gayana + HCHO-caséine	10,1	504	385	
C. gayana + Leucaena[c] (2 kg)	10,3	502	374	
C. gayana + Leucaena (4 kg)	10,3	503	374	

[a] Composition : NT (% MS) = 3,1 Solubilité des protéines = 40, Digestibilité de MO = 68
[b] Composition : NT (% MS) = 2,4 Solubilité de N = 32, Valeur D = 62, CHO soluble = 5,3
[c] Composition : NT (% MS) = 3,7 Solubilité de N = 21, Valeur D = 63, CHO soluble = 11,9

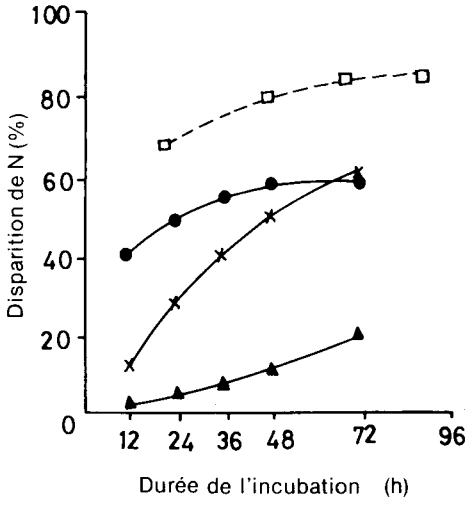


Fig. 2. Disparition de N de sacs en fibre synthétique en suspension dans le rumen. = *P. maximum*, x = *L. leucocephala*, = *D. intortum* (Aii et Stobbs 1980); et = *S. humilis* (Playne et al. 1972).

Dans les jeunes herbages verts, la fraction de MS contient beaucoup de N, principalement sous forme soluble, et est donc rapidement fermentable dans le rumen (Ulyatt et MacRae 1974). La dégradation des rations riches en N pourrait causer une production excessive de NH_3, dont une forte proportion sera absorbée par les parois du rumen, transformée en urée dans le foie, et perdue dans les urines (Ulyatt et MacRae 1974; Klooster et al. 1977; Miller 1980). Les graphiques de la fig. 3 et les chiffres du tableau 5 (Catton et al. 1982) illustrent la mésadaptation de l'apport et des besoins de MO pour que les microorganismes du rumen puissent s'emparer efficacement de N dégradé. Bien que les divergences entre les besoins de MO et les quantités fournies soient nettement plus considérables dans les fourrages "mal" fermentés, l'utilisation de N dégradé pourrait se révéler inefficace dans les deux sortes d'ensilages. Pour que les microorganismes puissent s'emparer du NH_3 avec de meilleurs résultats, il est d'une importance primordiale que la dégradation de N et la libération de la MO dans le rumen soient synchronisées (Meggison et al. 1979). La figure 4 illustre la combinaison théorique de l'énergie nécessaire et de la synchronisation de N dans le rumen, et le tableau 6 les effets de la disponibilité d'hydrates de carbone aisément fermentables sur l'utilisation de N.

Tableau 4. Solubilité de la protéine (%) de diverses parties de plantes des herbages (Aii et Stobbs 1980).

Fourrages	État au fauchage	Feuilles	Tiges
Graminées :			
C. Gayana	Floraison	29,7	48,2
P. clandestinum	Préfloraison	24,0	66,4
S. anceps	Préfloraison	20,0	29,0
D. decumbens	Floraison	24,4	22,7
P. coloratum	Floraison	33,4	39,3
P. maximum	Préfloraison	25,7	33,5
B. mutica	Floraison	33,5	53,0
Légumineuses :			
M. atropurpureum	Avant maturité	40,8	52,9
D. intortum	Avant maturité	7,6	15,9
D. uncinatum	Avant maturité	5,3	36,3
A. indica	Avant maturité	21,0	48,5
M. uniflorum	Avant maturité	44,7	54,5

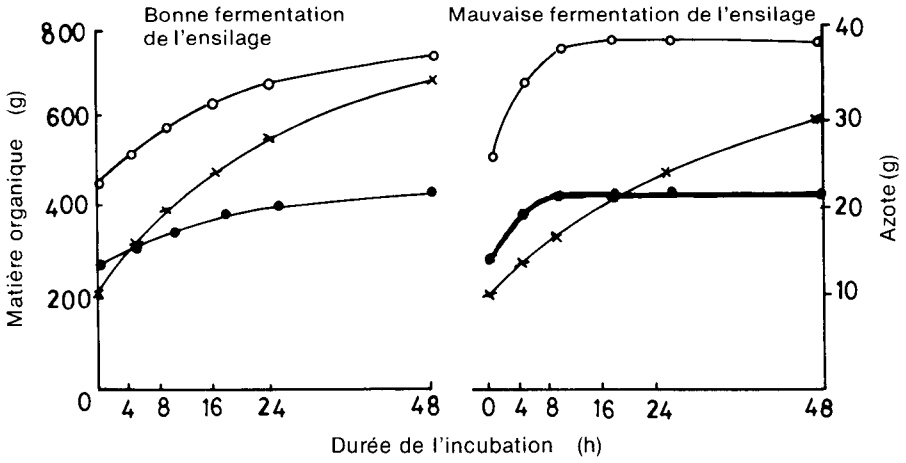


Fig. 3. Pertes de N et de MO de sacs durant 48 heures et besoins calculés en MO par kilogramme de MS de l'ensilage. = perte d'azote, x = perte de MO, = besoins en MO (Catton et al. 1982).

Tableau 5. Pertes en azote (N) et en matière organique (MO) des sacs, et besoins en hydrates de carbone calculés pour correspondre aux pertes de N et de MO, aux premiers stades de la dégradation (jusqu'à 4 heures) (Catton et al. 1982).

	Type d'ensilage	
	Bien fermenté	Mal fermenté
Potentiel de dégradabilité (%)		
N	86	88
MO	76	67
Mode de libération durant les 4 premières heures d'incubation		
N (%)	67	90
N (g/kg de MS de l'ensilage)	15	20
Besoins calculés en CHO pour correspondre aux pertes de N et de MS durant les 4 premières heures d'incubation (g)	239	394

Les points abordés jusqu'ici suggèrent donc que l'on ait à tenir compte de la dégradabilité de la protéine dans le rumen pour évaluer la valeur protéique des fourrages. Pour déterminer cette dégradabilité, on doit reconnaître le double besoin qu'a l'animal d'azote dégradable dans le rumen (NDR) pour le développement des cellules microbiennes, et du passage dans l'intestin grêle du N de la ration, pour assurer l'entretien des tissus (ARC 1980; Miller 1980). En outre, on permet ainsi les manipulations nécessaires de la protéine à fournir et l'on minimise les pertes qui pourraient survenir par suite d'un apport excessif de N (fig. 5).

En règle générale, la distinction des intrants de N entre NDR et NAS (azote alimentaire sous-dégradé) constitue une approche simple, logique et pratique pour répondre aux besoins de N des ruminants. En conséquence, il semble qu'on doive estimer la valeur protéique des fourrages en fonction de la dégradabilité dans le rumen plutôt que d'après la méthode traditionnelle de

Tableau 6. Composition chimique des fourrages à l'état frais consommés par des ovins, et ingestion, digestion et utilisation de N.[a]

Fourrages	Composition chimique: Hydrates de carbone aisément fermentables HSE (% MS)	Pectine (% MS)	NT (% MS)	N-soluble (% NT)	N ingéré (g/jour)	Digestibilité app. de N (%)	NH_3 dans le rumen (mg N/100 ml)	N dans les urines (g/jour)	N retenu (g/jour)	Références
L. perenne	8,8	1,4	4,2	37	38	85	-	27,2	4,8	Ulyatt et MacRae (1974)
L. perenne x L. multiflorum	11,0	1,4	3,8	38	35	81	-	20,6	7,6	
T. repens	9,7	10,3	3,9	50	35	82	-	24,8	3,9	
L. perenne	12,5	1,7	3,8	-	31	84	-	24,3	2,0	Egan et Ulyatt (1980)
L. multiflorum	12,8	1,3	3,9	-	35	86	-	27,9	1,8	
T. repens	11,6	10,1	4,0	-	34	84	-	26,0	2,1	
D. viciifolia	9,6	9,8	3,4	-	34	74	-	20,8	4,7	
Avoines :										
Maturité I										
Sans engrais	17,0	-	3,6	12,7	31	77	16	19,2	5,7	Hogan et Weston (1969)
Avec engrais	5,0	-	5,0	22,3	40	78	33	28,8	1,9	
Maturité II										
Sans engrais	18,0	-	1,9	12,1	14	66	11	6,6	3,2	
Avec engrais	8,4	-	3,5	21,0	28	78	20	13,0	3,9	
Maturité III										
Avec engrais	4,8	-	1,3	18,4	6,0	55	5	3,1	0,3	

[a]N = azote, HSE = Hydrates de carbone solubles à l'eau, MS = Matière sèche, NT = azote total.

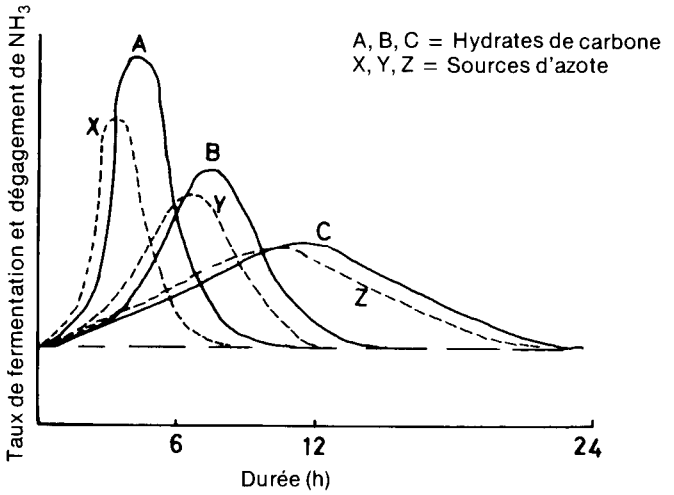


Fig. 4. Représentation des taux théoriques de fermentation progressive dans le rumen suivant l'ingestion de trois formes d'hydrate de carbone des aliments. (A = sucres solubles, B = amidon, et C = composantes de la paroi cellulaire, et courbes de NH_3 du rumen (-----) nécessaires pour soutenir la synthèse des protéines provenant de la fermentation de ces hydrates de carbone) (Johnson, 1976).

la protéine brute digestible (PBD). Cette dernière indique seulement la disparition de N entre la provende et les fèces (Klooster et al. 1977; Miller 1980). Elle n'indique pas que les protéines de la ration sont en grande partie décomposées dans le rumen et que la production microbienne est reliée à la quantité d'hydrates de carbone en fermentation dans le rumen (Klooster et al. 1977). Avec la méthode PBD, on considère l'excédent de NH_3 absorbé dans le rumen comme N apparemment digéré, et cependant comme sans valeur pour les besoins tissulaires de l'animal hôte (Klooster et al. 1977). De plus, avec la PBD, il est impossible de rattacher les besoins en N de l'animal à l'absorption

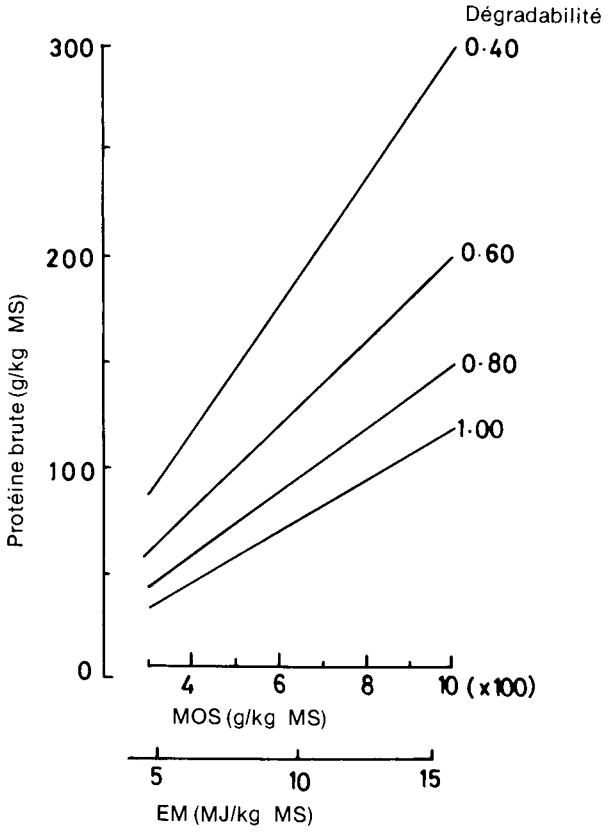


Fig. 5. Protéine brute nécessaire pour les microorganismes du rumen avec des régimes différents en digestibilité et en dégradabilité des protéines (ARC 1980).

d'éléments énergétiques et à leur concentration dans les provendes, pour établir le régime de l'animal (ARC 1980).

Avec le nouveau procédé protéique, cependant (p. ex., ARC 1980), on se sert, pour la composition du régime alimentaire, de NDR et NAS évalués d'après un apport et une concentration donnés d'énergie des provendes (fig. 5). C'est-à-dire qu'une fois établis les besoins en EM nécessaires pour l'entretien et la production, on peut alors évaluer la quantité de N requise pour la synthèse microbienne (NDR) et les besoins tissulaires (protéine microbienne + NAS) à l'aide des équations suivantes, (voir ARC 1980) :

(1) NDR = 1,25 EM; (2) NTM = 0,53 EM, dans laquelle NTM représente N tissulaire fourni par l'azote microbien et (3) NAS = 1,91 NT - 1,00 EM dans laquelle NT représente l'azote tissulaire total requis.

La valeur énergétique des fourrages pourrait s'exprimer en termes d'EM tirée des données concernant la digestibilité (voir le chapitre "digestibilité apparente"). Le recours à la méthode de l'énergie métabolisable (EM) pourrait servir de base appropriée à l'évaluation des fourrages sous les tropiques (Van Es 1980).

À cause de l'interdépendance des besoins en azote (N) et en soufre (S) des microorganismes, on peut utiliser les exigences estimatives en NDR pour calculer les besoins en S (ARC, 1980) : (4) S = 0,07 NDR. La nécessité de S est bien reconnue pour la synthèse microbienne, et son manque pourrait faire baisser le taux de digestion dans le rumen (ARC 1980).

MÉTHODES D'ÉVALUATION DES FOURRAGES

Les chapitres précédents font ressortir l'importance d'une approche plus élaborée et schématique pour les techniques d'évaluation des pâturages, supérieure aux méthodes conventionnelles. Dans ce chapitre, nous envisagerons les schèmes d'évaluation suivants : analyse chimique, digestibilité apparente (in vitro et in vivo), degré et importance de la dégradation des hydrates de carbone et de l'azote dans le rumen (in sacco), dégradation de la protéine in vitro, solubilité de la protéine et équilibre en N.

Les avantages et les faiblesses de la plupart de ces techniques ont été discutés par Pidgen et al. (1980) et nous n'y reviendrons pas dans ces pages.

Analyses chimiques

La plupart des éléments dont nous disposons sur la composition des plantes fourragères tropicales proviennent de l'analyse immédiate. Dans le contexte des chapitres précédents, on doit définir les entités suivantes : hydrates de carbone solubles à l'eau, amidon (Smith et al. 1964), cellulose, fibre au détergent acide (FDA), hémicellulose, fibre au détergent neutre (FDN),

lignine, lipides, cendre, N total (AOAC 1975), azote résiduel (Batty 1972) et soufre (Wimberley 1968).

Digestibilité apparente

L'évaluation de la valeur énergétique des provendes est fondée sur la mesure de leur digestibilité, tant in vitro qu'in vivo.

Digestibilité in vivo

Malgré tout le travail physique qu'elle impose et le temps et l'argent qu'elle réclame, cette technique est largement répandue. L'estimation de l'énergie par la digestibilité in vivo est plus fiable que celle qu'on pourrait obtenir par toute autre méthode de laboratoire (Heaney 1980).

La digestibilité de la matière organique (MO) peut s'exprimer en termes d'énergie digestible (ED) ou de matière organique digestible dans la matière sèche (MODMS, ou D). La valeur énergétique moyenne de la matière organique digestible (MOD) des plantes fourragères tropicales est la même que celle des climats tempérés, et l'on peut utiliser l'équation suivante pour le calcul de l'EM (Minson 1980) : (5) EM = 0,81 ED.

L'expression de la valeur énergétique des plantes fourragères tropicales en termes d'EM permettra d'adopter de nouveaux régimes d'alimentation protéiques et énergétiques sous les tropiques. L'on devra pour cela connaître les valeurs de l'EM mesurées in vivo, qui pourraient servir de normes (Minson 1980).

Digestibilité in vitro

Pour les espèces de pâturage tropicales, la technique la plus précise pour prédire la digestibilité in vivo est la méthode in vitro (Minson et al. 1976). Les méthodes chimiques comme celles de la fibre au détergent acide (FDA) et de la lignine prédisent la digestibilité avec une plus grande marge d'erreur (Minson et al. 1976) en raison des variations des proportions de MOD apparente provenant des parois cellulaires (Osbourn et Terry 1977).

La valeur D déterminée d'après cette approche peut servir à l'évaluation de l'EM, comme dans l'équation 6 (MAFF 1975) à condition que la technique ait été étalon-

née par rapport aux estimations de la digestibilité in vivo (Moe 1980) : (6) EM = 0,15 MODMS.

Dégradabilité in sacco dans le rumen

On peut utiliser la méthode des sacs en fibre synthétique pour mesurer le degré et l'étendue de la dégradabilité des constituants de la matière sèche dans le rumen. Dans ce procédé (Orskov et al. 1980), le fourrage à l'essai est placé dans des sacs en fibre synthétique suspendus dans le rumen. Les dimensions des pores du sac (36 μm) doivent permettre le passage facile des fluides et des microbes de l'estomac tout en retenant la fraction non soluble de l'aliment. Après une certaine durée d'incubation, le sac est retiré, lavé, séché et le résidu est analysé chimiquement pour en évaluer les constituants tels que MS, N (Orskov et al. 1980) et les fractions hydrocarbonées (Catton et al. 1982). Cette technique permet d'obtenir des courbes caractéristiques de l'assimilation dont on peut déduire le degré et l'étendue d'après l'équation (Orskov et al. 1980) : (7) $P = a + b\ (1 - C^{-ct})$ dans laquelle P = la quantité dégradée au moment (t); a = la fraction rapidement soluble, c'est-à-dire l'intercept; b = la quantité qui se dégradera avec le temps; et c = la constante du degré fractionnaire à laquelle la fraction décrite par b sera dégradée, par heure.

