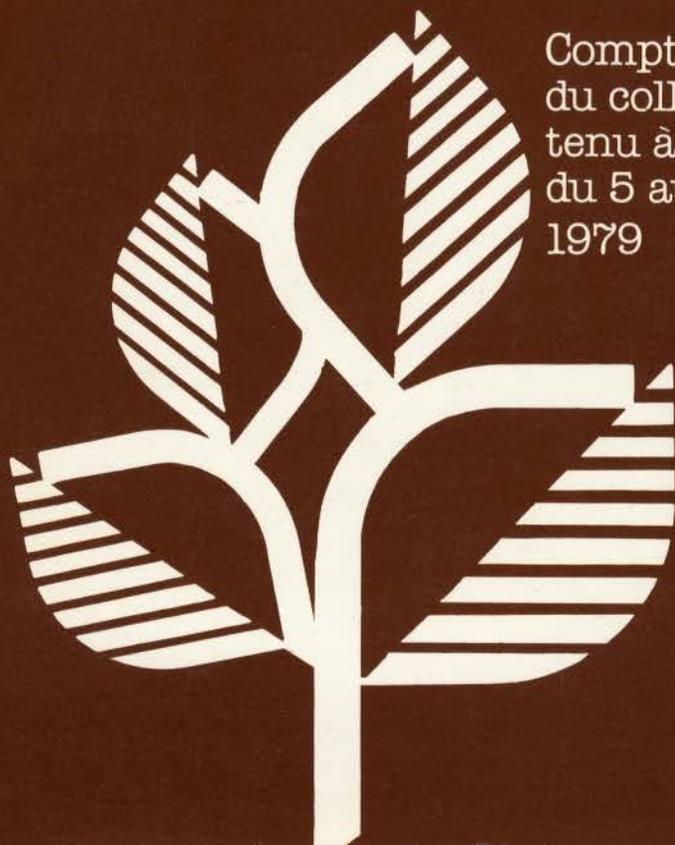




IDRC-158f

Le rôle des arbres au Sahel

Compte rendu
du colloque
tenu à Dakar (Sénégal)
du 5 au 10 novembre
1979



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, 1980
Adresse postale : B.P. 8500, Ottawa (Canada) K1G 3H9
Siège : 60, rue Queen, Ottawa

CRDI, Ottawa CA

IDRC-158f

Rôle des arbres au Sahel : compte rendu du colloque tenu à Dakar, Sénégal, du 5 au 10 novembre 1979. Ottawa, Ont., CRDI, 1980. 92 p.

/Publication CRDI/, /reboisement/, /Sahel/ — /utilisation des terres/, /régimes fonciers/, /ressources forestières/, /végétation/, /aspects agricoles/, /sylviculture/, /arbres forestiers/, /fourrage/, /structure agraire/, /climat/, /politique de la recherche/, /liste des participants/.

CDU: 634.0.23

ISBN: 0-88936-262-9

Édition microfiche sur demande

IDRC-158f

Le rôle des arbres au Sahel

Compte rendu
du colloque
tenu à Dakar (Sénégal)
du 5 au 10 novembre
1979



Sommaire

1 *Avant-propos*

3 *Liste des participants*

5 *Discours d'ouverture*

Exposés techniques

- 9 Le rôle des arbres dans le contexte d'une utilisation globale et intégrée des terres en zones arides et semi-arides d'Afrique **G. Poulsen**
- 15 L'organisation foncière dans la zone aride du Sénégal et la gestion des ressources forestières **E.H. Sène**
- 19 Le rôle des arbres et arbustes dans les pâturages sahéliens **H.N. Le Houérou**
- 33 Le rôle des arbres dans les systèmes agraires des régions semi-arides tropicales d'Afrique de l'Ouest **C. Charreau**
- 37 L'arbre dans les paysages agraires de l'Afrique noire **P. Péliissier**
- 43 Pluviosité et croissance de la végétation au Sahel — Étude centrée sur *Acacia senegal* (L) Willd. **A.G. Seif el Din**
- 51 Techniques de reboisement dans les zones subdésertiques d'Afrique au sud du Sahara **G. Ferlin**
- 57 Rôles de l'arbre et son intégration dans les systèmes agraires du nord du Sénégal **C. Dancette et M. Niang**
- 65 Méthodes de vulgarisation applicables au Sahel **L. Mhlanga**
- 71 Quelles priorités faut-il donner à la recherche forestière au Sahel? **O. Hamel**

Visites sur le terrain

- 79 1. Projet de fixation des dunes à Kébémér
- 81 2. Projet de reboisement en zone pastorale à Mbiddi
- 83 3. Roneraie classée de Thiès
- 84 4. Zone de protection d'*Acacia albida* (région de Thiès)
- 85 5. Forêt classée et station d'essais de Bandia
- 87 *Conclusions et recommandations*
- 89 *Bibliographie*



L'arbre procure des conditions favorables aux cultures agricoles.

Avant-propos

L'importance des arbres et des arbustes pour la protection de l'environnement est assez bien connue, mais bien peu de personnes, y compris les forestiers, savent tous les bienfaits que peuvent apporter les végétaux ligneux aux populations des zones sahéennes et soudano-sahéennes du Sud-Sahara. Dans ces zones, la présence des arbres est tout à fait essentielle, car ils jouent un rôle de premier plan non seulement pour la production de bois et de combustible, mais aussi pour l'élevage et la production agricole.

Le colloque sur le rôle des arbres au Sahel, tenu à Dakar en novembre 1979, avait pour but l'échange de l'information sur le rôle multiple des arbres et arbustes dans cette région afin de mettre à jour l'état des connaissances dans ce domaine. La rencontre a permis de faire le point sur les techniques de reboisement utilisées dans les zones semi-désertiques de l'Afrique au sud du Sahara et de préciser les priorités de recherches forestières. Au cours d'une tournée de quatre jours sur le terrain, les participants ont pu voir les résultats d'un projet de reboisement pour fixation de dunes maritimes ainsi que des plantations expérimentales d'arbres fourragers et producteurs de gomme arabique en zone sylvo-pastorale. Ils ont eu l'occasion également de comparer plusieurs systèmes sylvo-agricoles traditionnels comprenant des arbres tout à fait extraordinaires comme *Acacia albida* qui ont un effet positif incontestable sur les rendements agricoles. A la station de recherches forestières de Bandia, non loin de Dakar, les participants ont observé les résultats intéressants d'essais d'introduction d'un grand nombre d'espèces d'Eucalyptus pour la production de bois de feu et de plusieurs espèces d'arbres fourragers.