La manière dont le fourrage à l'essai sera préparé devra demeurer représentative du fourrage consommé normalement, certains traitements comme le séchage pouvant influencer la dégradabilité de la protéine (Ørskov 1982). On pourra moudre les fourrages secs à la grosseur d'un tamis à mailles de 2,5 mm, tandis que pour les échantillons de fourrages frais, les mailles pourront être de 5,5 mm (Ørskov et Mehrez 1977) ou encore, le fourrage sera haché en dimensions permettant d'obtenir un échantillon homogène suffisamment important (Filmer 1982). On veillera à ne pas perdre de jus en effectuant la coupe ou le hâchage. Vu la teneur humide élevée des fourrages frais, la quantité d'échantillon dans le sac doit être d'au moins 12 g; pour les fourrages secs, elle sera de 5 g (Filmer 1982).

Bien que le procédé puisse être affecté par certains facteurs, sa simplicité et son économie (une fois l'animal acheté et fistulé) ainsi que les informations qu'il procurera sur la dégradabilité du fourrage

dans le rumen ne peuvent qu'améliorer l'évaluation de la valeur nutritive des fourrages (Ørskov et al. 1980). On pourra juger de son utilité d'après les illustrations des figures 2 et 3. Les mesures relatives au degré permettront d'évaluer le synchronisme du dégagement d'énergie et de la dégradation de N dans le rumen.

Ayres et al. (1976) ont effectué des essais de digestion dans le rumen avec sacs en fibre synthétique concurremment avec la digestion in vivo, et constaté une concordance étroite des deux. La technique des sacs synthétiques offre la possibilité d'évaluer les fourrages à l'état réel (Ayres et al. 1976). Il est cependant urgent que l'on standardise la technique, en ce qui concerne notamment la porosité des sacs et leurs dimensions dans le rumen, la forme de la matière servant aux essais, la quantité et le type de régime de base servi aux animaux, la durée de l'incubation et la replication des animaux (Said et al. 1984).

Solubilité de la protéine

Bien que solubilité ne soit pas synonyme de dégradation (Miller 1982), la méthode utilisée constitue un progrès dans la prédiction de la valeur protéique des fourrages (Aii et Stobbs 1980).

La technique (Crooker et al. 1978) comporte le mélange du matériel broyé (tamis de 1 mm) servant à l'essai, et de 50 mg de N et 200 mL de solvant, son préchauffage à 40 °C avec pH ajusté à 6,5 en utilisant l'acide orthophosphorique (85 %) dans une ampoule à extraction. Après une heure d'incubation à 40 °C en remuant constamment, la suspension d'aliment-solvant est filtrée. On détermine la quantité de N extraite dans une aliquote de 50 mL du filtrat et l'on exprime le N soluble comme proportion de l'azote total du fourrage.

Comme solvants, dans ce test, on pourrait se servir de chlorure de sodium ou du fluide du rumen après autoclave (Crooker et al. 1978). En outre, Aii et Stobbs (1980) ont fait usage d'un mélange minéral spécifique. Cependant, considérant la durée de conservation et la similarité des résultats obtenus des divers solvants (Crooker et al. 1978), on accordera plutôt la préférence au chlorure de sodium. Pour plus de commentaires sur la technique, consulter Verite (1980).

Dégradation de la protéine in vitro par les microorganismes du rumen

Les techniques in vitro servant à évaluer la dégradation de la protéine dans le rumen ont généralement pris comme base la quantité accumulée de NH_3 libérée de la protéine pendant son incubation dans le fluide du rumen (Broderick 1978; Spears et al. 1980). La technique de Spears et al. (1980) consistant à mesurer l'accumulation in vitro de NH_3 comporte l'incubation de l'échantillon dans des fioles Erlemmeyer de 250 mL munies de valves Bunsen, à 39 °C. Chaque fiole contient 1 g de substrat et 100 mL d'un mélange, en proportions de 1 à 1, de fluide du rumen et de salive synthétique du rumen. La quantité de NH_3-N de chaque fiole est mesurée aux divers stades de l'incubation. Les fioles sont d'abord remplies à ras de CO_2, ainsi qu'à chaque prise d'échantillon, pour maintenir un milieu anaérobique.

La technique n'est pas sans présenter quelques imperfections (Broderick 1978) : a) l'absorption de NH_3 pour le développement microbien risque de réduire l'importance estimative de la dégradation, en particulier pour les aliments à forte teneur en hydrates de carbone facilement fermentables, à moins que l'on n'ait recours à un inhibiteur de métabolisme du produit final (p. ex., le sulfate d'hydrazine); et b) la simple accumulation de NH_3 ne tient pas compte du taux de passage de la protéine par le rumen, dont l'influence est considérable sur la quantité qui s'échappera du rumen. Néanmoins, la technique est simple et son degré de perfection convient au besoin des tests groupés, en laboratoire, en vue d'évaluer la dégradabilité des protéines par les microorganismes du rumen.

Équilibre de l'azote

On a beaucoup recouru, pour évaluer la valeur protéique des provendes, à des études sur l'équilibre de l'azote à partir des fèces et des urines recueillies dans des cages de métabolisme. Vu les différences de procédés, les données ne peuvent servir qu'à des comparaisons relatives plutôt que de valeurs absolues (Asplund 1979). Cependant, la mesure de N retenu par l'animal sujet, appuyée par celle des taux de disparition de N et de MO, la concentration de NH_3 et les proportions d'AGV dans le rumen devraient permettre de

mieux interpréter les résultats et, conséquemment, d'évaluer avec plus d'exactitude la valeur protéique des fourrages dans une situation donnée.

Les différences dans l'équilibre de l'azote peuvent être reliées aux quantités volontairement ingérées dans le cas d'animaux alimentés ad libitum (Asplund 1979), les chiffres obtenus reflétant alors l'état de l'animal plutôt que les caractéristiques de l'aliment consommé. C'est pourquoi on recommande un rationnement inférieur au niveau nécessaire, pour pouvoir évaluer la disponibilité de l'azote qui sera retenu (Asplund 1979). Le régime alimentaire antérieur influencera profondément l'importance de cette rétention durant la période d'expérience (Asplund 1979; Hovel et al. 1983; Yilala et Bryant 1984). Le régime d'adaptation devra donc être maintenu à un niveau d'entretien de l'animal (Asplund 1979).

CONCLUSION

La nutrition protéique est le facteur limitatif le plus important dans l'utilisation de l'énergie abondante fournie par les hydrates de carbone des fourrages aux ruminants des régions tropicales. L'azote est important, tant en qualité qu'en quantité. Certaines constatations concernant l'azote disponible pour les microorganismes du rumen révèlent que diverses plantes fourragères tropicales, en particulier les légumineuses, protègent en quelque sorte leur protéine. L'utilisation efficace de ces légumineuses comme compléments des rations pauvres en protéine exige une connaissance de leurs entités chimiques et de leur biodégradabilité dans le rumen. Le métabolisme des protéines n'est pas indépendant de celui des éléments énergétiques. L'utilisation efficace des herbes tropicales riches en azote, aux premiers stades de leur végétation, impose une disponibilité et une libération des éléments énergétiques à un taux correspondant à celui de la dégradation de N dans la panse. Dans les tissus, également, la synthèse de la protéine est sujette à la disponibilité de l'énergie provenant de molécules de phosphate à haute teneur énergétique.

Les valeurs actuellement recommandées pour répondre aux besoins nutritifs des ruminants témoignent d'une

meilleure compréhension du processus digestif et métabolique qui s'opère dans le rumen et les tissus. Cette amélioration de nos connaissances ne saurait être envisagée séparément du perfectionnement des techniques de mesurage. Cette revue a tenté de démontrer la nécessité de décrire la valeur nutritive des fourrages tropicaux conformément à divers aspects des connaissances actuelles de la nutrition animale; autrement dit, l'adoption de techniques nouvelles et la modification des procédés conventionnels, en fonction des objectifs envisagés, s'imposent pour s'insérer dans un nouveau régime d'alimentation des animaux.

BIBLIOGRAPHIE

ARC (Agricultural Research Council) 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Farnham Royal, England, Commonwealth Agricultural Bureaux.

Aii, T. et Stobbs, T.H. 1980. Solubility of the protein of tropical pasture species and the rate of its digestion in the rumen. Animal Feed Science and Technology, 5, 183-192.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 1975. Official methods of analysis (12th edition). Washington, D.C., USA, AOAC.

Asplund, J.M. 1979. Interpretation and significance of nutrient balance experiments. Journal of Animal Science, 49, 826-831.

Ayres, J.F., McManus, W.R. et McFarlane, J.D. 1976. The evaluation of forage nutritive quality by microdigestion. Australian Journal of Agriculture and Animal Husbandry, 16, 472-477.

Baldwin, R.L., Koong, L.J. et Ulyatt, M.J. 1977. A dynamic model of ruminant digestion for evaluation of factors affecting nutritive value. Agricultural Systems, 2, 255-288.

Batty, R.S. 1972. The efficiency of trichloroacetic acid as a protein precipitant. Cereal Chemistry, 49, 729-730.

Black, J.L., Beever, D.E. et Faichney, G.J. 1980-81. Simulation of the effects of rumen function on the flow of nutrients from the stomach of sheep. Part 2 - assessment of computer predictions. Agricultural Systems, 6, 221-241.

Beever, D.E., Terry, R.A., Cammell, S.B. et Wallace, A.S. 1978. The digestion of spring and autumn harvested perennial ryegrass by sheep. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 90, 463-470.

Broderick, G.A. 1978. In vitro procedures for estimating rates of ruminal protein degradation and proportions of protein escaping the rumen undergraded. Journal of Nutrition, 108, 181-190.

Catton, R., Chamberlain, A.G., Paine, C.A. et Crawshaw, R. 1982. In sacco degradability characteristics of two contrasting grass silages. In Thomson, D.J., Beever, D.E. et Gunn, R.G., éd., Forage Protein in Ruminant Animal Production. Occasional Publication of the British Society of Animal Production, No. 6, 175-176.

Crooker, B.A., Sniffer, C.J., Hoover, W.H. et Johnson, L.L. 1978. Solvents for soluble N measurements in feedstuffs. Journal of Dairy Science, 61, 437-447.

Egan, A.R. et Ulyatt, M.J. 1980. Quantitative digestion of fresh herbage by sheep. VI. Utilization of N in five herbages. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 94, 47-56.

Filmer, D.G. 1982. Assessment of protein degradability of forage. In Thomson, D.J., Beever, D.E. et Gunn, R.G., éd., Forage Protein in Ruminant Animal Production. Occasional Publication of the British Society of Animal Production No. 6, 129-138.

Flores, J.F., Stobbs, T.H. et Minson, D.J. 1979. The influence of the legume Leucaena leucocephala and formal-casein on the production and composition of milk from grazing cows. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 92, 351-357.

Graham, N.M., Black, J.L., Faichney, G.J. et Arnold, G.W. 1976. Simulation of growth and production in

sheep - Model 1. A computer program to estimate energy and N utilization, body composition and empty liveweight change, day by day in sheep of any age. Agricultural Systems, 1, 113-138.

Grimes, R.C., Watkin, B.R. et Gallagher, J.R. 1967. The growth of lambs grazing on perennial grass, to all fescue and cocksfoot, with and without white clover, as related to the botanical and chemical composition of the pasture and pattern of fermentation in the rumen. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 68, 11-21.

Heaney, D.P. 1980. Sheep as pilot animals. In Pigden, W.J., Balch, C.C. et Graham, M., éd., Standardization of Analytical Methodology for Feeds. Proceedings of a workshop held in Ottawa, Canada, 12-14 March 1979. Ottawa, Canada, International Development Research Centre (IDRC), IDRC-134e, p. 44-48.

Hennessy, D.W. 1980. Protein nutrition of ruminants in tropical areas of Australia. Tropical Grasslands, 14, 260-265.

Hogan, J.P. et Weston, R.H. 1969. The digestion of pasture plants by sheep. III. The digestion of forage oats varying in maturity and in the content of protein and soluble carbohydrate. Australian Journal of Agricultural Research, 20, 347-363.

Hogan, J.P., Weston, R.H. et Lindsay, J.R. 1969. The digestion of pasture plants by sheep. IV. The digestion of P. tuberosa at different stages of maturity. Australian Journal of Agricultural Research, 20, 925-940.

Hovell, F.D.D. et Greenhalgh, J.F.D. 1978. The utilization of diets containing acetate, propionate or butyrate salts by growing lambs. British Journal of Nutrition, 40, 171-183.

Hovell, F.D.D., Orskov, E.R., MacLeod, N.A. et McDonald, I. 1983. The effect of changes in the amount of energy infused as volatile fatty acids on the nitrogen retention and creatinine excretion of lambs wholly nourished by intragastric infusion. British Journal of Nutrition, 50, 331-343.

Johnson, R.R. 1976. Influence of carbohydrate solubility on non-protein nitrogen utilization in the ruminant. Journal of Animal Science, 43, 184-191.

Klooster, A.Th. van't, Boekholt, H.A. et Tamminga, S. 1977. Comments on the use of apparently digestible protein as an indicator for protein evaluation in ruminant feeding. In Protein Metabolism and Nutrition. Proceedings of the 2nd International Symposium. Wageningen, The Netherlands, Crn. Agricultural Publication Document, p. 64-66.

Meggison, P.A., McMeniman, N.P. et Armstrong, D.G. 1979. Efficiency of utilization of non-protein nitrogen in cattle. Proceedings of the Nutrition Society, 38, 147A. (Résumé)

Miller, E.L. 1980. Protein value of feedstuffs for ruminants. In Bond, D.A., éd., Vicia faba, Feeding Value, Processing and Viruses. Brussels-Luxembourg, Martinus Nijhoff, p. 17-30.

1982. Methods of assessing protein for ruminants, including laboratory methods. In Miller E.L., Pike, I.H. et Van Es, A.J.H. éd., Protein Contributions of Feedstuffs for Ruminants. Studies in the Agricultural and Food Sciences. London, England, Butterworth Scientific, p. 18-35.

Minson, D.J. 1980. Relationships of conventional and preferred fractions to determine energy values. In Pigden, W.J., Balch, C.C., Graham, M., éd., Standardization of Analytical Methodology for Feeds. Proceedings of a workshop held in Ottawa, Canada, 12-14 March 1979. Ottawa, Canada, International Development Research Centre (IDRC), IDRC-134e, p. 72-78.

Minson, D.J., Stobbs, T.H., Hegarty, M.P. et Playne, M.J. 1976. Measuring the nutritive value of pasture plants. In Shaw, N.H. et Bryan, W.W., éd. Tropical Pasture Research - Principles and Methods. Farnham Royal, England, Commonwealth Agricultural Bureaux (CAB), CAB Bulletin, 51, 308-337.

Moe, P.W. 1980. Problems of standardization of units to describe the energy value of feedstuffs. In Pigden, W.J., Balch, C.C. et Graham, M., éd., Standardization of Analytical Methodology for Feeds. Proceedings of a workshop held in Ottawa, Canada, 12-14 March 1979. Ottawa, Canada, International Development Research Centre (IDRC), IDRC-134e, p. 25-28.

Ørskov, E.R., 1982. Protein nutrition in ruminants. London, England, Academic Press.

Ørskov, E.R., Hovell, F.D.D. et Mould, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production, 5, 195-213.

Ørskov, E.R. et Mehrez, A.Z. 1977. Estimation of protein degradation from basal feeds in the rumen of sheep. Proceedings of the Nutrition Society, 36, 78A.

Osbourn, D.F. et Terry, R.A. 1977. In vitro techniques for the evaluation of ruminant feeds. Proceedings of the Nutrition Society, 36, 219-225.

Pidgen, W.J., Balch, C.C. et Graham, M., éd. 1980. Standardization of analytical methodology for feeds. Proceedings of a workshop held in Ottawa, Canada, 12-14 March 1979. Ottawa, Canada, International Development Research Centre (IDRC), IDRC-134e, 128 p.

Playne, M.J., McLeod, M.N. et Dekker, R.F.H. 1972. Digestion of the DM, N, P, S, Ca and detergent-fibre fraction of the seed and pod of Stylosanthes humilis contained in terylene bags in the Bovine rumen. Journal of the Science of Food and Agriculture, 23, 925-932.

Royal, A.J.E. et Jeffrey, H. 1972. Energy and protein supplements for dairy cows grazing tropical pasture. Proceedings of the Australian Society of Animal Production, 9, 292-296.

Said, A.N., Pike, D.J. et Owen, E. 1984. Dacron bag technique for comparing rumen degradability of

untreated and ammonia-treated barley straw - effect of particle size and degree of replication. Tropical Animal Production. (Sous presse)

Smith, D., Paulsen, G.M. et Raguse, C.A. 1964. Extraction of total available carbohydrates from grass and legume tissues. Plant Physiology, 69, 960-961.

Spears, J.W., Hatfield, E.E. et Clark, J.H. 1980. Influence of formaldehyde treatment of a soybean meal on performance of growing steers and protein availability in the chick. Journal of Animal Science, 50, 750-755.

Stobbs, T.H., Minson, D.J. et McLeod, M.N. 1977. The response of dairy cows grazing an N fertilized grass pasture to a supplement of protected casein. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 89, 137-141.

Tilley, J.M.A., Deriaz, R.E. et Terry, R.A. 1960. The in vitro measurement of herbage digestibility and assessment of nutritive value. Proceedings of the 8th International Grasslands Conference, p. 533-537.

Ulyatt, M.J. et Egan, A.R. 1979. Quantitative digestion of fresh herbage by sheep. V. The digestion of four herbages and prediction of sites of digestion. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 92, 605-616.

Ulyatt, M.J. et MacRae, J.C. 1974. Quantitative digestion of fresh herbage by sheep. The sites of digestion of organic matter, energy, readily fermentable carbohydrate, structural carbohydrate and lipid. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 82, 295-307.

Van Es, A.J.H. 1980. Evaluation of the energy value of feeds: Overall appreciation. In Pidgen, W.J., Balch, C.C., et Graham, M., éd. Standardization of Analytical Methodology for Feeds. Proceedings of a workshop held in Ottawa, Canada, 12-14 March 1979. Ottawa, Canada, International Development Research Centre (IDRC), IDRC-134e, p. 15-24.

Van Soest, P.J. et Robertson, J.B. 1980. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In Pidgen, W.J., Balch, C.C. et Graham, M., éd. Standardization of Analytical Methodology for Feeds. Proceedings of a workshop held in Ottawa, Canada, 12-14 March 1979. Ottawa, Canada, International Development Research Centre (IDRC), IDRC-134e, p. 49-60.

Wimberley, J.W. 1968. Turbidimetric determination of total sulphate in plant material and soil. Analytica Chim. Acta, 42, 327.