La tenue de ce colloque s'inscrit dans le cadre des efforts déployés par le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) pour encourager la collaboration entre les spécialistes et techniciens des pays africains aux prises avec des problèmes semblables. Au cours d'une réunion à Dakar en janvier 1974, les directeurs de plusieurs instituts de recherches forestières ont exprimé le besoin d'échanger des renseignements et d'organiser des rencontres techniques et des visites sur le terrain afin de diffuser le plus rapidement possible les résultats de travaux de recherches et ainsi d'éviter la duplication d'efforts et de profiter au maximum des connaissances acquises. Le CRDI n'a pu inviter qu'un petit nombre de spécialistes et de représentants des pays sahéens à participer à ce colloque, mais nous espérons que le compte rendu sera utile à tous ceux qui s'intéressent aux ressources naturelles renouvelables des pays sahéens. C'est dans cette optique que nous avons essayé de résumer les discussions auxquelles ont donné lieu les séances plénières et les visites sur le terrain.

Le CRDI a d'ailleurs l'intention d'organiser d'autres colloques de ce genre en Afrique sur des sujets d'un grand intérêt pour plusieurs pays ayant des conditions écologiques semblables.

Enfin, nous désirons exprimer notre gratitude aux autorités et responsables sénégalais pour leur accueil et pour toute l'assistance qu'ils nous ont apportée en vue d'assurer le succès de ce colloque. Nous offrons aussi nos sincères remerciements à tous ceux qui ont présenté des communications et participé activement aux discussions, ainsi qu'à Bernard Méchin et Lynda Muir, qui ont assuré la révision et la production de cette plaquette.

Gilles Lessard

Directeur associé

*Programme des Sciences de l'Agriculture,
de l'Alimentation et de la Nutrition*

Liste des participants

- Pierre Serge Bolduc** Direction générale des ressources naturelles, Secteur Forêt, Agence canadienne de développement international, Place du Centre, 200, Promenade du Portage, Hull K1A 0G4 (Canada)
- René Bonou** Direction des Eaux et Forêts, Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage de Haute-Volta, Ouagadougou (Haute-Volta)
- M. Charfi** Ingénieur des Forêts, Institut national de recherches forestières, B.P. 2, Route de la Soukra, Ariana (Tunisie)
- Claude Charreau** Représentant régional, Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides en Afrique de l'Ouest, 28, rue El Hadj A.A. Ndoye, B.P. 3340, Dakar (Sénégal)
- Claude Dancette** Agroclimatologiste, Centre national de recherches agronomiques de Bambeï, Institut sénégalais de recherches agricoles, Bambeï (Sénégal)
- Ibrahima Dialité** Centre national de recherches forestières, Institut sénégalais de recherches agricoles, B.P. 2312, Dakar (Sénégal)
- Samou Diakité** Station de recherche forestière N'Debougou via Niono, Direction des Eaux et Forêts, Ministère du Développement rural, Bamako (République du Mali)
- Baba Diguera** Directeur, Direction des Eaux et Forêts, Ministère du Développement agricole et pastoral, B.P. 447, N'Djamena (Tchad)
- Guy Ferlin** Ingénieur des Eaux et Forêts, Les Cigales, Chemin de Bellevue, 83110-Sanary (France)
- J.E. Gorse** Spécialiste forestier, Banque Mondiale, WAPA 3 Room E 301, 1818 H. St. N.W., Washington D.C. 20433, U.S.A.
- Olivier Hamel** Directeur, Centre national de recherches forestières, Institut sénégalais de recherches agricoles, Parc forestier de Hann, B.P. 2312, Dakar (Sénégal)
- Abdoulaye Kane** Chef de la Division de la sylviculture, Direction des Eaux, Forêts et Chasses, Parc forestier de Hann, B.P. 1831, Dakar (Sénégal)
- Henri Noël Le Houérou** Directeur de Recherches, Centre international pour l'élevage en Afrique, B.P. 5689, Addis-Abeba (Éthiopie)
- Gilles Lessard** Directeur associé, Centre de recherches pour le développement international, 60, rue Queen, B.P. 8500, Ottawa K1G 3H9 (Canada)
- Gordon MacNeil** Agent de programme, Centre de recherches pour le développement international, B.P. 11007 CD Annexe, Dakar (Sénégal)
- Liberty Mhlanga** Programme «Formation pour l'environnement» (ENDA), B.P. 3370, Dakar (Sénégal)
- Abdoulaye Ndiaye** Ingénieur des Eaux et Forêts, Direction des Eaux et Forêts, Ministère du Développement rural, Koulikoro (République du Mali)

- A. Ogigirigi** Shelterbelt Research Station, Forestry Research Institute of Nigeria, P.M.B. 3239, Kano, Nigeria
- Gunnar Poulsen** Conseiller forestier, Centre de recherches pour le développement international, B.P. 30677, Nairobi (Kenya)
- Abul Gasim Seif el Din** Conseiller forestier, Centre de recherches pour le développement international, B.P. 30677, Nairobi (Kenya)
- El Hadj Sène** Directeur, Direction des Eaux, Forêts et Chasses, Ministère du Développement rural, Parc forestier de Hann, B.P. 1831, Dakar (Sénégal)
- Diack Taleb** Directeur adjoint, Direction des Eaux et Forêts, B.P. 170, Nouakchott (Mauritanie)
- Abderrahmane Touré** Ingénieur des travaux forestiers, Ministère du Développement rural, B.P. 87, Nouakchott (Mauritanie)
- Jean Valenza** Vétérinaire, Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires, Institut sénégalais de recherches agricoles, B.P. 2057, Dakar (Sénégal)

Discours d'ouverture

Cheick Abdoul Khader Cissokho

*Sécretaire d'État aux Eaux, Forêts et Chasses
Ministère du Développement rural
Dakar (République du Sénégal)*

Le séminaire que vous tenez à partir d'aujourd'hui sur « le rôle des arbres dans le Sahel » est le troisième séminaire que j'inaugure sur des problèmes liés à la survie de l'homme, de ses communautés et de ses établissements dans cette région du monde particulièrement éprouvée depuis plus d'une décennie.

En effet, le 11 juin 1979, se tenait ici même le séminaire sur les gommiers et la gomme arabique dont l'importance dans l'économie des pays sahéliens n'est plus à démontrer; le 30 octobre 1979 s'ouvrait également le séminaire CILSS de formation sur les techniques de défense et restauration des sols dans le Sahel. Il est donc évident qu'à l'heure actuelle les pays du CILSS, les pays et les organismes amis sont résolument décidés à mettre tout en oeuvre pour gagner la bataille du Sahel qui est une bataille pour l'eau, pour les sols, pour l'arbre.

Le rôle de l'arbre dans le Sahel, c'est aux populations, à leur histoire, à leurs traditions, à leur équilibre actuel avec leur milieu qu'il faut le demander. L'homme du Sahel a très tôt intégré l'arbre dans son développement. Je ne remonterai pas bien loin dans le passé; les traditions populaires actuelles, les contes, les légendes ont un fond important où les rôles multiples de l'arbre sont rappelés et magnifiés. La pharmacopée n'a jamais été nulle part plus développée qu'au Sahel où la propension naturelle des populations à se déplacer dans les grands espaces découverts a permis le brassage des ethnies, la transmission latérale des connaissances traditionnelles.