Verite, R. 1980. Appreciation of the N value of feeds for ruminants. In Pidgen, W.J., Balch, C.C. et Graham, M., éd. Standardization of Analytical Methodology for Feeds. Proceedings of a workshop held in Ottawa, Canada, 12-14 March 1979. Ottawa, Canada, International Development Research Centre (IDRC), IDRC-134e, p. 87-96.

Yilala, K. et Bryant, M.J. 1984. The effects upon the intake and performance of store lambs of supplementing grass silage with barley, fishmeal and rapeseed meal. Animal Production. (Sous presse)

MÉTHODES D'ÉVALUATION DES PARCOURS NATURELS

Moses O. Olang

Kenya Rangeland Ecological Monitoring Unit (KREMU),
P.O. Box 47146, Nairobi, Kenya

Sommaire *Diverses méthodes permettent d'effectuer le relevé, la cartographie et la surveillance des parcours naturels. Mentionnons entre autres la photographie aérienne, l'interprétation des images transmises par satellites, l'échantillonnage par quadrat, les points calculés au pas et les transects fixes. La cartographie et la photo aérienne pour l'étude de la végétation sont des procédés coûteux et lents, tandis que les images de satellites donnent des résultats plus rapides et relativement peu coûteux, aux mêmes fins.*

Les facteurs qui détermineront la méthode à adopter sont d'ordre financier ou dépendent du temps disponible ou de l'usage prévu des informations à recueillir. Au Kenya, nous avons modifié le procédé de l'échantillonnage par quadrat pour répondre à nos besoins. La reconnaissance visuelle et les méthodes des points calculés au pas permettent d'obtenir des renseignements rapides sur l'état des parcours naturels tandis que l'on utilise les transects linéaires fixes pour détecter les changements dans la composition, la vigueur, la densité et la production des différentes espèces végétales.

La gestion agronomique des parcours naturels a connu ses débuts dans les régions non cultivables de l'Amérique. En Afrique, les parcours naturels servent le plus souvent à l'élevage; dans les régions en partie réservées à la préservation de la faune naturelle, les populations se plaignent depuis longtemps de ne pouvoir utiliser une partie de leurs terres. L'élevage traditionnel du bétail sert non seulement à nourrir les habitants mais est une source de revenu, une mesure du rang social et sert d'apport dotal. Ses effectifs ont été en

augmentant tandis que les superficies en pâturages demeuraient constantes ou allaient en s'amenuisant au profit d'un accroissement sensible des terres cultivées.

L'intervention de l'homme appauvrit les parcours naturels et les changements introduits dans les écosystèmes ont réduit la productivité des espèces végétales les plus favorables et altéré la biomasse et les formes biologiques (UNEP 1978). Les plantes sont la ressource la plus précieuse des parcours naturels parce qu'elles stabilisent le sol, assurent la subsistance du bétail et de la faune sauvage et sont une source importante de combustible ligneux. D'après Herlocker (1979), la productivité de la plupart des parcours naturels a baissé par suite des pressions exercées par l'homme et par les bêtes, auxquelles viennent s'ajouter les risques naturels. L'utilisation efficace des parcours naturels réclame une juste compréhension des rapports existant entre leur productivité présente et leur potentiel à long terme, moyennant de saines pratiques agronomiques. La végétation reflétant tous les facteurs environnementaux à l'oeuvre au même endroit, la connaissance qu'on en acquiert peut contribuer, par déduction, à définir les principaux caractères de cet environnement (Herlocker 1979).

L'inventaire des parcours naturels fournira des informations utiles à la planification et à l'exécution de toute proposition d'aménagement. Divers procédés ont été mis de l'avant en Europe et en Amérique pour la préparation et l'exécution de tels inventaires. Certains d'entre eux sont rapides mais peuvent souffrir de préjugés et des dispositions personnelles de ceux qui les exécutent.

MÉTHODES

La méthode du point quadrat

La méthode du point quadrat représente l'issue logique de la conception d'un quadrat qui irait sans cesse en se rapetissant jusqu'à devenir un point; de là l'expression "point quadrat" (NRC 1962), appellation confirmée en termes à peine différents par Mueller-Dombois et Ellenburg (1974).

Dans la méthode du point quadrat, des aiguilles sont insérées dans les perforations d'un cadre et tous les contacts avec la végétation sont enregistrés. Le principal avantage de la méthode est sa précision. Elle est recommandable pour l'étude des projets de réensemencement ou pour la surveillance des plantes envahissantes dans un terrain gazonné. Arpy et Schmid, ainsi que Levy et Madden, ont été les promoteurs de cette méthode. Celle-ci n'est toutefois pas recommandée par le National Research Council (NRC 1962) pour la végétation désertique clairsemée.

Quadrat d'énumération

En faisant l'énumération des espèces se trouvant dans un quadrat, la méthode utilisée s'appelle simplement "quadrat d'énumération". Le National Research Council (1962) dit "quadrat" seulement. Le quadrat est un carré de n'importe quelles dimensions déterminées servant à l'étude détaillée de la végétation. La méthode est intéressante dans les endroits où des plantes se développent séparément, comme dans les zones réensemencées. Le nombre enregistré pourra servir d'indice de tout changement qui se produirait dans l'abondance des plants (NRC 1962; Stodard et Smith 1975).

La méthode de la boucle

Dans la méthode de la boucle, on trace d'abord un transect, le long duquel on laisse tomber une boucle ou un anneau de $\frac{3}{4}$ pouce de diamètre. Tous les plants ou parties de plants apparaissant dans la boucle sont enregistrés. On descend la boucle jusqu'au sol. Si le sommet d'un arbuste se trouve à l'intérieur de la boucle, on inscrit un contact. La méthode est simple et précise pour mesurer la composition de la végétation (NRC 1962).

Capacimètre

Fletcher et Robinson ont mis au point la méthode du capacimètre pour évaluer la production des herbages (NRC 1962). Elle est fondée sur le fait que l'herbage possède une constante diélectrique élevée, tandis que l'air a une constante faible. En établissant la constante diélectrique d'une parcelle, il est facile de

déterminer la quantité d'herbage. Ce procédé est rapide et ne dérange pas la végétation.

Reconnaissance

Le NRC signalait (1962) qu'on a utilisé la méthode de reconnaissance dès 1940 pour évaluer la densité de la végétation et sa composition. L'estimation du couvert végétal s'effectue au 5 % ou 10 % le plus près, mais la méthode est exposée à beaucoup de subjectivité.

Le préposé examine un secteur perpendiculairement et en évalue ensuite les étendues dénudées et celles recouvertes d'herbes et de plantes ligneuses. La zone examinée doit être représentative. Cette méthode est également simple et recommandable aux gestionnaires de ranchs qui ont à déplacer leurs troupeaux d'un pâturage à l'autre.

Méthode des points calculés au pas

Dans cette méthode, l'examinateur parcourt la végétation et, après chaque nombre de pas déterminé, inscrit l'espèce de plant touchant le point atteint par le dessus de la chaussure. Le préposé doit marcher dans un certain sens et à pas égaux de manière à éviter tout biais. On peut évaluer ainsi la composition de la végétation.

Recouvrement linéaire

La méthode du recouvrement linéaire décrite en 1941 repose sur le principe de la réduction d'un transect de bande à une ligne n'ayant aucune largeur (NRC 1962). Canfield utilisait une tige de 3 m pour obtenir la projection de l'étalement de la cime jusqu'au ruban sur le sol. On obtient ainsi le couvert fourni par la cime de chaque espèce de plante. La méthode est précise mais prend beaucoup de temps et peut manquer de précision dans les endroits à arbres très élevés.

Estimation visuelle par parcelle

L'estimation visuelle par parcelle permet d'évaluer en termes de poids la quantité d'herbage enlevée. L'examinateur devra visiter l'endroit avant qu'il ne soit pâturé, ou en protéger une section qui sera conser-

vée pour servir de comparaison. L'apprentissage de cette méthode réclame de l'examinateur qu'il coupe de petites quantités de la végétation et évalue ce qui en a été enlevé. La méthode est utile dans le cas d'une utilisation plutôt irrégulière. Elle est d'application difficile, les espèces végétales répartissant leur poids de différentes façons.

Méthodes sans parcelles

On mentionne quatre méthodes appelées sans parcelles ou à parcelles variables, sur lesquelles Cottam et Curtis et Greig-Smith nous ont renseignés. (Mueller-Dombois et Ellenburg 1974).

Le plant séparé le plus proche

Dans la méthode du plant le plus proche, on choisit des points au hasard le long d'un transect linéaire. On mesure la distance entre chacun de ces points et le plant le plus rapproché. La distance moyenne pour tous les plants est égale à la moitié de la racine carrée de la surface moyenne (NRC 1962; Mueller-Dombois et Ellenburg 1974).

Le plant voisin le plus proche

Dans cette méthode, des points d'échantillonnage sont choisis le long d'un transect linéaire et, à chacun de ces points, des plants sont choisis au hasard. On mesure les distances entre lesdits plants et leur plus proche voisin. La distance moyenne est égale à la racine carrée de la surface moyenne divisée par 1,67 (NRC 1962; Mueller-Dombois et Ellenburg 1974).

Méthode des paires au hasard

À partir d'un point d'échantillonnage, on tire une ligne jusqu'au plant le plus proche, et on trace un angle à 90 ° de chaque côté. On mesure la distance à partir du deuxième arbre le plus proche du premier et se trouvant à l'extérieur de l'angle. La distance moyenne entre tous les points est égale à la racine carrée de la surface moyenne divisée par 0,8 (NRC 1962; Mueller-Dombois 1974).

Méthode des quadrants centrés sur le point (QCP)

Cette méthode mise au point par le Wisconsin Plant Ecology Laboratory et améliorée ensuite par Curtis (Mueller-Dombois et Ellenburg 1974) a servi d'abord à mesurer le couvert forestier d'un groupement végétal. La technique repose sur l'idée qu'on peut calculer le nombre d'arbres par unité de surface d'après la distance moyenne séparant ceux-ci.

Des points d'échantillonnage sont situés au hasard le long d'un transect linéaire, et de chaque point on établit quatre quadrants (NRC 1962). On mesure ensuite la distance du plant le plus proche du point dans chaque quadrant. La distance moyenne sert ensuite à calculer la superficie moyenne occupée par chaque arbre.

Curtis a soutenu qu'il est plus facile d'évaluer le nombre de plants séparés à l'aide de la distance moyenne plutôt que de compter tous les plants se trouvant dans un quadrat ou une parcelle. La méthode QCP fait gagner du temps parce qu'on peut plus facilement mesurer des distances que les limites de parcelles (tableau 1).

Tableau 1. Exemple de mesure des distances par la méthode QCP

Points d'échantillonnage	Nombre de quadrants	Distances en mètres
1	1	8
	2	5
	3	11
	4	7
2	1	6
	2	15
	3	2
	4	10
Total		64

Distance moyenne = 64 8 = 8 m
Superficie moyenne par arbre 8 x 8 = 64 m^2
Densité des arbres à l'hectare = 1 000 64 = 156 arbres

La précision augmente si l'on accroît le nombre des points d'échantillonnage. En 1968, Newson et Dix ont signalé deux inconvénients de cette méthode (Mueller-Dombois et Ellenburg 1974), à savoir : a) un arbre séparé doit se trouver dans chaque quadrant, et b) un arbre séparé ne doit pas être mesuré deux fois. Risser et Zedler, au Wisconsin, et Olang et Peden (1982) ont fait une autre réserve : c) la méthode surestime de 100 % les arbres espacés régulièrement et sous-estime de 50 % la végétation groupée.

Méthode Bitterlich (à rayon variable)

La méthode Bitterlich, ou à rayon variable, a été élaborée en vue de déterminer la surface basale des arbres. Elle a servi en 1957 à mesurer la densité des arbrisseaux, et une autre fois en 1960 pour mesurer celle des graminées touffues (NRC 1962). Elle est utilisée également pour l'évaluation du couvert des cimes d'arbres (Mueller-Dombois et Ellenburg 1974). L'étalement de chaque cime d'arbre doit être visible pour pouvoir être mesuré.

On utilise pour la mesure un bâton avec un bras de 30 pouces et un bras transversal à rayon de 3 pouces. La surface inscrite par le petit bras est égale à 1 % de celle inscrite par le grand bras. Cette surface est de $3 \times 3 \times \pi$ pour le petit bras, et $30 \times 30 \times \pi$ pour le grand bras. Pourcentage du petit par rapport au grand : $(3 \times 3 \times \pi)/(30 \times 30 \times \pi) = 1/100$. En utilisant la méthode, on compte un contact lorsque la surface inscrite par le petit bras est inférieure soit à celle du tronc de l'arbre, soit à celle de l'étalement de la cime.

Méthode d'approche d'après le potentiel de l'endroit

Cette méthode a été adoptée comme voie d'approche par Humphrey (Pratt et Gwynne 1977) spécialement pour évaluer le potentiel de production fourragère. Les critères de classement sont ici l'apport représenté par les principales espèces d'une valeur fourragère reconnue, la vigueur des plants, la production de graines ainsi que les cas d'érosion du sol. Heady (1960) a suivi une suggestion de Brown tenant compte des plantes en voie d'augmentation, de diminution ou d'envahissement, et il a proposé quatre étages succes-

sifs d'après l'intensité de la paissance. Le premier étage est l'association climax des hautes graminées cespiteuses, suivi de l'étage intermédiaire composé d'espèces traçantes, et du troisième dans lequel les graminées annuelles sont importantes. Un quatrième étage est constitué des herbes annuelles à feuilles étalées en sols dénudés et exposés à l'érosion.

La méthode du potentiel de l'endroit se recommande pour les régions destinées à des groupes particuliers d'animaux. D'après Skovlin (1971), les caractéristiques servant à l'évaluation des parcours naturels doivent mentionner : a) la composition des plantes fourragères, b) l'étage supérieur buissonnant, c) les constituants de la couverture du sol, et d) la stabilité du sol. Ces quatre caractéristiques sont cotées de 1 à 5. Le total des cotes s'échelonne de 4 à 20 et les conditions cotées sont donc : excellentes, 16 à 20; bonnes, 11 à 15; convenables, 6 à 10; et mauvaises, 1 à 5.

Transmission d'images par satellites (Landsat)

En raison des vastes étendues de parcours naturels fort peu développées au niveau des routes et des moyens de communication, l'interprétation des images transmises par satellites constitue une méthode très appropriée. Elle est en réalité une version modifiée du procédé d'échantillonnage par quadrat (Wigton et Borman 1978). On a recouru également en Tanzanie à l'interprétation des transmissions par Landsat, en vue des informations préparatoires à la planification du développement rural (Dunford et al. 1983).

On préfère les images rehaussées de couleur artificielle à l'échelle de 1:250 000 qui améliorent les contrastes entre les différentes couleurs. La méthode est utilisée par étapes (Olang 1983a). La première comporte l'interprétation visuelle des images du Landsat sous différentes strates. La stratification s'effectue sur un calque superposé, transposé ensuite sur une carte topographique à la même échelle que l'image du Landsat. Utilisant des points de repère naturels ou créés par l'homme, comme les cours d'eau et les routes, chaque strate est, en plus, subdivisée en unités primaires d'échantillonnage (UPE).

Toutes les UPE d'une même tonalité reçoivent le même numéro en vue d'une sélection au hasard des unités d'échantillonnage (UE). Le nombre d'UE ainsi choisies dépendra du temps et des moyens financiers dont on dispose. On se sert d'une carte topographique aux fins d'orientation et pour se diriger jusqu'à l'endroit en cause. Les mêmes endroits pourront être visités à nouveau si un nouvel échantillonnage est nécessaire. On a constaté que différentes concentrations de plantes peuvent présenter des tonalités variables, soit par suite de différences dans la densité de la végétation ou dans la composition des espèces (Olang 1983a).

La deuxième phase comporte la localisation d'un endroit d'échantillonnage au sein d'une des unités d'échantillonnage choisie au hasard, et elle représente une étape critique de la méthodologie générale appliquée. Le site doit se trouver dans une zone représentative, soit à 500 m, au moins, d'une route et éloigné de tout point d'eau.

Se servant du calque superposé et du relevé topographique, le chercheur peut se rendre jusqu'à l'une des unités d'échantillonnage. Une fois sur place, il décidera de la direction qu'il empruntera et sur combien de mètres. Ensuite il fixera le point de départ de la ligne de transect aux fins de contrôle, et établira un site durable d'échantillonnage. Comme point de repère des transects permanents, une balise de 15 pouces en béton enfoncée dans le sol jusqu'à 1 ou 2 pouces de la surface conviendra parfaitement. Des petites tiges métalliques encastrées dans ces balises permettront de les repérer à l'aide d'appareils magnétiques. On enregistrera également la direction ou le gisement du transect.

TECHNIQUE DE L'ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillonnage de la végétation a pour but principal de mesurer les modifications qui interviennent dans la production et la composition des plants et le couvert qu'elles forment. La végétation étant composée de deux étages principaux, l'étage herbacé et l'étage ligneux, on devra recourir pour les mesurer à deux procédés différents. Pour l'échantillonnage des petites plantes herbacées, on n'aura besoin que de parcelles

réduites tandis que pour les arbustes et les arbres, il en faudra de grandes (Olang et Peden 1982). On a constaté l'utilité de parcelles carrées de 0,5 m^2 pour la mesure de l'étage herbacé, et de parcelles circulaires de 2,5 m de rayon pour l'étage ligneux.

Étage ligneux

Autour d'un transect permanent, on circonscrit des parcelles circulaires de 2,5 m de rayon. Leurs numéros aléatoires de localisation sont enregistrés définitivement en vue des contrôles à venir. Les dimensions de la parcelle sont généralement déterminées par la densité de la végétation bien que, au Kenya, on s'en soit toujours tenu à 2,5 m de rayon, ce qui exige un surcroît de travail quand la végétation est dense. Dans chaque parcelle, on relève les plants par espèces et d'après le diamètre des tiges, la hauteur totale de l'arbre, l'épaisseur de sa cime et son étalement (Olang et Peden 1982). La densité du peuplement est également enregistrée d'après des catégories de hauteur, soit 0,7 à 2 m, 2 à 4 m, 4 à 6 m, 6 à 8 m, 8 m et plus. Toutes ces mesures sont inscrites sur une feuille descriptive, dont les données seront ensuite analysées à l'ordinateur.

La nécessité d'informations plus complètes sur la couverture du sol représentée par l'étage ligneux s'est faite plus urgente par suite d'une demande croissante de charbon de bois et de bois de chauffage. D'où l'importance d'évaluer la biomasse représentée par cette végétation (Olang 1984). Il se peut que la couverture végétale ne varie pas lorsqu'une espèce est simplement remplacée par une autre. On devra donc mesurer la composition de la végétation afin de noter les modifications intervenues.