L'alimentation humaine demande beaucoup à l'arbre dans le Sahel : les feuilles, les fruits, les écorces, les racines et tubercules, tous ces organes ont ici et là un rôle particulièrement important à jouer. Au Sénégal, par exemple, dans les recettes forestières provenant des taxes diverses, 16,8 % proviennent des feuilles et fruits forestiers divers à usage médicinal ou alimentaire.

L'artisanat qui s'est parfaitement adapté aux menus bois présents dans la zone n'est pas en reste dans les usages multiples que l'on attend de l'arbre dans le Sahel.

Il faut dire cependant que les rôles les plus importants que l'on attend désormais de l'arbre dans le Sahel concernent tous les apports dont il est susceptible dans la protection des sols, l'équilibre agro-sylvo-pastoral et plus vaste encore, l'équilibre des ensembles naturels, l'aménagement du paysage agraire dans le cadre d'un développement intégré, la résolution de la grave crise énergétique et en certains exemples précis, la participation au développement industriel.

Nos populations ont de longue date dans l'aménagement de leur terroir senti l'extrême utilité de l'arbre dans le paysage agraire et son influence bénéfique sur les sols. Vous aurez l'occasion pendant vos visites sur le terrain dans le Cayor et le Baol profondément agricoles, de voir comment l'arbre est sollicité pour conserver au sol sa fertilité.

Dans les programmes nouveaux, le Gouvernement du Sénégal entend faire tout pour conserver et améliorer le paysage agraire, moderniser sa structure en conservant les essences de base connues et entièrement intégrées par les populations. Le séminaire qui se déroule en même temps que vos travaux nous permettra progressivement de structurer et de consolider de véritables services de défense et protection des sols qui ne manqueront pas d'utiliser ce noyau d'espèces locales qu'une longue période de recherche et de développement a identifié.

Les populations du Sahel, pastorales par excellence, connaissent parfaitement leur environnement; ici également l'utilité de l'arbre a pu être mise à profit non seulement dans l'alimentation du bétail, mais dans les soins du bétail; l'on peut cependant déplorer que de nouvelles données du problème humain et économique n'aient pas permis de maintenir par la sagesse traditionnelle l'équilibre des zones pastorales; dans celles-ci, la présence et le rôle de l'arbre ont diminué année après année, singulièrement au cours de la dernière décennie. Les grandes étendues sahéliennes se dénudent et c'est une tâche de plusieurs générations de restaurer la présence de l'arbre, de rééquilibrer le paysage pastoral pour le plus grand profit du pasteur-agriculteur.

Que nous considérons le paysage agraire du centre sénégalais, ou les pâturages du Ferlo ou même les périmètres irrigués de la vallée, le problème est de rétablir, de restaurer, de construire un paysage équilibré où l'arbre par ses divers apports doit avoir sa place.

Les arbres doivent également jouer un rôle important dans l'approvisionnement des populations en matière énergétique; c'est peut-être son rôle le plus ancien et le plus évident et c'est hélas par ce rôle que les catastrophes arrivent.

Vous ne manquerez pas de réserver le plus large examen à ce problème de la crise de l'énergie tout au moins de l'énergie domestique et des solutions que l'arbre peut encore apporter dans le contexte du Sahel. Loin de se faire des illusions sur de grands boisements massifs de la puissance publique, l'on pourra tout de même envisager avec espoir de mettre à profit d'une part tous les sites privilégiés par une présence de ressources en eau (bassins irrigables, vallées des grands fleuves), d'autre part la participation active des populations de plus en plus sensibilisées aux besoins et à leur évolution, à leurs capacités elles-mêmes et à l'aide qui peut leur être apportée quand elles prennent des initiatives.

L'on ne peut oublier enfin que l'arbre peut procurer des revenus appréciables aux populations du Sahel dans la mesure où il peut alimenter un ensemble d'échanges commerciaux ou favoriser le développement de petites activités industrielles; c'est ainsi que des espèces comme l'anacardier, le gommier, le palmier ronier, que sais-je doivent mériter votre attention surtout en tout ce qui concerne les voies et moyens d'un vulgarisation des possibilités que ces espèces présentent, des moyens de multiplication, enfin d'une adhésion totale des populations.

Messieurs les séminaristes, comme vous le percevez au Sahel plus qu'ailleurs, les rôles de l'arbre sont multiples; du maintien d'un équilibre global, du bien-être général, aux commodités de la vie de tous les jours, l'arbre est présent dans la culture, dans l'alimentation, la pharmacopée; il est entièrement intégré dans la vie d'autant plus fortement qu'il est rare ou menacé.

De vos travaux sortiront certainement des recommandations que nous souhaiterions être des avis et conseils pratiques qui pourront facilement être mis à profit dans nos programmes et plans d'actions, qui convaincront davantage gouvernements et bailleurs de fonds — s'il en était encore besoin — qu'il se fait tard et qu'il faut agir vite et massivement.

Il sied d'ailleurs de remercier tous les organismes nationaux et internationaux qui travaillent avec nous dans ce sens; le CRDI, dans son approche pratique, a

compris l'urgence qu'il y a à agir et c'est pourquoi l'on compte de nombreux projets à son actif dans la zone et dans plusieurs sous-secteurs; qu'il en soit ici vivement remercié à l'occasion de ce séminaire dont il est l'initiateur et le promoteur.

En souhaitant plein succès à vos travaux et en vous offrant au nom du gouvernement et du peuple sénégalais l'hospitalité et la téréngala de chez nous, je déclare ouverts les travaux du groupe de travail CRDI sur le rôle de l'arbre dans le Sahel.



Le bétail a besoin d'eau . . . mais aussi d'ombre et de nourriture.

Le rôle des arbres dans le contexte d'une utilisation globale et intégrée des terres en zones arides et semi-arides d'Afrique

G. Poulsen¹

Les trois départements administratifs s'occupant de l'Agriculture, de l'Élevage et des Eaux et Forêts furent les principaux responsables du développement des méthodes d'utilisation des terres dans la plupart des pays des zones arides en Afrique, que ce soit lors de la période coloniale ou après l'indépendance. Lorsque les trois départements dépendaient d'un même ministère, un tel cloisonnement se justifiait parfaitement d'un point de vue administratif, en particulier quand un secrétaire d'État actif ou le ministre lui-même assurait une bonne coordination. Cependant, très fréquemment ils ont été répartis entre deux ou même trois ministères différents.

Il est possible qu'une telle séparation n'ait pas empêché quelques responsables de se réunir pour débattre de problèmes communs et collaborer à la préparation de plans, mais sans aucun doute cette division administrative a rarement contribué à l'élaboration de politiques cohérentes ou permis de mener à bien des programmes expérimentaux.

Tout effort éventuel tendant à une coordination plus étroite des activités a, par ailleurs, été rendu difficile en raison des points de vue divergents résultant de formations, de responsabilités et d'objectifs différents.