Étage herbacé

Les plantes herbacées servent de nourriture principale aux herbivores. Il est donc nécessaire d'en connaître la quantité et la qualité. La méthode à suivre comporte l'estimation oculaire de la couverture végétale à l'intérieur de parcelles carrées de 0,5 m x 0,5 m, ou de n'importe quelles autres dimensions selon la densité des plantes. On choisit des numéros au hasard entre 15 m et 25 m d'intervalle, qui permettront d'établir jusqu'à 40 quadrats. On peut ainsi couvrir

une zone de 800 m pour l'échantillonnage de la couche herbacée d'un endroit, ce qui supprime certains effets localisés dus, par exemple, à un ancien site de boma ou à un marais, qui pourraient influencer les résultats à obtenir.

Toutes les plantes se trouvant dans un quadrat sont énumérées par espèces, et l'on évalue ensuite à l'oeil le couvert proportionnel du sol produit par le feuillage. L'évaluation porte d'abord sur 50 % du quadrat, puis sur 25 %, et enfin sur 10 %. Celles qui n'atteignent pas 1 % sont inscrites comme "trace". On calcule et inscrit ensuite le poids estimatif de tous les plants du quadrat; après quoi on coupe des plants de 25 % des quadrats et on les pèse. Le matériel recueilli sera plus tard séché au four et pesé, et le poids relevé sera ensuite extrapolé sur le reste des quadrats.

La section de contrôle écologique des parcours naturels du Kenya utilise une combinaison de la méthode des quadrats d'énumération, dont nous avons parlé plus haut à propos des plantes herbacées, et des parcelles circulaires de plantes ligneuses (Olang, 1983b) pour détecter les modifications dans la composition, le couvert, la vigueur, la production et la densité de la végétation.

Toutes les plantes ligneuses se trouvant dans un secteur de 2,5 m de rayon, le long d'un transect de 100 m, sont enregistrées. Les plantes herbacées le sont à intervalles de 10 m. Comme la ligne de transect est définitivement fixée par une balise et que l'on connaît également le gisement, il est facile de revenir plus tard prendre les mesures des mêmes plants.

La plupart des méthodes peuvent servir à mesurer la composition, la densité, le couvert et la production des végétaux. Des mesurages périodiques aux mêmes endroits permettront de suivre les modifications des divers paramètres indiquant, par exemple, qu'une espèce tend à disparaître, que d'autres perdent de leur vigueur ou que leur couvert diminue. Le point important est de conserver un transect permanent. Skovlin (1980) a présenté un rapport sur sept méthodes botaniques pratiquées au Zimbabwe. Il a recommandé le recouvrement linéaire pour l'analyse et celle de la fréquence par parcelle pour mesurer la composition des espèces importantes. Pratt

et Gwynne (1977) ont proposé un mode de classement cotant les conditions propres à un endroit d'après une échelle allant d'excellent à très médiocre. Il y ajoute un pointage pour les changements à souhaiter dans la végétation. Skovlin (1980) s'est servi du procédé pour observer l'évolution de la végétation des parcours naturels du Kenya. Le Centre international pour l'élevage en Afrique (ILCA) a utilisé la méthode des transects en boucle à point permanent pour les plantes herbacées, et du transect de bande pour les espèces ligneuses du Kenya (Bille et Heemstra 1978).

Remerciements

Mes remerciements à K.A. Buigutt qui a effectué la première révision de cet exposé et à J.C. Ngethe de l'Université de Nairobi, Département de l'agronomie des parcours naturels, qui en a fait la relecture. Leurs conseils éclairés m'ont aidé à présenter cet exposé.

BIBLIOGRAPHIE

Bille, J.C. et Heemstra, H. 1978. Development of a methodology for the ecological monitoring of range trends in Kenya. Nairobi, Kenya, International Livestock Centre for Africa (ILCA), ILCA, Dec. 3, 34 p.

Mueller-Dombois, D. et Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, USA, John Wiley and Sons Inc., 432 p.

Dunford, C., Mouat, D.A., Norton-Griffiths, M. et Slaymaker, D.M. 1983. Remote sensing for rural development planning in Africa. Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC), ITC Journal, p. 99-108.

Heady, H.G. 1960. Range management in East Africa. Kenya, Government of Kenya Printing Press, 125 p.

Herlocker, D. 1979. Vegetation of southern Marsabit District, Kenya. Integrated Project in Arid Lands (IPAL) UNESCO Programme on Man and the Biosphere (MAB). Technical report D.I., 68 p.

Olang, M.O. 1983a. Vegetation classification using Landsat Imagery and Area Sampling Frame Method to locate sampling stands. In Machine Processing of Remotely Sensed Data. Proceedings of 1983. West Lafayette, Indiana, USA Purdue Research Foundation, p. 96-102.

1983b. Methods of vegetation sampling. Nairobi, Kenya, Kenya Rangeland Ecological Monitoring Unit (KREMU), Ministry of Finance and Planning, 24 p.

1984. Wood biomass assessment technique. Nairobi, Kenya, Kenya Rangeland Ecological Monitoring Unit (KREMU), Technical Report. (En préparation)

Olang, M.O. et Peden, D. 1982. An evaluation of the PCQ method of sampling tree density. Nairobi, Kenya, Kenya Rangeland Ecological Monitoring Unit (KREMU), Ministry of Environment and Natural Resources, Technical Report No. 74, 11 p.

Pratt, D.J. et Gwynne, M.D. 1977. Rangeland management and ecology in East Africa. London, England, Holder and Stoughton, 310 p.

NRC (National Research Council) 1962. Range research: basic problems and techniques, Washington, D.C., National Academy of Science, NRC.

Skovlin, J.M. 1971. Ecological survey and research - Range Management Project. A report prepared for the Kenya Government by Doof and Agriculture Organization of the United Nations. Nairobi, Kenya, UNDP, 73 p.

1980. An evaluation of 10 years of rangeland changes at selected sites throughout Kenya. Project report submitted to the Government of Kenya, Ministry of Agriculture, Nairobi.

UNEP (United Nations Environment Programme) 1978. Proceedings of the conference on desertification. Nairobi, Kenya, UNEP.

Stoddart, L.A. et Smith, A. 1974. Range management 3rd edition. New York, USA, McGraw-Hill Book Co.

Wigton, W.H. et Borman, P. 1978. A guide to area sampling frame construction utilizing satellite imagery. Paper submitted to the United Nations at the request of the U.N. Outer Space Affairs Division, 31 p.

RÉSEAU DE RECHERCHE FOURRAGÈRE AUSTRALIE - SUD-EST ASIATIQUE ET PACIFIQUE

T.R. Evans

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Division of Tropical Crops and Pastures, Carmody Road, St. Lucia, Brisbane 4067, Australia

Sommaire *Les spécialistes de la recherche en pâturages dans le Sud-Est asiatique et le Pacifique éprouvent de nombreuses difficultés à mettre au point de véritables programmes de recherche. Les occasions d'échanges sur des problèmes d'intérêt commun sont rares entre scientifiques des différents pays et avec des autorités étrangères. L'information scientifique et technique est limitée et difficile à se procurer. L'exposé suivant décrit ces difficultés, et d'autres, ainsi que les occasions de les surmonter que pourrait offrir la création d'un réseau de liaison entre scientifiques régionaux spécialistes des pâturages et des cultures fourragères. L'objectif principal du réseau serait de rendre la recherche plus efficace et de forger de vigoureux liens de solidarité entre scientifiques et spécialistes de la vulgarisation des divers pays en cause afin d'améliorer la production du bétail en même temps que la situation financière des producteurs primaires de leurs régions.*

Dans la plupart des pays en développement, pour ne pas dire dans tous, la recherche en agriculture a pour premier objectif de résoudre les difficultés qui s'opposent encore à une alimentation convenable de leurs populations et à un approvisionnement stable en produits alimentaires. La recherche accorde non seulement une attention prioritaire aux cultures traditionnelles de base mais beaucoup d'importance aussi à l'amélioration du cheptel ruminant. Les motifs de cette attention sont divers. Dans les pays en développement les plus

favorisés, l'augmentation du produit national brut (PNB) et l'aisance accrue de leurs populations ont amené une plus grande consommation de viande. Dans les plus pauvres de ces pays, on voudrait augmenter la production de viande et de produits laitiers non seulement pour améliorer le régime de la population actuelle mais en prévision de son accroissement inéluctable. Dans beaucoup de régions agricoles, les grands ruminants servent de bêtes de trait pour la culture du sol et comme producteurs de fumier pour l'engraisser. D'autres raisons socio-économiques militent en faveur du maintien et de l'augmentation du cheptel, par exemple, un capital dont on peut disposer en temps difficiles.

Même si l'on accorde plus d'attention aux cultures vivrières pour améliorer les approvisionnements, l'exploitation agricole mixte de cultures et d'élevage pourrait amener d'importants résultats en augmentant la productivité générale de l'agriculture. En ce sens, les ruminants prennent une importance particulière dans l'utilisation rationnelle des ressources de la terre par leur aptitude à consommer les résidus et les sous-produits des récoltes impropres à l'alimentation humaine, et à tirer profit des pâturages et des fourrages occupant les sols non cultivables.

Ces ressources ne pourront être pleinement utilisées ou améliorées sans des études appropriées couvrant un éventail de disciplines scientifiques. Les interactions entre le sol, le climat, les animaux et l'effet des interventions de l'homme dans ce système biologique dynamique sont d'une extrême complexité. Pour que la recherche s'avère vraiment efficace, l'idée s'impose tout naturellement d'une "masse critique" de scientifiques des diverses disciplines visées participant ensemble à un effort de recherche soutenu. Ce concept, applicable aux pays industrialisés comme à ceux en développement, sera sans doute plus difficile à mettre en oeuvre dans ces derniers. Leurs ressources financières limitées et la pénurie de scientifiques et de personnel technique sont autant d'empêchements sérieux à un travail de recherche fructueux. L'isolement des scientifiques, soit géographique soit dû à l'absence de contacts avec leurs homologues de leur propre pays ou de l'étranger, ainsi que l'insuffisance des services de soutien constituent d'autres obstacles majeurs.

La fondation d'un réseau de spécialistes en pâturages et en cultures fourragères pourrait conduire à la solution de certains de ces problèmes et apporter en même temps soutien et encouragement aux scientifiques des nations en développement. Les connaissances et l'expérience associées dans un tel réseau contribueraient à définir les priorités ouvertes à la recherche et fourniraient une base justifiée aux demandes de ressources destinées à la recherche dans des secteurs de haute priorité. On doit admettre que les scientifiques agricoles ont non seulement pour tâche d'apprendre aux agriculteurs comment planifier et améliorer leurs productions agricoles et animales, mais aussi de fournir à leurs gouvernants des informations fiables pour leurs politiques futures et leurs projets de développement agricole. D'où l'importance de former un cadre de scientifiques capables de résoudre les problèmes qui se posent et d'interpréter les progrès de la science au pays et à l'étranger à l'avantage du développement national.

LE RÉSEAU DES PÂTURAGES ET DES FOURRAGES DU SUD-EST ASIATIQUE ET DU PACIFIQUE

Le Australian Centre for International Agriculture Research (ACIAR) et le Australian Development Assistance Bureau (ADAB) soutiennent conjointement la fondation d'un réseau de scientifiques en pâturages et fourrages pour le Sud-Est asiatique et le Pacifique. Voici quels sont les antécédents de ce projet.

Depuis quelque 30 ans, l'Australie s'est activement intéressée à la recherche sur les pâturages tropicaux et est en excellente position pour apporter son aide à d'autres pays de la zone asiatique et Pacifique dans le même domaine. Depuis 10 ans déjà, des scientifiques australiens participent à des études avec leurs homologues des pays de ces régions, en particulier du Sud-Est asiatique : Indonésie, Malaysia et Thaïlande. On a constaté, au cours de cette période, un intérêt nettement accru des institutions et des universités nationales de ces pays envers les pâturages. Des programmes bilatéraux et multilatéraux d'aide ont également stimulé le développement des pâturages améliorés et d'autres aspects de la production du bétail, et l'Australie y a joué un rôle prédominant.

Le nombre croissant de scientifiques et d'institutions spécialisés dans ce genre de recherche témoigne de l'intérêt suscité par les cultures fourragères et les pâturages et leur utilisation par les ruminants. La recherche, cependant, en est encore en bonne partie aux premiers stades de développement, et l'expérience locale en fait de planification et de direction de programmes, d'interprétation des résultats et de techniques expérimentales reste limitée. Les spécialistes en ces questions, dans les pays du Sud-Est asiatique et du Pacifique, manquent d'information sur les progrès réalisés ailleurs. Les occasions de rencontres et d'échanges sur des questions d'intérêt commun sont rares, tant entre scientifiques de différents pays en développement qu'avec les spécialistes expérimentés en pâturages tropicaux d'Australie. Des deux côtés, un désir croissant se manifeste d'améliorer les échanges et les communications entre ces partenaires tout indiqués, et la création d'un réseau pouvant répondre à ces désirs est de plus en plus perçue comme une nécessité.

Les pays du Sud-Est asiatique effectuant des recherches dans le domaine des pâturages et des cultures fourragères comprennent les Philippines, la Thaïlande, la Malaysia et l'Indonésie, ainsi que Fidji dans le Pacifique occidental; le tableau 1 donne quelques statistiques à leur sujet. Leur superficie terrestre est de 297 x 10^6 hectares, avec une population humaine d'environ 269 x 10^6 habitants, dont 58 % environ oeuvrent dans l'agriculture. Le cheptel ruminant compte environ 13,6 x 10^6 bovins, 11,8 x 10^6 buffles, 4,3 x 10^6 ovins et 10,3 x 10^6 caprins. Les petits ruminants produisent principalement de la viande, tandis que les bovins et les buffles servent d'abord de bêtes de trait, pour finir sous forme de viande une fois trop âgés pour travailler.

L'ensemble de ces régions connaît des climats assez variés, même à l'intérieur d'un pays, à cause de l'influence de la mousson et du relief topographique. On relève des similitudes entre les régions est de l'Indonésie, le nord-est de la Thaïlande et des secteurs ouest de Luzon et des Visayas des Philippines, où les saisons sèches et humides sont bien tranchées. En contraste, l'ouest de l'Indonésie, le sud-ouest de la Thaïlande, la Malaysia, les Philippines orientales et Fidji n'ont qu'une brève saison sèche (2 à 3 mois) ou

Tableau 1. Statistiques choisies sur les pays participant au Réseau de production fourragère.

	Philippines 4° N.-21° N.	Thaïlande 3° N.-22° N.	Malaysia 10° N.-6° N.	Indonésie 11° S.-6° N.	Fidji 16° S.-19° S.
Superficie terrestre (ha x 10^6)	29,8	51,3	32,8	181,1	1,83
Populations (x 10^6)	51,9	49,2	14,8	153,0	0,65
% en agriculture	44,6	74,4	46,2	57,8	38,70
Effectifs du cheptel vif (x 10^6)					
Bovins	1,95	4,50	0,55	6,4	0,16
Buffles	2,80	6,20	0,29	2,5	nd[a]
Ovins	0,03	0,02	0,07	4,2	nd
Caprins	1,60	0,32	0,38	8,0	

[a] nd = non disponible

Source : Annuaire de la FAO sur la production, 1982.

même aucune période sans pluie. Il existe également des zones de transition où la pluviosité est, en général, plus variable que dans chacune des deux zones précédentes. Pour l'ensemble de celles-ci, on rapporte des précipitations annuelles variant de 570 à plus de 7 000 mm.

Dans certaines régions, les difficultés de développement de l'agriculture pastorale et fourragère pour répondre aux besoins des ruminants vont en s'accroissant, à cause de l'affectation intensive des terres cultivables à la production de récoltes de subsistance pour les populations et un cheptel de plus en plus nombreux. L'exemple le plus extrême est celui de Java et de Madura, en Indonésie. Ces îles contiennent 64 % de la population de l'Indonésie, 60 % des bovins, 43 % des buffles, 80 % des caprins et 94 % des ovins. Dans ces régions très fertiles et cultivées intensivement, les grands ruminants cèdent la place aux petits, à cause tout d'abord des superficies cultivables de plus en plus réduites par famille, de l'utilisation peu économique des bovins et des buffles en agriculture, et aussi de la grande flexibilité de l'élevage des chèvres et des moutons, tant financièrement que par leur facilité d'alimentation. Chaque famille possède en moyenne 1,8 tête de bétail nourrie principalement des résidus de récoltes, de fourrages coupés en terrains vagues, le long des routes ou dans des petits jardins, et de restes de légumes. Par contre, l'Indonésie compte également quelque 19 x 10^6 ha d'herbages d'Imperata susceptibles d'amélioration, qui pourraient servir à la production animale et qui restent aujourd'hui à peu près improductifs.

Trois secteurs principaux bénéficieraient de la recherche sur l'amélioration des pâturages et des fourrages :

a) Les petites exploitations. Bien que 90 % des ruminants de la région appartiennent à de petits agriculteurs, la plupart restent confinés sur la ferme familiale dont l'étendue peut varier de 1 à 5 ha. On a entrepris d'améliorer la production fourragère à l'aide de légumineuses arborescentes comme Leucaena et de graminées choisies parmi les plus vigoureuses comme l'herbe de Napier.

b) Les pâturages indigènes extensifs, souvent en sols peu fertiles et soumis à une saison sèche prolongée. Certains servent de pâturages communaux et présentent des problèmes spéciaux concernant les espèces à implanter et leur mode d'utilisation.

c) La culture intercalaire de plantes fourragères. Un objectif évident serait l'introduction de pâturages et de plantes fourragères sous des plantations d'arbres à caoutchouc, palmiers, cocotiers et terrains en reboisement. Une autre possibilité est celle des cultures intercalaires de fourrages dans un assolement, par exemple, des légumineuses dans un champ de riz en fin de croissance, ou en culture dérobée après le riz. Les deux techniques font l'objet de recherches en Thaïlande et aux Phillipines.

LES OBSTACLES À LA RECHERCHE

L'introduction de cet exposé mentionnait diverses difficultés présentes dans la région du Sud-Est asiatique et du Pacifique, ainsi qu'en des pays en développement d'autres parties du monde. À part les difficultés de financement de la recherche, l'obstacle le plus sérieux est sans doute le manque d'expérience des scientifiques dans la planification de la recherche. Celle-ci concerne à la fois le sol, la plante et l'animal et exige la coopération de spécialistes de ces diverses disciplines. Idéalement, l'équipe qu'ils pourraient former comprendrait des experts en agronomie des pâturages, en nutrition des plantes, en bactériologie des légumineuses, en science édaphique, en alimentation animale et en biométrie. Il se peut que ces compétences particulières se rencontrent dans un même pays mais elles agissent séparément, en général sans programme intégrant leurs spécialités respectives. Ailleurs, certaines disciplines manqueront complètement de spécialistes expérimentés.

Le manque d'interaction entre scientifiques botanistes et zootechniciens a de quoi inquiéter. Cette dichotomie d'intérêts a certains antécédents historiques et elle a été cause de problèmes dans divers pays développés pendant de nombreuses années. Les zootechniciens, dont beaucoup sont vétérinaires, sont portés à s'intéresser davantage à la santé des animaux et à la

génétique plutôt qu'à l'amélioration de leur régime alimentaire et de ses composantes. La santé et la génétique justifient, certes, ce genre d'intérêt mais il est reconnu aujourd'hui qu'un animal bien nourri est plus résistant (ou plus tolérant) aux parasites et aux maladies auxquels il est exposé, et que son potentiel génétique de développement et de production ne peut se réaliser pleinement s'il souffre de carences nutritives.

LES OBSTACLES À LA COMMUNICATION

La communication fait partie intégrante de la recherche, et elle englobe les moyens nécessaires d'accéder à la documentation disponible dans le domaine mondial de l'agriculture. Des services adéquats de bibliographie sont un élément essentiel de ces échanges d'informations, mais dans de nombreux cas les moyens nécessaires leur font défaut pour remplir la tâche qu'on attend d'eux, comme la mise en circulation de publications internationales ou même, simplement, nationales. Même si la planification d'expériences exige normalement une étude de la documentation disponible, le manque de ressources adéquates empêche souvent de recourir aux sources existantes.

L'un des canaux les plus productifs d'informations provenant de l'extérieur est un réseau d'échanges entre personnes participant à des recherches apparentées et qui peuvent se rencontrer lors de conférences ou d'ateliers de travail, mais les occasions de ce genre sont restreintes à quelques scientifiques seulement d'une même région.

La transmission aux intéressés d'informations sur la recherche pourrait être sensiblement améliorée. La liaison entre les organismes de recherche et les services de vulgarisation est fréquemment déficiente, en partie parce qu'il n'existe pas d'échanges d'information bien définis entre les départements responsables.

OBJECTIFS DU RÉSEAU AUSTRALIE-SUD-EST ASIATIQUE ET PACIFIQUE

Le but, au sens large, du Réseau est d'améliorer l'efficacité de la recherche dans les pays membres en

leur fournissant le soutien et l'encouragement nécessaires pour surmonter les problèmes de communication. Voici, plus détaillés, ses principaux objectifs :

a) améliorer les moyens d'un pays membre de planifier les programmes de recherche dont l'importance est prioritaire pour la réalisation de ses politiques agricoles;

b) encourager les divers pays participants à entreprendre discrètement des programmes de recherche d'un intérêt mutuel pour chacun d'eux;

c) renforcer leurs ressources techniques à tous les niveaux;

d) élargir la base d'informations de chacun des pays intéressés;

e) contribuer à promouvoir le développement de la recherche aux échelons local, régional et national, et l'application de ses résultats au niveau de l'exploitation agricole;

f) développer un réseau de communications qui servira activement de point de départ et de développement à des contacts à long terme entre les scientifiques régionaux.

Structures et composition

Il existe, dans la zone du Sud-Est asiatique-Pacifique, un bon nombre de scientifiques qui s'intéressent de quelque façon et plus ou moins activement à la recherche sur les pâturages et les productions fourragères. Aux premiers stades de formation du Réseau, on pourrait sans doute commencer par mettre sur pied un réseau primaire formé d'un noyau central de 10 scientifiques de renom, actifs dans la recherche. Ceux-ci agiraient comme autant de foyers, diffusant les avantages que les activités du Réseau pourraient apporter aux chercheurs d'autres pays ou régions. Ils appartiendraient à des institutions oeuvrant activement dans la recherche sur les pâturages et les fourrages et possédant déjà un personnel et des installations leur permettant de retirer le plus d'avantages des activités du Réseau central et d'y contribuer le plus efficacement.

Les pays disposant déjà de ces moyens sont les Philippines, la Thaïlande, la Malaysia, l'Indonésie et Fidji. D'autres pays de la zone ne possèdent pas encore d'institutions nationales ni de scientifiques spécialisés dans les disciplines qui nous intéressent ici et ne peuvent pas, actuellement, faire partie du noyau central. Ils ne sont pas exclus, pour autant, de fonctions au sein du Réseau de nature à favoriser le développement et l'utilisation des pâturages et des fourrages destinés à l'élevage des ruminants.

Fonctions du Réseau

a) Fournir des commentaires et son concours dans la planification et l'exécution de la recherche. Cette fonction inclut l'aide à la conception expérimentale, le choix de techniques appropriées, et des conseils pour le choix et l'acquisition de l'équipement et des matières consommables servant aux programmes d'expériences.

b) Fournir des directives et des avis aux scientifiques dans l'interprétation et la publication des résultats de la recherche.

c) Définir les besoins de la formation au niveau des scientifiques et à celui des techniciens, et mettre sur pied les programmes éducatifs nécessaires.

d) Aider et stimuler la production et la propagation des semences pour les pâturages et les plantes fourragères.

e) Renforcer les moyens de communication et d'information régionaux par la publication de bulletins, trois ou quatre fois par an, renseignant les spécialistes régionaux en pâturages et cultures fourragères sur les activités et les résultats de la recherche. Ces bulletins pourraient servir de matière première aux publications de certains pays où les chercheurs ne disposent pas de journaux appropriés; pourraient y figurer aussi les résultats d'études intéressant les chercheurs locaux mais non recevables pour les publications de réputation internationale (p. ex., les résultats d'une première sélection d'espèces pour pâturages), ainsi que des résumés et des commentaires sur des sujets d'un intérêt particulier pour la science des pâturages. Les bulletins en question seraient

largement diffusés parmi les spécialistes régionaux s'intéressant à ces questions.

f) Préparer des ateliers de travail annuels pour les membres du Réseau primaire, qui auront lieu alternativement dans un des pays membres. On pourrait y inviter d'autres scientifiques et des spécialistes de la vulgarisation, mais pour donner de bons résultats ces ateliers ne devraient pas réunir plus de 20 personnes, environ.

g) Créer un fonds de données informatisées comme source de renseignements sur : a) les scientifiques présents dans la région et sur leurs travaux, et b) la documentation publiée dans la région et celle tirée de conférences et d'ateliers pour lesquels il n'y a pas eu de comptes rendus officiels publiés.

Le Réseau aura besoin de l'appui d'un institut expérimenté dans la recherche sur les pâturages tropicaux. La Division des cultures et pâturages de la CSIRO a accepté d'assumer la responsabilité du Réseau et de lui fournir un secrétaire scientifique. La Division possède un personnel de recherche représentant une somme considérable d'expérience dans l'agronomie et l'écologie des pâturages et dans la production animale. Elle peut compter également sur des spécialistes en sélection et adaptation des espèces végétales, alimentation du bétail, et ressources génétiques fourragères. D'autres spécialistes du nord de l'Australie, compétents dans ces domaines et dans d'autres, pourront être consultés, au besoin, par le Réseau pour en obtenir informations et conseils sur des points de recherche spécifiques ou des problèmes de vulgarisation.

On peut attendre du Réseau non seulement qu'il améliore l'efficacité de la recherche mais qu'il forge des liens internationaux solides entre scientifiques et spécialistes de la vulgarisation appartenant aux pays visés. Ainsi pourra-t-il contribuer de façon significative à l'amélioration des productions animales et à une plus grande prospérité des producteurs primaires de la zone en question.

LA MÉTHODE PAR RÉSEAUX DANS LA RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES : L'EXPÉRIENCE DE L'AMÉRIQUE TROPICALE

J.M. Toledo, H.H. Li Pun et E.A. Pizarro

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Programme des pâturages tropicaux, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia; et Centro Internacional Investigaciones para el Desarrollo (CIID), Apartado Aéreo 53016, Bogotá, Colombia

Sommaire *En Amérique tropicale, la production animale et son rendement sont faibles malgré l'abondance du cheptel. Le principal obstacle tient au manque de pâturages et à leur mauvaise qualité. La recherche à ce sujet est cependant considérable mais les résultats, jusqu'ici, ont été peu sensibles. Il s'agit d'une entreprise coûteuse et de longue haleine, d'autant plus que les ressources qui y sont affectées n'abondent pas. On devra trouver des solutions plus rapides et plus économiques aux problèmes existants. La démarche par réseaux et l'orientation à donner aux programmes de recherche pourraient apporter des remèdes. Cette communication présente un aperçu général des expériences de recherche en pâturages, des activités du Réseau international des pâturages tropicaux en Amérique latine ainsi qu'un projet de programme de recherche appliquée à ces questions.*

La production animale et sa productivité sont faibles en Amérique tropicale, comparativement à celles des pays tempérés (tableau 1). C'est pourquoi la production de viande de boucherie et de lait est insuffisante dans la plupart des régions. Pour les dix dernières années, la différence entre la demande de viande de boucherie et la production, dans la zone tropicale de l'Amérique, s'est maintenue à 3,1 % par année. Dans divers pays de la zone américaine tempérée, on constate d'autre part des excédents (tableau 2).

Tableau 1. Effectifs du cheptel et productivité animale aux États-Unis et dans certains pays choisis de l'Amérique latine, 1981.

Région/pays	Effectif (10^6 bovins)	Productivité (kg/animal/année)
États-Unis	114	90
Amérique tropicale	199	24
Brésil	93	24
Colombie	24	24
Venezuela	11	31
Amérique latine tempérée	69	52
Amérique latine	267	31

Source : CIAT (1983).

Tableau 2. Viande de boucherie : taux d'augmentation annuel de la demande et de la production dans les pays latino-américains.

Région/pays	Taux d'augmentation (%)	
	Demande	Production
Amérique tropicale	5,3	2,2
Bolivie	4,9	4,9
Brésil	6,1	1,5
Colombie	4,9	3,5
République Dominicaine	6,0	3,4
Équateur	8,9	5,3
Mexique	4,4	3,3
Paraguay	4,4	-1,1
Pérou	3,0	-1,3
Venezuela	4,2	5,4
Amérique centrale	4,0	3,3
Antilles	3,2	2,0
Amérique latine tempérée	1,7	3,2

Source : CIAT (1983).

De vastes superficies de sols acides peu fertiles (oxisols et ultisols) constituent 40 % à 50 % de l'ensemble des terres. Dans ces régions, les taux de charge pratiqués ne dépassent pas souvent 0,12 animal à l'hectare. Elles offrent cependant d'excellentes possibilités aux productions agricoles : climat largement ensoleillé, propriétés physiques des sols généralement favorables et saison de végétation prolongée, mais le manque de ressources fourragères et leur pauvre qualité surtout font obstacle à la production de la viande de boucherie et du lait.

Dans certains cas, la quantité de matière sèche disponible n'est pas un facteur limitatif au même degré que dans les vastes savanes herbagères des régions subhumides (llanos de la Colombie et du Venezuela et cerrados du Brésil) où l'herbe pousse rapidement et vigoureusement après un brûlis. Bien que le bétail paisse le jeune regain durant deux à trois mois, le fourrage perd rapidement toute saveur et ne peut plus guère servir que de combustible pour le brûlis suivant. Traditionnellement, les agriculteurs essartent différentes sections successivement, revenant à la même tous les 18 à 24 mois.

En contraste, dans les régimes d'élevage mixte de bétail en usage dans les zones plus humides de l'Amérique tropicale, où l'utilisation des ressources (sols, animaux, provendes, etc.) est plus intensive, la qualité et la quantité des fourrages acquièrent une importance majeure. La terre y est plus chère et sa préparation (défrichement) exige des dépenses élevées avant l'introduction de pâturages ou de cultures. Les coûts d'entretien sont également élevés, en raison de la lutte contre les mauvaises herbes et des apports d'engrais et des amendements nécessaires pour soutenir la productivité. Il arrive souvent que les pâturages dégénèrent rapidement alors que le troupeau de l'éleveur s'agrandit naturellement, entraînant ainsi des déséquilibres où la quantité de matière sèche disponible et la capacité de charge plus élevée des pâturages revêtent une importance accrue.

Ces deux contrastes de situation exigent évidemment des voies de recherche différentes et bien spécifiques. Dans le premier cas, il s'agit de préserver la qualité et la productivité de graminées et de légumineuses, dans

un régime agricole à taux de charge relativement faible et ne réclamant qu'un minimum de pratique agronomique. Dans le second, celui des régimes mixtes des tropiques humides, l'introduction de meilleures graminées et légumineuses et une amélioration des pratiques agronomiques favoriseront des taux de charge plus élevés et des mesures herbicides plus efficaces, tout en assurant une meilleure répartition des ressources fourragères pendant toute l'année.

Outre l'effet des régimes culturaux, on peut s'attendre que la composition des pâturages (graminées et légumineuses) soit influencée par d'autres variables telles que les caractères édaphiques, le climat, les maladies et les ennemis des cultures, selon la nature de l'environnement. Les espèces pour pâturages offertes dans le commerce sont exposées fréquemment à des échecs parce que non adaptées au milieu où l'on veut les implanter. Ces différences se manifestent d'un pays à l'autre, d'une région à l'autre et même d'une ferme à l'autre dans une même région.

La recherche en pâturages absorbe beaucoup d'efforts et de ressources. Très souvent, cependant, ses résultats pratiques n'ont pas été bien remarquables. Les lacunes proviennent le plus souvent d'une définition fautive des agroécosystèmes, du manque de représentativité des endroits choisis comme sièges des stations de recherche, de démarches de recherche fragmentaires, du peu d'intérêt des agriculteurs, de liaisons insuffisantes entre les chercheurs et d'échanges d'informations déficients.

Les ressources offertes à la recherche dans le monde en développement s'amenuisent de plus en plus, tandis que les pressions deviennent plus urgentes en vue de répondre rapidement aux problèmes soulevés par la production animale. La nécessité s'accroît pour la recherche en pâturages de trouver des réponses plus économiques et plus rapides en recourant plus largement à l'expérience locale et régionale. La voie d'approche par réseaux peut apporter un moyen différent d'intégrer et de compléménter les efforts d'un programme national de recherche sur les pâturages, en réduisant les dépenses et les délais et en élargissant en même temps son champ d'application aux situations extrêmement complexes découlant de l'environnement et des régimes culturaux.

Cet exposé présente un aperçu général de la recherche expérimentale sur les pâturages en Amérique tropicale, une description du Réseau des pâturages tropicaux en Amérique latine, et quelques suggestions de sujets de recherche pour les programmes nationaux.

EXPÉRIENCES DE RECHERCHE SUR LES PÂTURAGES EN AMÉRIQUE TROPICALE

L'importance et le nombre des recherches effectuées sur les pâturages de l'Amérique tropicale ont fait l'objet d'un catalogue informatisé comprenant 3 170 résumés (CIAT 1979, 1980, 1981, 1982, 1983). Cette publication spécialisée indique la plupart des communications scientifiques et des monographies publiées sur le sujet en langues anglaise, espagnole et portugaise.

Les travaux publiés par les chercheurs latino-américains ne sont pas très connus de la communauté scientifique internationale, du fait qu'ils sont le plus souvent écrits en espagnol ou en portugais. Néanmoins, l'abondance et l'importance de ces travaux, qui comptent 1 034 articles provenant de l'Amérique tropicale (Brésil, Colombie, Venezuela, Cuba, Pérou, etc.), se comparent favorablement à ceux publiés aux États-Unis (161), en Australie et en Nouvelle-Zélande (516) et dans d'autres pays (1 459).

Si l'on compare, par sujet, le nombre des communications publiées, au total et dans l'Amérique tropicale (tableau 3), on constate que la proportion est à peu près la même en ce qui concerne la microbiologie des sols, l'agronomie et la productivité des pâturages. En Amérique tropicale, cependant, la recherche accorde moins d'importance à la physiologie végétale, à la nutrition animale, à la qualité et à la productivité des pâturages, aux régimes culturaux et aux études économiques. On y relève toutefois une attention spéciale à l'égard du plasma germinatif et de la génétique, de la protection des plantes, de l'agronomie, des sols et de la fertilisation, ainsi que de la production de semences.

Cette insistance particulière à l'Amérique tropicale envers les aspects agronomiques témoigne peut-être d'une recherche concentrée à l'excès sur l'évaluation de

Tableau 3. Publications dans différents domaines de la recherche en pâturages tropicaux.

Sujets	Total		Amérique tropicale	
	Nbre	%	Nbre	%
Plasma germinatif et génétique	242	7,6	95	9,2
Physiologie végétale	130	4,1	31	3,0
Protection des plantes	146	4,6	76	7,4
Agronomie	324	10,2	138	13,3
Fertilité des sols	509	16,1	222	21,5
Microbiologie des sols	179	5,6	53	5,0
Implantation de pâturages	110	3,5	51	4,9
Nutrition animale	458	14,4	99	9,6
Qualité et productivité des pâturages	416	13,1	39	3,8
Gestion et productivité des pâturages	327	10,3	105	10,2
Production de semences	223	7,0	106	10,3
Régimes et économie agricoles	106	3,3	19	1,8

petites parcelles fauchées, comme c'est généralement le cas des groupes de recherche moins avancés ou en formation. D'autre part, l'insistance accordée aux essais de fertilisation et à la protection des plantes paraît bien justifiée par les recherches à effectuer sur les sols arides, surtout acides, et sur les ravageurs des récoltes (Cigarrinha, Mion ou Salivazo),[1] et les maladies (anthracnose pour Stylosanthes spp., rhizoctonie, bactériose, et cercospora pour Centrosema spp., etc.), qui sévissent en Amérique tropicale.

Le tableau 4 indique, pareillement, la part de l'Amérique tropicale par rapport à l'ensemble des monographies publiées sur les petites parcelles fauchées, celles en paissance, ainsi que sur la production animale

[1] Hémoptères suceurs appartenant aux genres Zulia, Aneolamia, Mahanarva, etc., qui attaquent sérieusement les graminées, en particulier celles de Brachiaria spp.

et des pâturages. Bien que la contribution de l'Amérique tropicale soit à peu près égale au total des monographies, il ressort nettement que la proportion des publications de recherche sur les petites parcelles fauchées augmente aux dépens de celles qui traitent de la paissance et de la production animale et des pâturages, dans le cas de l'Amérique tropicale.

Le tableau 5 donne la répartition des ouvrages publiés sur les pâturages, d'après les types d'élevage. Manifestement, la plupart traitent de la production de viande de boucherie, en moindre proportion de la production laitière, et presque pas de la production mixte de la viande et du lait. Ces proportions contrastent avec la prédominance des régimes agricoles doubles et soulignent l'importance de la production laitière dans une région où la plupart des pays sont importateurs de cette denrée. On peut juger ainsi du degré de développement initial des activités de recherche en pâturages tropicaux dans cette partie de l'Amérique, ainsi que du manque d'expérience des chercheurs et de l'insuffisance du financement qui permettrait aux organismes de recherche de l'Amérique latine d'effectuer des travaux sur la paissance, dès les premiers stades d'évaluation.