Les agronomes, ayant étudié la phytotechnie et étant souvent spécialisés dans les cultures industrielles, ont été formés dans un esprit très éloigné de celui des forestiers, dont des études ont surtout porté sur la gestion des forêts denses et l'utilisation des bois.

Les vétérinaires et les fonctionnaires du département des aménagements pastoraux, chargés de l'administration du cheptel et étant souvent essentiellement préoccupés des intérêts des nomades, ont

formé un troisième groupe. On aurait pu penser que les spécialistes des aménagements pastoraux et les forestiers auraient découvert de nombreux points d'intérêt communs. Cependant, ce fut rarement le cas. Étant donné leur formation orientée vers la production de bois, les forestiers n'ont pas su — ou voulu — apprécier le rôle des arbres en tant que producteurs de fourrage. En fait, en règle générale, ils ont considéré tous les herbivores domestiques comme les ennemis de leur profession et de tout ce qu'elle englobe. Réciproquement, les fonctionnaires responsables de l'élevage, formés dans des pays tempérés, ont souvent considéré l'élimination de toutes les plantes ligneuses comme une condition préalable à l'amélioration des pâturages.

Les choses se sont davantage compliquées dans quelques régions en raison de la concurrence entre les pasteurs nomades ou semi-nomades et les populations sédentaires dont se préoccupent surtout les services agraires.

Malgré de telles entraves aux échanges d'idées, depuis plusieurs dizaines d'années, des personnes éclairées se sont mises plus ou moins d'accord sur la nécessité d'une solution agro-sylvo-pastorale aux problèmes des régions arides ou semi-arides. Toutefois, le fait que de telles idées et principes n'aient été que rarement mis en application ne devrait surprendre personne, vu les difficultés que j'ai décrites.

Jusqu'à présent, j'ai plus ou moins supposé un assentiment général au sujet de l'avantage d'une approche globale du problème posé par l'utilisation des terres dans les régions arides et semi-arides d'Afrique, et j'ai indiqué les obstacles structurels qui se sont opposés à cette démarche dans quelques régions.

Il est peut-être temps d'attaquer le problème sous un autre angle. Quelles raisons avons-nous de penser qu'une telle approche soit souhaitable? Je vais essayer maintenant de répondre à cette question. Certains peuvent avoir l'impression que je

1. Conseiller forestier, Centre de recherches pour le développement international, B.P. 30677, Nairobi (Kenya).

regarde les choses avec l'oeil du forestier. Je ne peux pas totalement m'en empêcher puisque je *suis* forestier. Heureusement, nous avons parmi nous des agronomes et des zootechniciens compétents qui pourraient me corriger si mon analyse était trop partielle.

Fondamentalement, l'homme a trois façons de tirer profit de l'environnement naturel en zone aride et semi-aride. Il peut cultiver des plantes alimentaires, élever du bétail et développer la production de bois pour le chauffage et la construction.

Par conséquent, beaucoup diraient que la meilleure manière de rationaliser l'utilisation des terres en zones arides serait de réaliser une sorte de classification des terrains et ensuite d'assigner des zones appropriées à chacune de ces trois activités. Pour des gens ayant fait leurs études en Europe ou en Amérique du Nord, ceci semble être une façon efficace d'organiser les choses. C'est de cette façon que fut résolu ce genre de problème dans ces pays à la satisfaction de tous. Toutefois, hormis les cas particuliers des riches terrains alluviaux, des dépôts volcaniques récents et des terres irrigables, une telle assignation des terrains semble inadaptée ici en raison des conditions climatiques et pédologiques qui diffèrent fondamentalement de celles des pays tempérés.

La plupart des sols africains sont très anciens, et par suite d'un lessivage prolongé, ils sont peu fertiles. En outre, la plupart du temps ils ne contiennent qu'une quantité insignifiante de minéraux altérables pouvant libérer des éléments nutritifs. Les climats des régions qui nous intéressent sont aussi caractérisés par des facteurs peu favorables à la croissance des plantes; des températures élevées, des précipitations peu abondantes et imprévisibles, une faible hygrométrie et de longues saisons sèches.

L'état des sols exige une utilisation parcimonieuse des éléments nutritifs disponibles, assurant en particulier, autant que possible, le recyclage de ceux qui ont été lessivés. Dans des pays aux facteurs écologiques peu favorables, il est en outre très important de conserver les avantages de l'ordre méso- et micro-climatiques. En effet, la présence d'une couverture arbustive, même réduite, sert à diminuer la vitesse du vent au niveau du sol, à augmenter l'hygrométrie de l'air et, dans l'ensemble, elle assure un minimum de protection non négligeable pour les autres plantes, le bétail, l'homme et le sol lui-même si précieux.

En plus de ces considérations concernant l'importance du maintien de l'équilibre écologique précaire et par conséquent vulnérable, on devrait mentionner la complication résultant du rôle important joué par les arbres en tant que producteurs de fourrage. Dans de nombreuses régions, du Sahel

en particulier, la fonction fourragère des arbres est sans aucun doute plus importante que la production de bois.

En conclusion, nous sommes confrontés à un problème d'utilisation des terres qui est tout à fait différent de celui que nous connaissons dans les pays tempérés. Comme partout ailleurs, il faut de la place pour l'agriculture, l'élevage et la foresterie. Toutefois, ici l'on ne pourra séparer ces trois activités dans l'espace ou même dans le temps. Il faut en quelque sorte trouver le moyen de les combiner.

Pour éclaircir ce point, essayons d'envisager ce qui arriverait si au contraire on séparait les plantations forestières, les cultures et les pâturages.

Une forêt communale, de taille adéquate, peut sans aucun doute subvenir aux besoins en bois de chauffage et en poteaux. Si l'on autorise un pâturage contrôlé sous les arbres ainsi qu'une utilisation éventuelle des feuilles et des gousses pour le fourrage, elle peut aussi constituer une ressource intéressante pour les propriétaires de bétail. Cependant, une telle plantation n'empêchera guère l'action de l'érosion éolienne sur les terrains découverts et n'assurera pas non plus le maintien d'un microclimat propice aux cultures et à l'élevage.

On peut surmonter cette difficulté en optant pour une disposition spatiale différente des arbres. Au lieu de les grouper en un seul bosquet, on peut décider de les répartir en un réseau de brise-vent. De cette manière, les besoins en bois de chauffage seront couverts aussi efficacement et en plus les brise-vent réduiront l'érosion éolienne et amélioreront le microclimat. D'un point de vue écologique, cette solution serait certainement préférable à la première, mais d'un autre côté elle est aussi inadéquate : elle n'assure pas le recyclage des éléments nutritifs lessivés sur les terrains découverts.