Tableau 4. Publications d'après différents niveaux de la recherche en pâturages.

Niveau d'évaluation	Total		Amérique tropicale	
	Nbre	%	Nbre	%
Monographies	451	14,2	139	13,4
Petites parcelles agronomiques sous fauchage	2 055	64,8	828	80,0
Effets de la paissance	197	6,2	49	4,7
Productivité pâturages-animaux	359	11,3	13	1,3
Usage de compléments de provendes	108	3,4	5	0,4

Tableau 5. Informations publiées sur l'évaluation des pâturages tropicaux utilisés pour la paissance, d'après les régimes de production animale.

Pays et régions	Régimes de production		
	Viande	Lait	Mixte
Brésil	79	7	1
Colombie	49	5	-
Cuba	28	44	1
Pérou	4	-	-
États-Unis	18	2	-
Venezuela	4	3	1
Reste de l'Amérique	76	13	7
Autres pays	66	6	1
Amérique à sols acides	163	59	3
Nouvelle-Zélande et Australie	99	15	1

RÉSEAU INTERNATIONAL D'ÉVALUATION DES PÂTURAGES TROPICAUX (RIEPT)

Conjointement avec les programmes nationaux de recherche en pâturages de l'Amérique tropicale, le Programme des pâturages tropicaux du CIAT a servi de catalyseur, en 1978, pour la création et l'organisation du RIEPT en vue des objectifs suivants : a) introduction et évaluation de plasma germinatif, b) mise au point de techniques simples, appropriées à la recherche en pâturages, c) échanges d'informations, et d) formation. En 1979, faisant suite à une première rencontre (atelier) des institutions participantes (tableau 6), on s'est entendu sur les bases d'organisation du Réseau (Toledo 1982) et sur la séquence méthodologique d'évaluation qui permettra la mobilisation effective de nouveaux plasmas germinatifs (avec, comme source, les programmes nationaux et le CIAT) dans toute la région, depuis les débuts en pépinière jusqu'aux essais de paissance et à l'exploitation agricole.

On est convenu sans détours de l'échec généralisé des cultivars offerts par le commerce (choisis d'après des environnements différents) dans les sols infertiles, fortement acides, et sous la menace des maladies et des ennemis des cultures, prédominants en Amérique tropi-

Tableau 6. Listes des institutions par pays participant au premier atelier du RIEPT (octobre 1979).

Pays	Institutions
Australie	CSIRO
Bolivie	Centro de Investigación Agricola Tropical
Brésil	CEPLAC-Bahía CIAT/CPAC-Brasilia EMAPA-Maranhao EMBRAPA-Brasilia EMBRAPA/CENARGEN-Brasilia EMBRAPA/CNPGC-Mato Grosso EMBRAPA/CNPGL-Minas Gerais EMBRAPA/CPAC-Brasilia EMBRAPA/CPATU-Pará EMGOPA-Goias EPAMIG-Minas Gerais FAO/UEPAE-Teresina, Piaui IAPAR-Parana
Colombie	CENICAFE CIAT Fondo Ganadero del Putumayo ICA
Cuba	Instituto de Ciencia Animal Ministerio de Agricultura
Équateur	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo INIAP
Guyane	Livestock Development Co. Ltd. Ministère de l'Agriculture
Jamaïque	Ministère de l'Agriculture
Mexique	INIA
Nicaragua	INTA (MIDINRA)

(suite)

Tableau 6. (fin)

Pays	Institutions
Pérou	COPERHOLTA-Tarapoto
	INIA/CTA-Tarapoto
	INIA/NCSU-Yurimaguas
	IVITA-Pucallpa
	Universidad Agraria "La Molina"-Tarapoto
Surinam	Ministère de l'Agriculture
Trinité	Ministère de l'Agriculture
Venezuela	Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias
	FONAIAP
	FUSAGRI
	Universidad Central de Venezuela
	Universidad de Oriente
	Universidad del Zulia

cale. La diversité des écosystèmes et des régimes agricoles nécessitant des nouveaux pâturages améliorés était également très apparente.

Méthodologie séquentielle d'évaluation

D'après l'intérêt commun que suscitent les essais de plasmas germinatifs nouveaux, on a prévu quatre types d'essais géographiquement différents. Tout d'abord, l'essai régional A (ER-A) pour apprécier la survivance d'un grand nombre d'entrées (100 à 150) en quelques endroits représentatifs des principaux écosystèmes; deuxièmement, l'essai régional B (ER-B) effectué dans le plus d'endroits possibles pour évaluer la production saisonnière en matière sèche d'un nombre restreint d'entrées prometteuses (20 à 30) choisies dans ER-A et aux endroits principaux de sélection des programmes nationaux et du CIAT. Ces deux premières épreuves ont un caractère agronomique et utilisent des méthodes uniformes (Toledo et Schultze-Kraft 1982) de comparaison du comportement du plasma germinatif entre différents

endroits pour apprécier la portée de l'adaptation à des paramètres environnementaux essentiels (sols, climats et facteurs biotiques).

Le troisième essai régional C (ER-C) sert à évaluer, par la paissance, un nombre encore plus restreint d'obtentions (une dizaine) assemblées dans des mélanges de graminées-légumineuses. Il a pour but d'évaluer la dynamique de l'engazonnement en termes de productivité (capacité de charge en fonction de la matière sèche disponible) et de composition botanique (proportion et persistance des graminées et des légumineuses), pour une paissance d'intensité et de fréquence variables. Les essais régionaux C ont lieu en petites parcelles pâturées, selon différents arrangements et seulement en des endroits relativement peu nombreux du réseau; en effet, la plupart des informations obtenues sur la compatibilité des graminées et des légumineuses et sur les effets du piétinement peuvent être considérées comme étroitement reliées aux caractères génétiques des plantes et pourraient être extrapolées sur les essais de productivité animale (Paladines et Lascano 1983).

Le quatrième essai régional D (ER-D) sert à évaluer la productivité et la persistance, en termes de produits animaux (gains de poids vif, production de lait, etc.), des pâturages nouveaux comparativement aux meilleurs des anciens pâturages naturels de la région. On prévoit que les pratiques agronomiques généralement en usage dans le régime agricole qui prévaut feront partie des traitements et de la conception de ces essais. En conséquence, les essais ER-D devraient recourir à des méthodologies indépendantes et s'effectuer en des endroits aussi nombreux que possible, leur but étant, en effet, d'améliorer les pâturages actuels dans les régimes agricoles prédominants de la zone d'influence de chacun de ces endroits.

La figure 1 reproduit l'organigramme du RIEPT, où l'on voit le parcours du plasma germinatif suivant les différents essais régionaux des écosystèmes. Les informations ainsi obtenues (Pizarro 1983) sont transmises à tous les membres du Réseau par le biais de communications directes, rencontres, ateliers, Bulletin des pâturages tropicaux (publié trois fois par an) et par consultations directes avec la base centrale d'informa-

tion du réseau située au CIAT. Dans plusieurs endroits, la séquence se limite aux ER-B et ER-D, en utilisant les renseignements fournis par d'autres groupes de recherches en pâturages plus développés, faisant partie du même écosystème. Parallèlement, tous les programmes nationaux travaillent également sur les matériels prometteurs ainsi sélectionnés, en vue spécialement d'étudier et d'ajuster les besoins en engrais et en Rhizobium, de mettre au point des méthodes d'implantation et d'en optimiser les résultats dans les conditions particulières de sol auxquelles elles sont destinées.

À l'appui de cet effort coopératif, le Programme des pâturages tropicaux du CIAT, avec l'aide financière du Centre de recherches pour le développement international (CRDI), effectue de son côté de la recherche méthodologique connexe en vue, particulièrement, de modifier les techniques actuelles et d'en mettre au point de nouvelles mieux adaptées aux conditions (techniques et ressources économiques) des programmes nationaux de la région.

Le tableau 7 montre l'expansion rapide du RIEPT, de 1978 à 1983. En 1983, 84 % des essais se faisaient au plan agronomique (ER-A et ER-B) et 16 % étaient des évaluations de la paissance (ER-C et ER-D). À présent, on a proposé et mis sur pied plusieurs essais nouveaux de paissance, dont certains sont financés en partie par le CRDI, notamment dans le cas de programmes nationaux moins nantis. Jusqu'ici, le RIEPT a contribué hautement à catalyser les activités de recherches en pâturages tropicaux des programmes nationaux en Amérique tropicale et les aide activement à passer à l'évaluation par la paissance, en stations et à la ferme. En ce sens nous signalerons deux nouvelles initiatives : tout d'abord, l'évaluation à la ferme de pâturages améliorés dans les entreprises d'élevage (ER-E), et ensuite le soutien apporté aux programmes nationaux dans la production ordonnée de la semence.

PLAN D'UNE VÉRITABLE RECHERCHE APPLIQUÉE EN PÂTURAGES

De façon générale, la recherche agricole s'organise autour de la spécialisation de la personne qui l'a conçue. On constate fréquemment un manque de planification d'ensemble englobant à la fois les activités de la

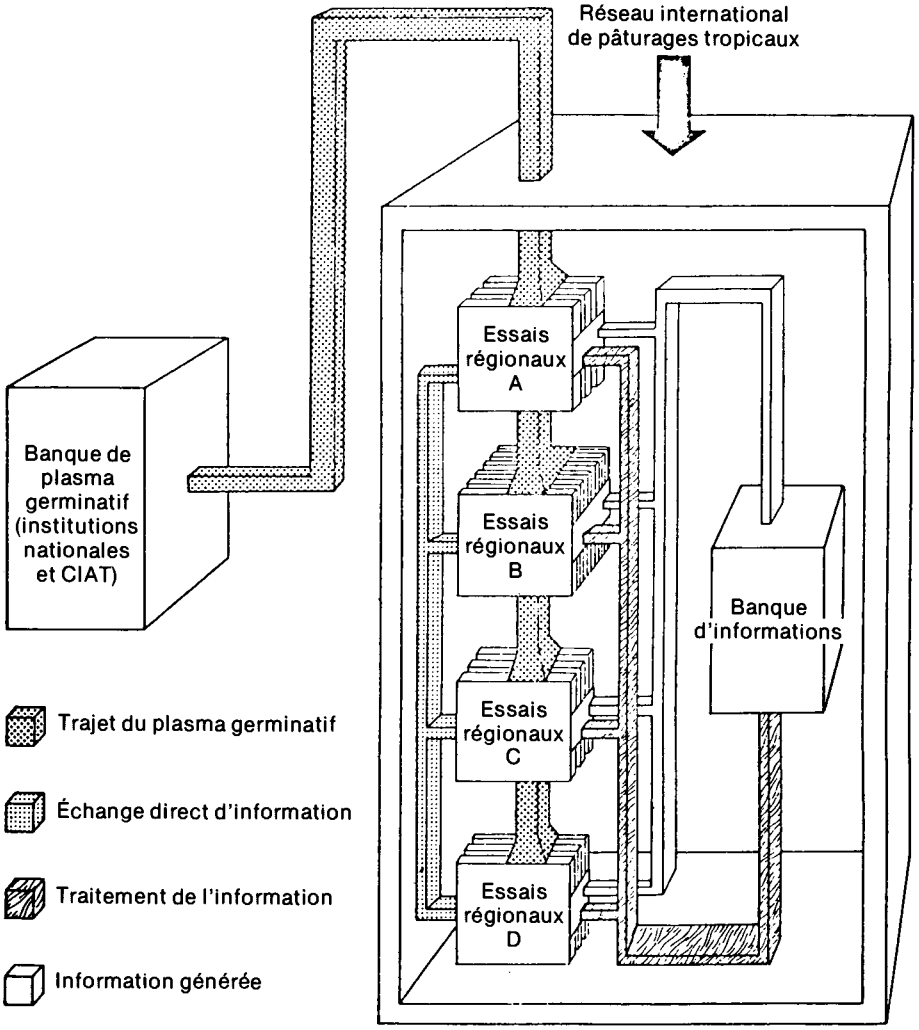


Fig. 1. Organigramme du Réseau international des pâturages tropicaux.

Tableau 7. Essais régionaux actifs,[a] par pays, entre 1978 et 1983.

Pays	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Bolivie	1	1	1	2	2	2
Brésil	1	8	12	9	9	16
Colombie	3	5	12	11	13	13
Costa Rica	-	-	1	1	1	2
Cuba	1	1	-	-	1	1
Équateur	2	2	3	3	4	6
Guyane	-	-	2	1	1	-
Hawaii	-	-	1	1	1	-
Honduras	-	-	-	-	-	1
Mexique	-	-	-	1	1	7
Nicaragua	-	-	2	3	3	3
Panama	-	-	3	3	3	10
Paraguay	-	-	-	1	1	-
Pérou	3	3	5	7	11	13
République Dominicaine	-	-	-	-	-	4
Trinité	-	-	1	1	1	-
Venezuela	4	4	5	5	5	-
Total	15	24	48	49	57	78

[a] Actifs = essais à l'état ensemencé rapportant des résultats.

recherche appliquée et ceux qui y participent, ainsi que leurs relations avec les constituants de la recherche de base, et les incorporant dans le cadre général du secteur-cible.

Dans la mise sur pied d'un programme de recherches, les organisateurs sont souvent portés à accorder une importance majeure à certaines disciplines : sélection, fertilisation, nutrition animale, mécanisation, etc., dans un plan de "recherche appliquée" qui, d'habitude, attache trop peu d'intérêt et d'attention aux agriculteurs eux-mêmes. Cependant, bien que moins fréquemment que dans le passé mais certainement plus souvent depuis quelques années, divers programmes organisés insistent sur la recherche dans les champs de l'agriculteur, se bornant très souvent à décrire seulement et à expliquer les pratiques en usage. Néanmoins, les moyens éventuels

de résoudre les problèmes essentiels de la productivité dans les régions rurales font défaut.

En outre, dans le passé, la recherche et la vulgarisation se faisaient séparément, en particulier dans les pays en développement. Malgré tous les schémas et organigrammes très minutieux et souvent très complets couchés sur le papier pour relier entre elles ces deux activités d'une si haute importance pour le progrès rural, le lien établi reste, à vrai dire, très ténu.

La conscience de cette réalité, souvent frustrante pour les chercheurs et pour les vulgarisateurs, conduit à proposer des technologies nouvelles ayant peu de chances d'être adoptées par les agriculteurs, discrédite politiquement la recherche et la vulgarisation et entraîne une réduction de l'aide économique qui, souvent, annule ou réduit les activités d'un programme. Ainsi en arrive-t-on à dépenser beaucoup d'argent, de ressources et de temps sans que les agriculteurs ne soient plus avancés, avec leurs pratiques traditionnelles, leur faible productivité et leur pauvre niveau de vie.

Plan d'une recherche appliquée effective

Une voie d'approche qui permettrait une amélioration des activités de recherche appliquée consiste à envisager celles-ci dans un sens aussi large que possible, consolidant celles des chercheurs, des vulgarisateurs, des agriculteurs, des promoteurs et autres, dans une suite de recherches et d'informations visant à accroître la productivité et à améliorer le niveau de vie des agriculteurs.

La figure 2 représente notre manière de présenter les activités qui font partie de la recherche appliquée. Les ressources de base, naturelles (sol, climat, biotique) et socio-économiques (régimes de culture, anthropologiques, économiques, etc.) (RBNS) doivent être évaluées et décrites en macroperspective pour établir les bases de compréhension du secteur-cible, les priorités de la recherche, etc. La connaissance des écosystèmes et des principales pratiques de culture et d'élevage en usage est essentielle à la définition des programmes de recherche appliquée. La compréhension des écosystèmes en termes de sols, de climat, de topogra-

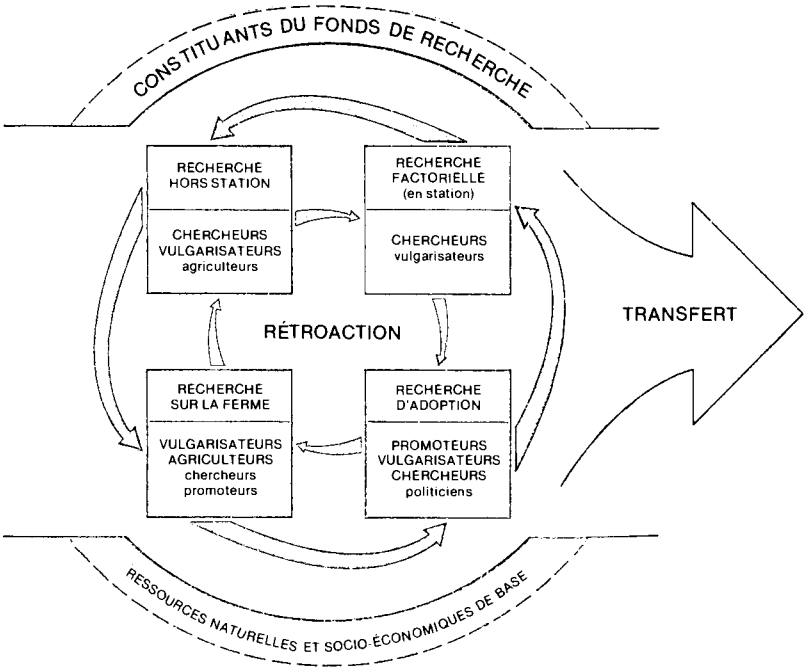


Fig. 2. Organisation, participants et cheminement des informations dans un programme de recherche appliquée sur les pâturages.

phie, etc., aide à définir les problèmes dus à l'environnement et les secteurs d'adaptation (c'est-à-dire les limites techniques). Les caractéristiques des régimes agricoles aideront, de leur côté, à définir les ressources (terres, animaux, cultures, types de pâturages), les techniques agronomiques (fumures, rotations, etc.), les produits et la productivité (rendements en lait, en viande de boucherie, taux de vêlage, etc.) et toutes les interactions des constituants de l'agriculture dans la région-cible. Ces caractères donnent une idée des obstacles qui peuvent s'opposer à la production. Ces

activités de la recherche sont reproduites au bas de la figure 2 pour souligner les informations que l'on doit considérer comme essentielles. Le haut de l'organigramme indique les constituants de la recherche de base (CRB) et fait ressortir les autres informations et ressources dont dispose la recherche appliquée. Ces CRB comprennent les plasmas germinatifs, les sources d'engrais, les moyens de protection des plantes, l'outillage, la machinerie, etc., dont normalement d'autres organismes de recherche ou de production spécialisés traiteront plus largement. La recherche appliquée doit les considérer comme essentiels au développement et à la mise en place de nouvelles technologies.

En ce qui concerne les RBNS et les CRB, la recherche appliquée a comme objectif de combiner les ressources des deux afin d'optimiser ou de modifier (favorablement) les techniques actuelles de production des écosystèmes et des régimes agricoles en usage. La recherche appliquée englobe un éventail d'activités incluant a) la recherche factorielle (en station), b) la recherche hors station, c) la recherche à la ferme, et d) la recherche d'adoption.

La recherche factorielle

La recherche factorielle a généralement lieu dans des champs d'expérience (stations de recherche mineures). Son rôle est très important pour choisir, parmi les CRB, les éléments répondant aux besoins de la recherche touchant les principaux régimes culturaux en usage (p. ex., sélection majeure du plasma germinatif, classement des sélections prometteuses d'après leur performance, reproduction, gestion agronomique et son interaction avec les réactions spécifiques autres que locales des matériels sélectionnés, recours à des sources de rechange d'engrais et de produits chimiques).

D'autres fonctions importantes de la recherche en station comportent la répartition et le développement méthodiques, ainsi que la coordination et la centralisation de toutes les activités du ressort de la recherche appliquée. Les participants à la recherche factorielle sont, traditionnellement, les chercheurs seuls. La participation conjointe des principaux vulgarisateurs est cependant d'une extrême importance.

La recherche hors station

De façon générale, la station de recherche représente une partie seulement des conditions, et très souvent les plus favorables,[2] présentes dans le secteur-cible. La recherche hors station a donc une importance considérable dans tout programme de recherche appliquée. Son but est de confirmer la valeur de certains facteurs retenus et de les adapter aux différents environnements (p. ex., sélection mineure de plasma germinatif (ER-B et ER-C), doses d'engrais, besoins en éléments minéraux, essais agronomiques et leur interaction avec les conditions spécifiques de l'endroit). Outre l'intervention des chercheurs et des vulgarisateurs, la participation d'au moins certains agriculteurs les plus avancés est très importante à la recherche hors station.

La recherche à la ferme

Les composantes et les techniques spécifiques mises au point pour les divers environnements du secteur-cible doivent être confirmées au plan de la ferme. On y rencontre généralement plusieurs micro-environnements. De plus, chaque agriculteur a eu ses propres expériences et possède des préférences, des aptitudes et ressources différentes. C'est pourquoi la confrontation des technologies récemment élaborées avec la situation et les habitudes de l'agriculteur est un facteur très important dans la recherche qui doit aboutir au choix des techniques à adopter.

L'objectif de la recherche à la ferme est donc de confirmer sur le terrain les innovations techniques, d'en apprécier la valeur ainsi que les modifications et les adaptations que l'agriculteur y aura apportées (p. ex., évaluation des effets biologiques résultant de l'écart technologique entre les rendements expérimentaux et ceux de l'agriculteur, besoins en main-d'oeuvre et en ressources, analyses des coûts et avantages). Les principaux intervenants dans cette recherche devront être le vulgarisateur et l'agriculteur choisi. Le rôle du

---

[2] Les stations de recherche sont fréquemment situées dans les endroits les plus favorables au point de vue du sol et des ressources.

chercheur aura aussi son importance, notamment pour le travail d'évaluation et, en particulier, dans le développement méthodologique et la définition des mesures techniques qui permettront de recueillir des informations fiables. À ce niveau de la recherche, les promoteurs[3] auront aussi une importance appréciable grâce à leur collaboration et aux points de vue qu'ils soumettront tout en acquérant eux-mêmes, en retour, de nouvelles connaissances techniques.

La recherche d'adoption

Après en avoir apprécié les effets sur le plan restreint de la ferme, les nouvelles techniques préconisées[4] auront la chance de se diffuser plus ou moins rapidement dans une zone, une région ou un pays, compte tenu de leurs caractères propres (supériorité de rendement, disponibilité des ressources nécessaires à leur application, avantages économiques, facilité d'adoption, portée de leurs effets, etc.), et aussi de l'ambiance socio-économique (préférences des agriculteurs, mise en marché, politiques d'encouragements économiques, infrastructure, etc.).

À ce niveau plus vaste, la recherche représentera surtout l'effort conjoint des promoteurs, des vulgarisateurs et des chercheurs. Les pouvoirs politiques devraient également s'y intéresser en prenant conscience du potentiel des nouvelles techniques et des décisions à prendre sur le plan politique pour les réaliser. Le transfert de la technologie doit être le résultat naturel de cette approche globale et son efficacité dépendra avant tout d'une participation et d'un échange de communications effectifs (action et rétroaction) entre hommes politiques, promoteurs, agriculteurs, vulgarisateurs et chercheurs.

---

[3] Promoteurs : agents de divers organismes de développement (banques, associations d'agriculteurs, coopératives, etc.).

[4] Techniques et facteurs constitutifs supérieurs mis à la disposition des agriculteurs aux différents échelons de la recherche appliquée.

La voie d'approche par réseau

Ce plan de recherche appliqué (fig. 2), apparemment simple, n'est cependant pas facile à exécuter en ce qui concerne les pâturages, particulièrement lorsque chercheurs, agriculteurs et vulgarisateurs n'ont pas été habitués à conjuguer leurs efforts dans un programme commun de développement. Ajoutons que l'inclusion des promoteurs et des hommes politiques dans la recherche appliquée se révèle sûrement plus compliquée encore. Un moyen de faciliter une mise en oeuvre effective d'un programme de recherche en pâturages ainsi intégré est l'organisation et l'utilisation d'un réseau pouvant répondre aux objectifs visés (écosystèmes et régimes de culture) tout en faisant gagner du temps et réaliser des économies d'échelle.

L'approche par réseaux, telle que schématisée dans la figure 3, devrait pouvoir couvrir tout le champ de la recherche appliquée dans ses activités majeures, hors station et à la ferme. Cette couverture s'effectuerait par voie d'essais séquentiels définis constituant un pivot dans les progrès de la recherche de nouveaux plasmas germinatifs sélectionnés qui répondront aux besoins des agriculteurs.

Après la sélection majeure qui fait partie de la recherche factorielle, la sélection mineure (ER-A), les essais d'adaptation (ER-B), les essais agronomiques (ER-C) et ceux de production animale (ER-D), décrits plus haut, sont reliés aux essais à la ferme, c'est-à-dire l'essai régional E (ER-E), qui font partie des essais d'adoption. La séquence complète des essais régionaux pourrait s'étendre sur 12 à 17 années (tableau 8). Les activités du réseau devraient être assez souples pour permettre aux participants de progresser plus rapidement en omettant certaines des démarches prévues. Le bien-fondé de ces "raccourcis" dépendra en grande partie de l'expérience acquise dans le travail en réseau, en particulier dans les interactions plasma germinatif/environnement, et plasma germinatif/agronomie, dans la classification effective des rapports entre sol/plantes/animaux au niveau de la station, et dans la reconnaissance justifiée des besoins et des exigences des agriculteurs. Le traitement des données, l'information et la rétroaction jouent aussi un rôle de premier plan. Comparativement au parcours le

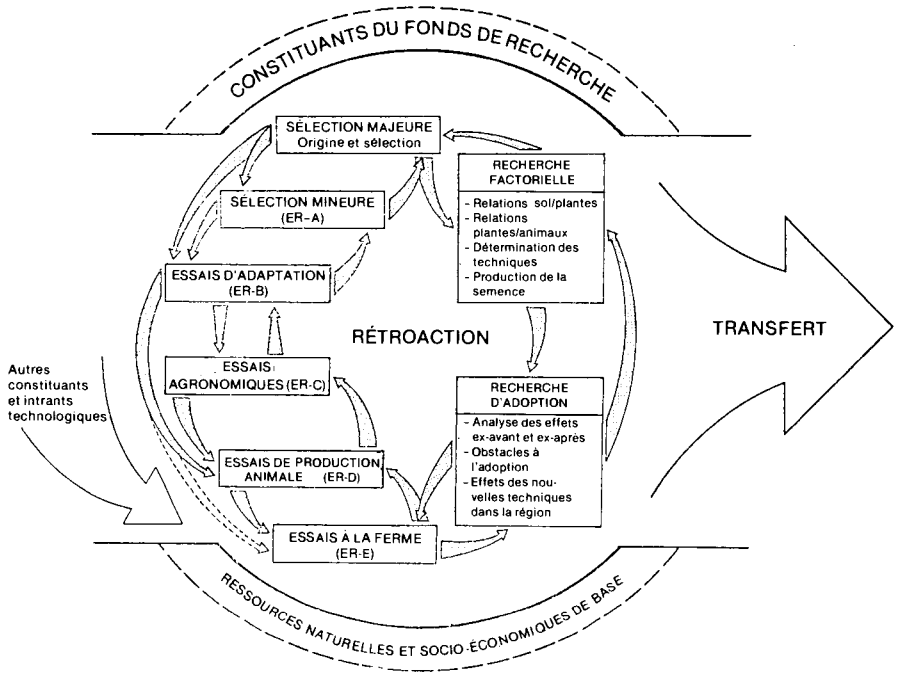


Fig. 3. Activités du Réseau dans un programme de recherche appliquée sur les pâturages.

plus long (fig. 3), passant par ER-A, ER-B, ER-C, ER-D et ER-E après la sélection majeure, ce qui est probablement logique pour les institutions les plus avancées, le parcours abrégé commencera par ER-B pour passer à ER-D et (ou) ER-E, épargnant à la fois du temps et des ressources dans une étape déterminée.

Une autre manière d'envisager l'organisation du Réseau pourrait être sous forme d'un programme de recherche appliquée aux pâturages, d'après l'organigramme de la figure 4. Ici, après le diagnostic et le classement du secteur-cible, on définit les obstacles à surmonter et on dresse les grandes lignes de la recherche. Ce plan combine les étapes bien connues de la méthodologie adoptée par le RIEPT (Li Pun et Zandstra 1982; Mateo et Li Pun 1983). Les essais séquentiels en réseau (ER-A à ER-E) indiquent le champ d'application ouvert à la recherche appliquée en vue d'intégrer les nouvelles techniques améliorées aux régimes culturaux.

Outre un champ d'action approprié au secteur-cible, l'approche par réseaux pourrait offrir plusieurs avantages et des économies d'échelle, notamment : a) échanges utiles d'informations, b) ajustement des méthodologies aux ressources communes, c) catalyse des activités de recherche dans une région ou un pays, et d) compréhension plus complète du complexe environnement/végétation/animaux/agriculteur.

Pour conclure, les réseaux sont à la mode, de nos jours. Au cours d'une réunion consultative récente, au CIAT, certains directeurs latino-américains de programmes nationaux ont exprimé des réserves à leur égard. Ils estimaient que les réseaux n'étaient qu'un nom, ne possédant pas l'organisation nécessaire à une action efficace dans des questions d'intérêt commun, et qu'il s'en créait tellement que leur fonctionnement et leurs chercheurs étaient en train de s'empêtrer dans un fouillis d'activités inefficaces. Pour bien remplir leur rôle, les réseaux doivent posséder : a) des intérêts communs, en vue d'un problème de recherche bien défini, b) des sources d'éléments constitutifs de la recherche de base, c) une bonne compréhension des diverses ressources naturelles et socio-économiques, d) une coordination et une organisation effectives fondées sur la consultation entre participants, e) de la suite dans

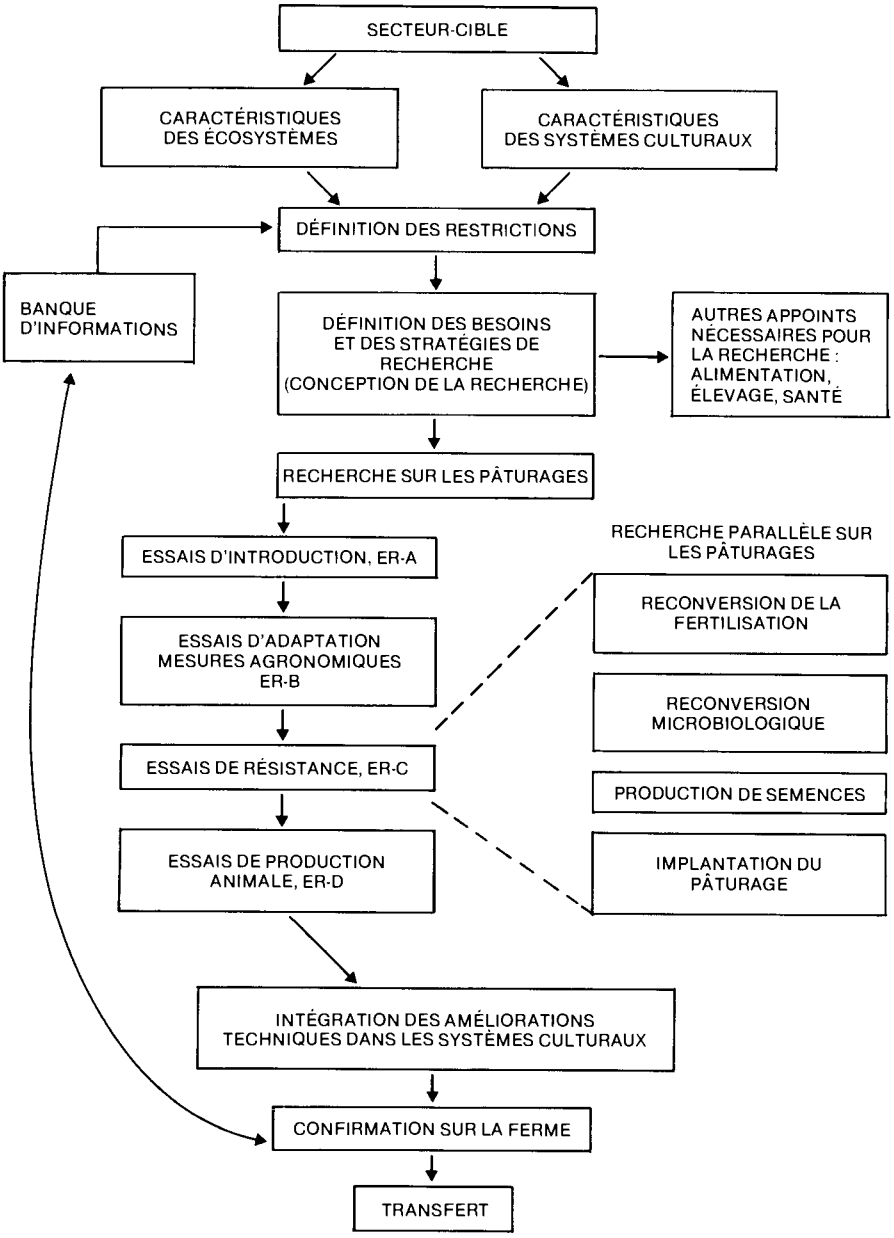


Fig. 4. Organigramme d'un programme national de recherche appliquée sur les pâturages.

Tableau 8. Temps nécessaire aux différentes étapes de l'évaluation des pâturages.

Type de l'essai	Durée (années)
ER-A = Introduction	2
ER-B = Mesures agronomiques	2
ER-C = Persistance du pâturage	2-3
ER-D = Essais de production animale	3-5
ER-E = Évaluation à la ferme des régimes de production animale	3-5

leurs activités, et f) des échanges véritables d'informations.

Remerciements

Les auteurs désirent remercier l'ingénieur Rubén Darío Estrada pour sa collaboration dans la préparation et la mise en catalogue des résumés analytiques.

BIBLIOGRAPHIE

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1983. Trends in CIAT commodities. Cali, Colombia, CIAT, Internal Document, Economics, 1,8.

1979, 1980, 1981, 1982, 1983. Resumenes Analiticos sobre Pastos Tropicales. Cali, Colombia, CIAT.

Li Pun, H. et Zandstra, H., éd. 1982. Informe del II Taller de trabajo sobre Sistemas de Produccion Animal Tropical. Ottawa, Canada, International Development Research Centre (IDRC), IDRC-MR62s.

Mateo, N. et Li Pun, H. 1983. Farming systems research networks in selected Latin American countries.

Paper presented at the Farming Systems Symposium October 31 - November 2, 1983. Manhattan, Kansas, USA, Kansas State University.

Paladines, O. et Lascano, C., éd. 1983. Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas: Metodologías de Evaluación. Memorias de una Reunión de Trabajo, Cali, Colombia, CIAT, RIEPT 185 p.

Pizarro, E., éd. 1983. Red Internacional de evaluación de pastos tropicales. Resultados 1979-82. Cali, Colombia, CIAT, 460 p.

Toledo, J.M. 1982. Objetivos y Organización de la red internacional de evaluacion de pastos tropicales. In Toledo, J.M., éd., Manual para la Evaluación Agronómica, Cali, Colombia, CIAT, p. 13-21.

Toledo, J.M. et Schultze-Kraft, R. 1982. Metodología para la Evaluación Agronómica de Pastos Tropicales. In Toledo, J.M., éd., Manual para la Evaluación Agronómica, Cali, Colombia, CIAT, p. 91-110.

SOMMAIRE DES DISCUSSIONS ET DES RECOMMANDATIONS

PRIORITÉS DE LA RECHERCHE ET STRATÉGIES À VENIR POUR LA COLLECTE DU PLASMA GERMINATIF (MULTIPLICATION, CONSERVATION ET DISSÉMINATION)

On a préconisé la création d'un réseau coopératif comportant une banque régionale de gènes agissant de concert avec des institutions nationales, afin de permettre l'exploitation des ressources en plasmas germinatifs de plantes fourragères indigènes de façon plus efficace que ne saurait le faire l'initiative individuelle.

Collecte

- Les priorités seront évaluées d'après le développement agricole d'un pays et en fonction de l'état de dégradation des ressources existantes dû soit à la paissance excessive, soit aux pressions exercées par l'accroissement de populations sur la survivance des cultivars naturels. Il arrive que les progrès de l'agriculture entraînent le remplacement des cultivars traditionnels, donnant ainsi un caractère prioritaire à la collecte des espèces indigènes. Les priorités dépendront également de l'ampleur des activités suscitées par les demandes d'autres pays ou d'organisations particulières.

- La collecte sera spécifique ou générale selon l'urgence. Dans les cas de dégradation peu prononcée, elle pourra être spécifique, mais si les menaces sont plus sérieuses (comme dans les régions à forte densité de population), la collecte générale pourra s'imposer.

- Collecte et évaluation doivent marcher de pair. Par elle-même, la collecte n'a que peu de valeur.

- On a fortement insisté pour que les organismes internationaux chargés des banques régionales de gènes

encouragent le développement d'institutions nationales en rapport avec ces banques. Institutions nationales et internationales devraient observer les mêmes stratégies et suivre les mêmes instructions concernant la collecte.

- Autant que possible, lors de la collecte de légumineuses, on recueillera des échantillons de rhizobium tout en admettant que cette tâche comporte des difficultés. Dans les limites des ressources disponibles, on aura recours aux installations existantes et à l'expérience acquise pour la propagation et la conservation des collections.

- Il a été reconnu également que la collecte à l'échelon de la ferme nécessite la connaissance du langage local ou l'intervention d'un excellent interprète.