Afin de permettre le recyclage des éléments nutritifs sur toutes les surfaces cultivées — et ceci est particulièrement important pour les sols sableux qui caractérisent le Sahel — le sous-sol, jusqu'à la profondeur de quelques mètres, doit se trouver, au moins périodiquement, à proximité de racines d'arbres. On pourrait envisager la réalisation de ce recyclage, soit en conservant des arbres disséminés régulièrement sur tout le terrain, soit en optant pour un système de cultures itinérantes, car autrement on ne pourra pas maintenir la fertilité des sols.

Jusqu'à présent, j'ai insisté sur l'importance des arbres dans le maintien de l'équilibre écologique, sans lequel l'agriculture et l'élevage ne peuvent prospérer. En principe, ce sont les forestiers qui sont les responsables du maintien du couvert forestier nécessaire. Dans l'accomplissement de leur tâche, ils peuvent — et en fait cela arrive souvent

— entrer en conflit avec les propriétaires de bétail qui coupent les branches, avec les fermiers qui désirent des étendues sans arbres ou qui détruisent inconsidérément les jeunes plants en sarclant leur champs, ou encore tout simplement avec toute personne ayant besoin de bois de chauffage ou de service pour sa maison.

Malheureusement, les forestiers n'ont souvent pas compris les besoins légitimes et les exigences de ceux avec qui ils entraînent en conflit et qui, pour la plupart, agissaient ainsi afin d'arracher à la terre une maigre subsistance. Les éleveurs et les fermiers, de leur côté, ont rarement compris les prédictions funestes des forestiers qui prévoyaient la transformation du pays en désert si les arbres étaient coupés.

Chaque partie a ses torts et ses raisons. Ce qui a cruellement manqué est un échange d'idées constructif dans l'espoir de trouver une solution à ce problème : comment rendre les zones arides plus productives, au sens le plus large du mot, non seulement à court terme mais aussi à long terme, pour le bonheur de nos enfants.

Pour y arriver, il faudra sans aucun doute mettre en place un système d'utilisation globale et intégrée des sols, sans quoi il ne pourra y avoir de vrai progrès mais au contraire se produira un désastre inévitable.

Comment y parvenir? A mon avis, il faudra mener une action concertée à quatre niveaux si nous voulons surmonter les grandes difficultés qui, jusqu'à présent, ont fait obstacle à une approche globale des problèmes de l'utilisation des terres en zone aride dans la plupart des pays concernés.

Ces quatre niveaux, ce que nous allons considérer séparément, sont les suivants : l'échelon ministériel, la recherche, l'enseignement et la vulgarisation.

A l'échelon ministériel, il est essentiel de regrouper toutes les activités concernant l'utilisation des terres en zone aride dans un même ministère. Je suis sûr que je vais en faire sourciller quelques-uns si j'ajoute aussi que l'idéal serait de regrouper les activités au sein d'un même département, subdivisé en trois sections : agriculture, élevage et foresterie. Je suis fermement convaincu qu'une telle proposition d'organisation vaut la peine d'être prise en considération. De toute façon, il est extrêmement important que la planification et la mise en place des politiques d'utilisation des terres en zone aride soient étroitement liées au sein du ministère.

Au niveau de la recherche, l'approche multidisciplinaire doit être aussi considérée plus favorablement que ce n'a été le cas dans la plupart des pays jusqu'à maintenant. Je ne veux pas dire pour autant qu'on n'aura plus besoin, à l'avenir, de recherches hautement spécialisées. Elles seront nécessaires

afin d'obtenir des réponses à des questions fondamentales. Toutefois, dans le domaine de la recherche appliquée, on doit admettre que l'inefficacité de l'approche sectorielle en zone aride a été démontrée maintes fois. Il ne peut plus y avoir de doute sur la nécessité d'une approche multidisciplinaire et intégrée si nous voulons résoudre les problèmes que posent à l'homme de la campagne sahélienne les besoins de nourriture, d'abri et de combustible.

Les responsables de la planification et de la mise en place des politiques d'utilisation des terres devront non seulement trouver des réponses scientifiques à certaines questions, mais aussi recruter des personnes ayant reçu une formation adéquate leur permettant de faire face aux problèmes de la zone aride. En d'autres termes, ces personnes doivent non seulement être spécialisées en certains domaines, mais aussi posséder l'ouverture d'esprit nécessaire pour envisager les problèmes d'une façon globale. Dans ce but, il importe d'introduire l'idée d'approche globale et intégrée dans tous les enseignements agricoles et para-agricoles. Ceux qui se destinent à une carrière agricole devraient connaître les multiples fonctions des plantes ligneuses. Ceux qui s'orientent vers les aménagements pastoraux ne devraient pas seulement entendre parler de la valeur nutritive des différents types de fourrage arborescent et herbacé, mais aussi étudier les variations qualitatives et quantitatives de cette production de fourrage en fonction de l'espacement des arbres. Ils devraient encore se familiariser avec les méthodes sylvicoles les mieux adaptées aux diverses espèces d'arbres dans leur environnement naturel. L'enseignement forestier, de son côté, devrait accorder une plus grande place à l'étude des arbres isolés et à leur rôle écologique, comprendre aussi des cours sur la valeur nutritive des différents types de fourrages arborescents et les méthodes de récolte appropriées. Il faudrait en outre attacher une très grande importance à l'étude des brise-vent. Enfin, les futurs forestiers devraient connaître les bases de l'agriculture et de l'élevage. L'idéal serait vraiment que tous les intéressés reçoivent une solide formation de base sur l'utilisation des terres avant de se spécialiser dans des branches telles que l'agriculture, l'élevage ou la foresterie.

Les trois domaines — administration, recherche et enseignement — représentent l'infrastructure de base de l'organisation de l'utilisation des terres dans les régions arides (comme partout ailleurs).

Cependant, le quatrième niveau — la vulgarisation — n'est pas moins important que les autres. Sans un bon service de vulgarisation, tous les efforts des fonctionnaires, des chercheurs et des enseignants ne pourraient guère dépasser le stade d'une accumulation de piles de plus en plus hautes

de documents «intéressants» dans les bureaux gouvernementaux.

Les services de vulgarisation existent depuis de nombreuses années, mais en général ils ont été organisés séparément par chaque département qui s'est concentré sur la promotion de sa propre politique. C'est cependant au niveau de la vulgarisation que l'idée d'action globale et intégrée semblerait la plus importante. Les agronomes, les zootechniciens et les forestiers s'occupant de la diffusion ne devraient pas travailler en solitaires dans des bâtiments séparés. Ils devraient, au contraire, opérer en étroite collaboration et de façon bien coordonnée, à la fois au niveau des bureaux et des villages. J'irai même plus loin et proposerai qu'un service de vulgarisation, afin d'être efficace, comprenne, en plus de l'équipe de techniciens, des spécialistes en sciences sociales et en économie domestique.