- On a été nettement d'avis que la collecte des espèces fourragères et celle de plantes cultivées ne devraient pas avoir lieu en même temps, le risque existant de voir négliger l'une au profit de l'autre.

Multiplication

- La banque régionale de gènes assumera l'épuration, la multiplication initiale et la conservation à long terme pour la postérité de petites quantités de matériel recueilli. La multiplication subséquente de quantités plus considérables en vue de l'évaluation et de l'utilisation dans des programmes nationaux et régionaux d'amélioration des pâturages incombera à l'organisme national en cause.

- La banque régionale de gènes fournit aux instituts nationaux le plasma germinatif recueilli destiné à des évaluations ultérieures, et compte recevoir en retour une quantité équivalente à celle fournie, en même temps que les observations s'y rapportant.

- Un besoin prioritaire s'impose : celui de mettre sur pied des programmes régionaux de production de semences. Certains pays de la région n'ont à peu près aucune "industrie" des semences, tandis que d'autres, qui en possèdent d'assez importantes, ont les moyens de se procurer de la semence et d'en disposer. On a suggéré que le CRDI se renseigne sur la faisabilité d'un tel projet à l'échelle régionale, avec la participation

d'autres organismes internationaux (p. ex., la FAO) et d'une aide technique de l'étranger. On devrait commencer par définir les espèces dont certains pays ont le plus besoin sur le plan commercial, et les pays qui seraient en mesure de satisfaire à cette demande.

- Durant tout le processus de multiplication, une documentation adéquate est essentielle et celle-ci devrait être normalisée pour que tous les participants puissent y recourir et même s'y conformer.

Conservation

- La banque régionale de gènes doit posséder des installations d'entreposage à long terme (-20 °C). Les collections de base et les actives devront être conservées séparément mais dans des conditions identiques.

- Le contenu humide des graines fourragères à conserver longtemps se situe probablement entre 4 % et 6 %, mais les banques régionales de gènes pourraient utilement pousser plus loin les études sur ce sujet.

- La conservation à long terme exige des contenants d'excellente qualité et peut-être coûteux, pour protéger la semence contre l'humidité atmosphérique. Des sacs en aluminium ou des boîtes dont on peut expulser l'air sont essentiels à cette fin.

- On a recommandé pour les instituts nationaux des installations d'entreposage à court et à moyen terme, et à long terme seulement pour ceux qui en ont les moyens. Pour la conservation à moyen terme, on conseille une température de +4 °C avec humidité contrôlée, et un contenu humide de 8 % à 10 % pour les semences. Des récipients à couvercle vissable, de préférence autres qu'en verre, conviendront probablement.

- Dans l'entreposage à long terme, on surveillera la viabilité de la semence par des inspections périodiques.

Dissémination

- Les semences présentées doivent être accompagnées de tous les renseignements disponibles à leur sujet.

D'où la nécessité de formulaires normalisés aux échelons régional et national.

- Pour toutes les semences offertes au commerce on conservera, à l'échelon régional et à l'échelon national, un échantillon de la semence certifiée de l'obtenteur. Pour la conservation à long terme, elle se fera à l'échelon régional, et celle à moyen terme à l'échelon national. Il s'agit là d'un "petit job" auquel quelqu'un doit être spécialement affecté. Au stade actuel de développement dans la région, les cultivars mis au commerce ne devraient être cultivés sous homologation qu'en cas de nécessité.

- Il sera parfois nécessaire de restreindre quelque peu la dissémination, celle-ci étant réservée de préférence à des institutions nationales reconnues ou, à l'échelon inférieur, à des entreprises ou à des agriculteurs fiables. Les demandes provenant de sources inconnues ou douteuses devront peut-être être vérifiées par l'entremise des instituts nationaux.

- La propagation des semences devra être régulièrement suivie d'information en retour concernant leur comportement. Au niveau national, c'est-à-dire jusqu'à celui de la ferme, les services de vulgarisation auraient, à ce point de vue, un rôle important à jouer.

MÉTHODES DE SÉLECTION ET D'ÉVALUATION

Le groupe a discuté dans les détails des méthodes applicables à l'évaluation des espèces fourragères et a soumis les recommandations suivantes :

Pépinières : Les procédés recommandés pour les pépinières sont les suivants : fertilisation de la pépinière en fonction de l'expérience acquise sur place par des analyses du sol, afin de supprimer toute déficience reconnue. Semis en rangs d'environ 5 m de longueur, écartés d'au moins 1 m. Inoculation des semences de légumineuses et irrigation au besoin, pour assurer la levée. Désherbage, la première année au moins. Relevé par écrit des observations (idéalement, toutes les quatre semaines) : germination (relevé séparé), port, vigueur, hauteur et étalement, floraison, parasites et maladies, nouaison. La hauteur et l'étale-

ment seront mesurés spécifiquement, les autres points seront cotés de 0 à 5. La nodulation des légumineuses sera notée une fois. Récolte de la semence dont le rendement sera enregistré et conservé.

Durant la saison sèche, la végétation des parcelles sera ravalée à 15 cm pour les légumineuses, et à 10 cm pour les graminées. Pour les récoltes fourragères mixtes, on pourra appliquer les mêmes procédés d'évaluation. Utiliser des formulaires normalisés, mais les membres peuvent se servir d'autres formes de relevés supplémentaires s'ils le désirent. Poursuivre ces observations de la pépinière durant deux années et y laisser ensuite paître le bétail pour juger de la sapidité des espèces.

Appréciation de l'engazonnement : le procédé dépendra de l'affectation du pâturage. Il peut comporter des parcelles à faucher ou des bandes ensemencées dans les herbages naturels. Il serait utile d'évaluer simultanément les types similaires et de répéter plusieurs fois cette évaluation.

Parcelles à faucher : simple agronomie. Le groupe a suggéré des parcelles de 4 m x 4 m en graminées, de 3 m x 3 m intérieurement, à faucher à la main, et a recommandé quatre replications. Le traitement primaire sert à comparer un certain nombre de cultivars possibles. Les mélanges pourront devoir être de graminées et de légumineuses, ou de graminées pures avec engrais. Pour la sélection des légumineuses, on utilisera deux graminées dans les mélanges, et pour celle des graminées, deux légumineuses. Les traitements les plus probables seront avec ou sans engrais (en fortes et en faibles doses). Les époques communes de défoliation devraient être relevées.

Schémas expérimentaux : les schémas simples sont les plus souhaitables, tel celui des blocs aléatoires.

Mesures : rendement en matière sèche (MS) annuel et saisonnier, valeur nutritive, protéine brute (PB) et digestibilité in vitro. Ces mesures sont désirables à certains stades pour permettre l'acceptabilité des tests qui auront lieu d'après les animaux. La persistance devrait être mesurée durant une période de trois années

où l'on relèvera les rendements en matière sèche. D'autres mesures pourront également s'imposer.

Bandes dans des herbages indigènes (légumineuses seulement) : (comme dans la communication de Cameron, dans le présent ouvrage). Bandes de 50 cm de largeur, en parcelles de 4 m de longueur, avec écartement entre elles de 2 m. Les traitements à appliquer comprennent a) des lignées de légumineuses de même type, b) fertilisation à la dose 0 et aux doses applicables habituellement. Schéma le plus recommandable : parcelle divisée avec engrais, parcelle principale et lignées en sous-parcelles. Les relevés devront se faire mensuellement et inclure le nombre des plants, le rendement en matière sèche après une période de repos, la consommation durant la paissance, l'échantillonnage des herbages pour l'analyse de la PB et de la digestibilité in vitro. Les expériences de ce genre devraient durer au moins trois ans.

Évaluations complémentaires

Espèces moins nombreuses, parcelles plus grandes et traitements plus nombreux; en plusieurs endroits, rendements en MS, effets des engrais, analyses chimiques détaillées, sapidité et digestibilité par les animaux; replicatifs comme auparavant, durée de trois années au moins et schéma aussi simple que possible.

On s'efforcera de réduire la liste à quelques-unes des meilleures lignées en vue de la phase suivante. D'autres expériences agronomiques, à ce stade, étudieront divers aspects comme l'implantation et la production de semences. Les lignées non testées devront sans doute être sélectionnées pour connaître leur toxicité.

Phase finale : essais de production animale portant sur trois à cinq cultivars similaires possibles. Les procédés appliqués doivent être en rapport avec l'utilisation envisagée, ce qui sera peut-être difficile à cause de la variété des utilisations possibles : p. ex., lait, viande ou laine. Les traitements importants porteront sur les taux de charge, les taux de fertilisation azotée (en particulier dans les systèmes "faucher-emporter"). Les schémas expérimentaux devront être soit de replication ou de régression normalisés. Pour ce dernier, on conseille des traitements plus nombreux. On

recommande un minimum d'au moins trois ans d'expériences.

Stratégies

Il est recommandé d'observer ces directives, jusqu'à l'utilisation de méthodes et de formulaires normalisés que rendra possible la coordination. Il serait opportun qu'il existe un centre chargé de la distribution des semences et de l'analyse des informations. Même si l'ILCA (Centre international pour l'élevage en Afrique) peut fort bien distribuer la semence, des problèmes peuvent surgir concernant l'examen des informations, dont l'ILCA pourrait être porté à publier les résultats.

Le besoin a été reconnu d'un atelier de formation pour les agents qui feront la présentation et l'évaluation des plants. Cette mesure favoriserait les contacts et la coopération entre spécialistes des mêmes domaines.

IMPLANTATION ET TECHNIQUES AGRONOMIQUES

Le groupe a discuté en détails des difficultés rencontrées par les agriculteurs dans l'implantation de pâturages et l'adoption de pratiques agronomiques et de récoltes s'y rattachant. On s'est rendu compte que, dans le secteur de l'élevage traditionnel, avec le peu de revenu qu'il rapporte actuellement et la piètre qualité des zébus, sangas et petits ruminants, les agriculteurs sont peu enclins à implanter des pâturages améliorés. On a surtout incriminé les systèmes actuels de mise en marché, mais sans qu'il y ait eu accord général sur le sujet. On a estimé que les régimes existants d'occupation du sol et de mise en marché, le classement, le transport des animaux et l'écoulement des produits de l'élevage ne favorisent pas le secteur communal traditionnel. On s'est prononcé également en faveur de techniques appropriées à la petite exploitation en vue de l'amélioration des pâturages. En ce qui concerne la grande exploitation, a-t-on souligné, l'équipement destiné à la création de pâturages a besoin d'être amélioré. Le manque de personnel a également été mentionné comme une autre cause d'achoppement. Ces réserves à l'esprit, le groupe a formulé les recommandations suivantes :

- Il est nécessaire de modifier les droits de propriété du sol ou de l'usager de façon à introduire une part de responsabilité concernant la sous-utilisation des pâturages, dont l'état actuel dans le régime d'exploitation communale est de nature à décourager les initiatives d'amélioration. On a estimé par ailleurs que l'introduction des modifications nécessaires, par la seule application de lois et sans la participation des collectivités, n'aboutira qu'à la création d'ennuis. Ces collectivités, a-t-on indiqué, doivent donc s'impliquer dans tout le processus de changement.

- La réforme des modes d'occupation du sol et des droits de l'usager doit s'accompagner de plans d'exploitation rationnelle des pâturages, c'est-à-dire d'un régime de paissance entrecoupé de périodes de repos.

- L'installation de clôtures et d'enclos faciliterait un régime de paissance rationnel. On recommande donc aux pouvoirs publics d'aider à la mise en place de clôtures là où les collectivités accepteront d'observer un régime de ce genre.

- On est peu renseigné sur l'implantation de pâturages améliorés et sur les procédés adaptables aux conditions locales, par exemple, a) semis à la dérobée dans des champs cultivés; b) amélioration des parcours naturels par sursemis de renfort, et c) besoins de fertilisation. Des recherches plus poussées s'imposent donc dans ces domaines.

- Le groupe a pris acte des variations prononcées existant dans l'évaluation des parcours naturels. Il estime nécessaire la mise sur pied d'un comité formé d'experts en parcours naturels et en biométrie qui étudierait les méthodes applicables. Cette mesure serait de nature à faciliter et à multiplier les échanges d'expériences scientifiques.

- Le groupe a reconnu la nécessité d'élaborer des techniques appropriées à la petite exploitation en vue de la production de semences. La recherche devra approfondir cette question.

- On a fait observer que les instruments nécessaires à la préparation des lits de germination se limitent à peu près à la charrue et à la herse. Les

petits agriculteurs ne disposent même pas de tels instruments, d'où la nécessité de les équiper d'outils aussi simples que possible et de leur offrir en même temps un programme d'apprentissage dans la manière de s'en servir.

- Pour que les petits exploitants puissent bénéficier de l'introduction de pâturages améliorés, ils devront savoir comment récolter et conserver les fourrages. Il a été recommandé que la recherche s'attache aux procédés de fauchage, de ramassage et de conservation (foin ou ensilage) des fourrages cultivés et des résidus des cultures.

- Pour les grandes exploitations, on apprécierait une étude des techniques d'enrobage des semences en vue des semis par voie aérienne.

RECHERCHE SUR L'AMÉLIORATION DES PÂTURAGES DANS LA PETITE EXPLOITATION

Il a été reconnu que, dans la plupart des cas, les difficultés rencontrées dans un pays sont issues d'une insuffisance de la vulgarisation due à un manque de personnel compétent, conscient de la situation, et à un manque d'appui de la part du personnel de recherche, lui-même sans grande expérience des problèmes particuliers aux parcours naturels; en outre, les groupes représentatifs des communautés locales montrent de leur côté peu d'empressement à reconnaître les problèmes à résoudre.

En conclusion du mémoire, on a reconnu que, à toutes fins utiles, les rapports existant entre les pastoralistes traditionnels et leur environnement se ramenaient surtout à des problèmes d'alimentation plutôt qu'à une surcharge des parcours. En outre, de plus en plus de pâturages se transformaient en terres cultivées. Ainsi en est-on venu à considérer deux modes de traitement distincts. Le premier comprenait divers moyens d'améliorer les pâturages, soit a) par leur division en enclos pâturés en rotation avec, de ce fait, des périodes de repos et de regénération, b) par le réensemencement des parcours naturels existants, et c) par l'implantation de prairies permanentes. Le deuxième mode envisagé serait d'accroître autant que

possible la biomasse produite par les terres cultivées et pouvant servir de nourriture au bétail, soit : a) en accordant plus d'attention à la conservation des résidus de récoltes, b) en cultivant des légumineuses annuelles volumineuses et de bonne qualité qui amélioreraient l'équilibre nutritif des résidus et d'autres fourrages grossiers, c) par la culture dérobée ou intercalaire ou même les semis directs d'espèces pouvant produire une masse fourragère de bonne qualité, et d) par l'implantation de pâturages en anciens sols cultivés, offrant de meilleures chances de réussite que les maigres pacages fréquents dans les environnements à sol pauvre.

On a discuté de l'amélioration des pâturages dont la dégradation est imputable avant tout à la paissance excessive et à leur surcharge. On a fait remarquer que, jusque là, le problème avait été laissé aux vulgarisateurs et qu'il reviendrait à la recherche de leur apporter son concours dans ce domaine pour renforcer leur action. On a recommandé également que les collectivités à caractère pastoral participent à la recherche en proposant des solutions possibles de leurs problèmes.

Pour faciliter l'interaction du personnel de recherche, de celui de vulgarisation et des communautés agropastorales, une voie de recherche globale s'impose. Celle-ci comporterait l'étude des systèmes agricoles par une équipe composée de spécialistes de la vulgarisation, de planificateurs de l'utilisation du sol, et de sociologues versés en économie agricole. L'équipe ainsi constituée rechercherait dès le début la participation de la population par l'entremise de comités locaux; elle établirait un plan rationnel d'exploitation agricole tenant compte des terres cultivables, des endroits pouvant convenir le mieux à des pâturages, des moyens d'améliorer les parcours naturels et d'utiliser le plus avantageusement les ressources en eau à la fois pour les humains et pour les animaux. La nécessité s'impose donc d'une voie de recherche à explorer par une équipe multidisciplinaire.

On a noté qu'en certains pays, en particulier au Kenya, en Tanzanie et à Malawi, la petite exploitation laitière se développe et prend de l'importance mais que le manque de connaissances dans la technique des pâturages y freine la production. On sait d'autre part que les fourrages de bonne qualité favorisent la production

animale et réduisent les dépenses de provendes. Il importe donc d'orienter la recherche vers la production d'espèces et de lignées végétales d'un rendement satisfaisant allié à une bonne qualité. Le besoin s'impose de développer des pratiques agronomiques appropriées à la conduite des pâturages et à la conservation des fourrages.

QUESTIONS D'ORGANISATION

Le groupe a présenté les propositions suivantes en séance plénière :

- Mise sur pied d'un réseau spécialisé dans l'étude des pâturages pour l'Afrique orientale et australe.

- Le réseau en question traitera de problèmes généraux, tels que les communications, le financement des recherches, le plasma germinatif, la formation, les services de soutien tels qu'analyse des informations, consultations, etc., et d'autres questions que les participants voudraient soumettre.

- Que cette séance plénière élise un comité de direction composé de cinq membres, ayant pour fonction d'organiser et de mettre sur pied le Réseau en question. Les membres du comité, autant que possible, représenteront certaines régions et spécialités.

- Ce comité de direction se réunira aujourd'hui (21-9-1984) pour rédiger une proposition de financement au CRDI en faveur d'une assemblée d'organisation.

- L'assemblée d'organisation devra avoir lieu dans les trois mois. Elle présentera des recommandations concernant la forme, la composition, la direction et les fonctions spécifiques du Réseau, les liaisons à établir avec les CRA et autres réseaux, ainsi qu'un plan d'action et un projet de budget.

- Le réseau étant formé, les cinq membres d'origine en deviendront le premier comité d'action. D'autres organismes intéressés seront cooptés comme participants, par exemple le CRDI pour le financement et l'ILCA et l'ACIAR pour le soutien à la recherche.

- Le comité d'action sera chargé de présenter un projet de soutien financier du réseau par le CRDI. La proposition inclura un coordonnateur et le personnel de soutien jugé nécessaire.

- Le coordonnateur fera partie du comité d'action.

- Il est proposé qu'une assemblée annuelle ait lieu pour discuter de questions scientifiques particulières suggérées par les membres du Réseau, en vue d'aider celui-ci dans ses activités et d'élire, s'il y a lieu, de nouveaux membres du comité. Tous les pays participants y seront représentés.

- Le Réseau pour les pâturages favorisera la création de réseaux nationaux incluant tous ceux qu'intéressent les questions fourragères et qui voudraient être considérés comme membres du réseau.

- Le Réseau devrait s'intéresser aux associations et groupements existant au niveau national afin de faciliter les échanges d'informations dans les zones orientale et australe.