Finalement, le résultat dépendra à la fois de l'action du gouvernement et de la réceptivité des paysans. Il serait cependant trompeur de donner l'impression qu'il suffira de trouver de meilleures façons d'utiliser les terres et de les enseigner aux gens concernés. Les obstacles au progrès ne sont pas toujours uniquement d'ordre technique. Dans de nombreux cas, le cadre traditionnel dans lequel évoluent les villageois et les nomades n'est pas des plus favorables au développement. Dans ce contexte, je peux, par exemple, mentionner les problèmes relatifs aux droits d'utilisation des terres et des arbres dans les zones arides. Ces problèmes qui peuvent sembler secondaires à première vue constituent quelquefois un des obstacles principaux au développement.

Le sujet, dans son ensemble, qui traite des entraves d'ordre politique, économique et social au développement, est si vaste qu'il dépasse toutefois le champ de cet exposé.

Pour revenir à la question d'une meilleure utilisation des terres, je terminerai mon analyse en insistant sur le fait qu'il ne faudra pas se contenter d'apporter aux gens des solutions techniques à leurs problèmes. Ceci en supposant, bien sûr, que nous soyons capables de trouver de telles solutions, des solutions qui assureraient à la fois une productivité maximale et une stabilité écologique à long terme. Afin de réussir, nous devons avant tout faire participer les gens au processus de développement. Nous devons écouter attentivement la façon dont eux-mêmes perçoivent les problèmes. Leur coopération active et enthousiaste est une condition sine qua non.

Nous espérons que ce groupe de travail fournira quelques-unes des données nécessaires pour améliorer la vie des gens qui luttent pour survivre dans des conditions extrêmement difficiles, sur ce conti-

ment. Nous réussirons encore mieux si nous arrivons aussi à cerner quelques-unes des lacunes dans nos connaissances qui entravent la résolution des problèmes posés par l'utilisation des terres en zone aride. Il est souvent bien plus difficile de poser les questions justes que de trouver des réponses satisfaisantes une fois que le problème a été correctement énoncé.

«Le rôle des arbres dans le contexte d'une utilisation globale et intégrée des terres en zones arides et semi-arides d'Afrique» — le titre même de mon exposé implique des questions d'une importance majeure, et un défi. Un groupe multidisciplinaire de chercheurs et d'administrateurs comme le nôtre devrait être suffisamment compétent pour suggérer quelques solutions et identifier quelques-uns des problèmes de base, à condition que nous acceptions de travailler de façon coordonnée et intégrée. Puisseons-nous réussir!

Résumé des commentaires et discussions

- L'exposé de M. Poulsen soulève le problème des jachères forestières et celui de la disposition spatiale des arbres associés à l'agriculture, problèmes qui seront traités plus en détail dans la suite du colloque.

- MM. Gorse et Le Houérou remarquent que, plutôt que de parler de brise-vent, on est amené à envisager une restructuration du paysage agricole selon un système de bocage.

- M. Gorse indique qu'au delà d'une densité de population au km² de 25 il devient difficile de maintenir une jachère forestière, et que celle-ci disparaît complètement lorsqu'il y a 50 habitants au km². On peut alors cependant avoir un système agricole stable associé à une forêt-parc à *Acacia albida*, karité, etc...

- M. Charreau ajoute que dans ce cas une forte densité d'arbres correspond à une production agricole élevée. Ainsi, en pays Sérère, on trouve des densités de 40 pieds d'*Acacia albida* à l'hectare, avec une densité démographique élevée (80–100 hab./km²).

- Les participants sont généralement d'accord sur le fait qu'il existe des rivalités et des conflits entre services (qui tendraient toutefois à s'atténuer par suite d'une évolution vers une meilleure intégration des actions).

- Les paysans et éleveurs sahéliens sont loin d'être ignorants, et leurs systèmes traditionnels représentent une utilisation rationnelle des ressources. Il faut une meilleure compréhension de la valeur réelle de ces systèmes, et une évaluation plus exacte des besoins réels des populations.

- Il faut donner aux cadres du développement rural une formation qui ne soit pas trop spécialisée, donc donner plus d'importance au tronc commun assurant une formation de base multiple.

- Le problème de la vulgarisation est reconnu

comme étant d'importance primordiale. Il faut étudier les moyens d'information les plus efficaces propres à transmettre les techniques nouvelles aux populations intéressées.



Ce bouquet d'arbres (neem) constitue un bois de village.

L'organisation foncière dans la zone aride du Sénégal et la gestion des ressources forestières

E.H. Sène¹

La zone aride et semi-aride du Sénégal qui couvre la presque totalité du bassin arachidier, la zone des Niayes et la zone sylvo-pastorale compte de vieilles civilisations agraires; au niveau de celles-ci la possession de la terre était un élément important; son origine est beaucoup plus agraire que belliqueuse; de fait le maître des terres a souvent été le défricheur originel et sa descendance; il a été différent du maître politique malgré les empiètements fréquents et progressifs des familles royales sur les prérogatives des maîtres de terre.

La période coloniale a bien respecté cette dualité et le maître de terre, le «laman», a continué à user de ses droits traditionnels de gestion des terres. Cette situation a perpétué en de nombreux endroits la gestion traditionnelle des terres et en même temps de vieilles habitudes très saines de maintien d'un paysage agraire qui a ses avantages. Partout où la tradition agraire n'a pas été suffisamment forte de façon à résister à diverses poussées, l'on a assisté à la banalisation des paysages.

La loi portant nationalisation des terres en domaine national et la création des communautés rurales ont, dans une grande mesure, conforté la tradition communautaire, écartant ce que le «lamanat» pouvait avoir d'exclusif ou tout ce qui pouvait être décelé comme une déviation du système originel.

C'est en accentuant davantage la responsabilité des populations et de leurs cellules structurées dans la gestion des terres que la réforme administrative et territoriale sénégalaise entend faire participer celles-ci à une amélioration de l'aspect des paysages agraires et à une bonne exploitation et conservation des ressources.

1. Directeur, Direction des Eaux, Forêts et Chasses, Ministère du Développement rural, Parc forestier de Hann, B.P. 1831, Dakar (Sénégal).

L'organisation foncière traditionnelle

Origine de la possession traditionnelle des terres et influence sur leur gestion

L'origine de la possession traditionnelle des terres, comme nous l'avons dit plus haut, a été souvent plus d'inspiration agraire que belliqueuse. Ce sont les civilisations agraires du centre du Sénégal qui ont défriché ou brûlé, étendant ainsi progressivement leurs possessions. L'on a désigné ces premiers défricheurs par des termes bien significatifs : le maître de hache, le maître du feu, selon l'origine des méthodes de défrichement.

Dans les partages originels des terres, le feu a joué souvent un rôle prépondérant pour départager à grands traits des clans ou des parties de familles tombées en rivalité; dans la grande savane, un feu brûlé par tel frère belliqueux servait à déterminer les limites des terres où sa famille et plus tard ses descendants devraient travailler et prospérer. Les défrichements devaient suivre, d'ailleurs encore associés au feu dans la pratique.

Ainsi donc se sont établies des terres «appropriées» dans lesquelles aucune installation ne pouvait se faire sans l'autorisation du chef de clan qui était appelé Lamaan. La racine séréro-toucouleur du mot Lamaan donne le sens de «celui qui hérite»; ici non pas dans le sens restreint occidental de celui qui reçoit en propriété ce qui a été légué par le «de cujus», mais de celui à qui est confié le devoir de gérer et d'administrer les biens communs pour les besoins de l'ensemble de la communauté.

Bien que beaucoup d'ethnies du Centre et Nord sénégalais aient une organisation matriarcale, la gestion des terres suit l'ascendance paternelle, surtout en pays sérère, où pourtant les rizières suivent une ascendance matriarcale.

Cette organisation traditionnelle a fortement marqué le pays; en effet dans le Centre sénégalais aride ou semi-aride, le fonds de la population sérère

est fondamentalement agraire; sur ce fonds sont venus se greffer des apports wolof en provenance du Djoloff et du Cayor et des apports mandingues en provenance du Sud-Est. Seul le maintien de la dualité entre les maîtres politiques et les maîtres de terre a permis de sauvegarder certaines traditions agraires qui ont pu sauvegarder à leur tour des paysages agraires typiques.

Dans le Cayor, le Djoloff, le Walo et le Fouta (Diéri), les traditions agraires ont laissé de traces sur le paysage, qui s'est davantage banalisé.

Dans le Ferlo, les pâturages sont possédés en commun et il existe de vastes zones de parcours appartenant à tel ou tel groupe.

L'organisation foncière et le fait colonial

La réglementation générale

Le fait colonial a apporté un arsenal de textes qui est venu se surimposer aux pratiques traditionnelles; il s'est agi notamment de textes établissant les diverses divisions des terres du domaine territorial; les pratiques traditionnelles ont pour la plupart été ignorées, toutes les terres coloniales ayant été considérées vacante et sans maîtres.

Dans la pratique, la loi et la réglementation coloniales ont été simplement des outils législatifs devant permettre de justifier toute action ultérieure des pouvoirs. Les populations n'ont pratiquement pas demandé à bénéficier des nombreuses portes que cette réglementation a ouvertes pour favoriser la propriété individuelle.

La création d'un domaine forestier

Il faut noter par contre que la création du domaine forestier a eu l'impact le plus important et suscité les contestations les plus farouches de la part des populations. Les procédures de classement venaient en effet confisquer moins la propriété — qui était évanescence — que la jouissance ou la possibilité ultérieure de jouissance des ressources en sol et en bois et autres produits forestiers.

L'acceptation des chefs de collectivités était toujours recueillie pour le classement, mais ce n'était pas de gaieté de coeur ni avec toute la liberté voulue que les chefs de village se résignaient à de simple droits d'usage.

L'organisation foncière moderne : la loi sur le domaine national

La résorption de la propriété privée

La disposition fondamentale apportée par la loi sur le domaine national est la nationalisation de la presque totalité des terres.

En fait, cette loi de même que ses devancières coloniales ont ouvert un certain nombre de possibilités d'accès à la propriété privée; d'abord les terres déjà immatriculées avant promulgation sont restées propriété privée; de vastes domaines qui existaient sous le régime de l'appropriation privée n'ont pas été mis en cause par la loi; il en est des exemples d'ailleurs très frappants qui, dans l'esprit de la mise de la terre à la disposition de ceux qui la travaillent, mériteraient réellement d'être incorporés dans le domaine national; en effet, si la loi permettait de garder sous un régime de possession ou de jouissance privée des terrains dûment mis en valeur, de même elle aurait dû, dans son application, rendre au domaine national de vastes superficies immatriculées mais non mises en valeur.

La deuxième voie à la propriété privée, c'est la possibilité d'immatriculation qui était offerte à tous ceux qui pouvaient faire constater par les commissions érigées à cet effet la mise en valeur des terrains qu'ils occupaient. En dehors de la spéculation péri-urbaine, la population a très peu profité de cette possibilité.

Donc, la loi sur le domaine national n'a pas malgré tout brutalement bouleversé le statu quo; elle n'a pas trouvé déjà établies de grosses «latifundias» privatisées à la façon occidentale; elle n'a pas trouvé une forte exploitation des fermiers par les propriétaires terriens, la plupart des compensations réclamées par les anciens «lamanes» étant devenues symboliques (quelques javelles de mil ou de riz...).

Le domaine forestier dans la nouvelle situation

Le domaine forestier classé fait partie des quatre grands domaines qui subdivisent le domaine national.

Les forêts classées créées depuis de décret de 1935 étaient des zones entièrement réservées par la loi coloniale; toute intervention y était interdite sauf autorisation de l'Administration; les droits d'usage reconnus aux collectivités étaient limités à la collecte du bois mort, des bois de service communs mais sous surveillance stricte.

Il faut noter que le forestier était également tout puissant dans des parties non formellement classées mais désignées domaine protégé. La loi sur le domaine national n'a pas retenu cette distinction; les zones protégées ont été intégrées dans les zones de terroir ou les zones pionnières.

Les nouvelles dispositions ont rendu évidemment plus difficile toute évolution du domaine forestier classique; en effet les communautés rurales qui seront installées, fortes de leurs prérogatives et ne comprenant pas toujours les motivations et l'intérêt immédiat du classement, seront difficiles à convaincre. Mais d'autres facteurs plus favorables

existent qui permettent une meilleure participation des populations à la gestion des ressources naturelles.

Loi sur le domaine national, communautés rurales et gestion des ressources forestières en particulier dans la zone aride du Sénégal

L'organisation des communautés rurales et la gestion des terres

La réforme administrative et territoriale a été le corollaire de la loi sur le domaine national. L'unité de base est la *communauté rurale*; elle introduit une certaine responsabilité des populations dans la gestion de leurs affaires et en particulier dans la répartition et la mise en valeur des terres. L'émanation de la communauté rurale est le Conseil rural qui délibère et peut prendre des décisions intéressant l'ensemble des formations du domaine national (attribution des terres, désaffectations, accueil des projets, etc.).

Une réglementation spéciale exorbitante est appliquée néanmoins au domaine forestier, bien qu'il soit partie intégrante du domaine national. Les communautés rurales peuvent cependant formuler des vœux et proposer des interventions dans le domaine forestier; d'une façon générale celles-ci n'ont eu de chance de suivi qu'avec des opérations d'ordre forestier.

Les possibilités d'une meilleure participation des populations dans le cadre actuel

La responsabilité donnée aux communautés rurales est un excellent facteur de départ favorable à la gestion des ressources naturelles et en particulier à la mise en valeur des ressources forestières. Comme elle entraîne le devoir et le droit de protection des terres des communautés contre leur utilisation anarchique par les membres de la communauté ou des étrangers, elle a des chances de limiter l'«erraticisme» agraire; la limitation des cultures itinérantes devrait à long terme entraîner de plus grands investissements dans le terroir agricole.

Par ailleurs la mise en place de la réforme rurale me paraît particulièrement significative dans les zones pastorales du Sénégal. Il est certain qu'elle devra amener une forte évolution des pratiques dans l'utilisation des pâturages; en effet le nomadisme pastoral, absolument libre actuellement, ne pourra certainement plus être toléré.

Il s'ensuit que les communautés auront à coeur de mieux utiliser des réserves beaucoup plus limitées que par le passé. De même, il est certain que la protection contre les feux sera plus ressentie comme une urgente nécessité. Il n'est pas interdit

de penser aussi qu'une telle évolution intéressera certainement la protection de certains groupements arborés, notamment les régénérations de gommiers.

Il est permis d'espérer qu'une bonne application de la loi sur le domaine national, par une plus grande affirmation de la responsabilité des populations sur le devenir de leurs terres, renforcera les investissements fonciers régénérant les «formations champêtres», les plantations communautaires, etc.

C'est par ce biais que l'on espère relancer les actions communautaires de reboisement associant les populations aux activités d'améliorations forestières et pastorales.

Le service forestier sénégalais envisagera alors la création de véritables forêts communautaires, soustraites au domaine forestier national ou établies sur des terres non agricoles mises en valeur par le reboisement.

Dans les parties plus arides, l'on avantagera des plantations communautaires de gommiers par exemple, des plantations de réserves fourragères dans les terres voisines des campements.

Conclusion

Les paysages agraires sénégalais ont été très profondément marqués par l'attachement traditionnel des populations à leurs terres. L'arbre, fortement intégré dans l'organisation foncière et dans l'économie en zone sahélienne, a semblé être de plus en plus délaissé devant l'effacement des anciens systèmes fonciers.

La loi sur le domaine national et l'avènement des communautés rurales devraient favoriser une meilleure organisation foncière et de plus importants investissements en travail pour l'amélioration foncière et des paysages.

Les services de l'État doivent savoir exploiter cette situation et une bonne vulgarisation pour promouvoir davantage l'intégration de l'arbre dans les activités rurales actuelles.

Résumé des commentaires et discussions

• M. Poulsen demande quel est le régime de propriété des arbres poussant en dehors du domaine forestier classé, et produisant du fourrage, des aliments, etc. M. Sène indique que ce régime est variable selon les régions. Ainsi, en ce qui concerne *Acacia albida* ou *Cordyla pinnata*, une fois les récoltes enlevées, n'importe qui peut utiliser les produits de ces arbres, par exemple y amener son bétail pour brouter le feuillage ou consommer les pousses. Par contre, le ronier, par exemple dans le Cayor ou en Casamance, est considéré comme appartenant à celui qui cultive la terre.

- M. Ogirigi indique qu'au Nigeria les populations étaient en général d'accord pour la constitution des réserves forestières, mais que par la suite il s'est élevé des conflits. M. Sène dit qu'au Sénégal également il y a conflit dans certaines régions (exemples : Sénégal oriental, Casamance) entre agriculture et forêt, et que les forestiers sont amenés à reconsidérer les réserves constituées antérieurement.

- Le nouveau cadre législatif et foncier tendra à favoriser une fixation de l'agriculture, du fait d'une attribution plus ordonnée et plus permanente des terres à l'intérieur de chaque communauté rurale.

- En ce qui concerne la zone sylvo-pastorale, la nouvelle législation et la création de communautés rurales auront pour effet de réduire ou supprimer la transhumance, qui sera d'ailleurs moins nécessaire par suite de la diminution de l'incidence des feux de brousse qui devrait en résulter. Il est cependant souhaitable d'avoir des communautés rurales suffisamment étendues pour comprendre une large gamme de types de végétation.

- Un des problèmes qui se poseront sera celui de la transhumance vers les zones sylvo-pastorales du Sénégal de troupeaux mauritaniens.

Le rôle des arbres et arbustes dans les pâturages sahéliens

H.N. Le Houérou¹

Les arbres et les arbustes jouent un rôle multiple et essentiel dans l'équilibre et l'exploitation par l'homme et ses animaux des écosystèmes sahéliens. Les contributions principales des espèces ligneuses à «la vie dans le Sahel» sont les suivantes :

- apport de protéines, vitamines et minéraux indispensables à l'équilibre alimentaire des animaux domestiques, donc à la vie des troupeaux, au cours des 8 à 10 mois de saison sèche annuelle et leur survie en cas de disette;
- production de bois de feu et de charbon de bois qui constituent plus de 90 % de la consommation énergétique de la population sahélienne;
- fourniture de bois de construction et de clôture;
- manufacture d'outils et ustensiles divers;
- production de fibres et de produits d'alimentation humaine;
- produits de tannage, médicaux, colorants et autres;
- fourniture d'ombrage et fonction écran;
- protection des sols contre l'érosion hydrique et éolienne;
- accroissement de la fertilité des sols et de leur productivité, maintien de l'équilibre à long terme des écosystèmes sahéliens.

Cependant, les arbres et arbustes sont gravement menacés au Sahel en raison de la conjonction d'un certain nombre de phénomènes à la fois naturels et anthropogènes :

- sécheresses périodiques;
- accroissement rapide des populations humaines et animales d'où surexploitation;
- tendance générale à la sédentarisation des populations humaine et animale se traduisant par une surexploitation continue;

1. Directeur de Recherches, Centre international pour l'élevage en Afrique (CIPEA), B.P. 5689, Addis-Abeba (Éthiopie).

- défrichements dus à l'extension des superficies cultivées.

Sur le plan strictement pastoral, et en l'absence de compléments, il est nécessaire que les fourrages ligneux constituent plus de 20 % de la ration alimentaire des troupeaux, et il serait souhaitable qu'ils en représentent au moins 30 %. Ces besoins alimentaires correspondent à des densités de 100 à 600 individus ligneux à l'hectare, soit un couvert de 5 à 25 %, suivant la pluviosité moyenne annuelle (100–600 mm). Une bonne gestion des écosystèmes pastoraux sahéliens se caractérise donc par des actions visant à maintenir cet équilibre entre : les ligneux et le tapis herbacé; les arbres et les arbustes; les diverses espèces ligneuses (en fonction de la topographie et du sol); les différentes classes d'âge à l'intérieur de chaque population spécifique.

Les plantations de ligneux à caractère fourrager constituent une sérieuse possibilité d'amélioration de la fertilité des sols en particulier des jachères et des pâturages dégradés. Ces techniques maintenant bien développées dans les zones arides méditerranéennes ont jusqu'à présent fait l'objet de très peu de recherches et d'expérimentation au Sahel. Un effort de recherche et d'expérimentation devrait donc être consenti dans les domaines suivants : gestion et exploitation des peuplements naturels; établissement, gestion et exploitation de plantations d'essences spontanées et exotiques et leur intégration dans les systèmes pastoraux (cet effort est rendu nécessaire par le coût élevé des reboisements donc la nécessité de les réussir).

Il ne fait en effet aucun doute que la réhabilitation et la gestion rationnelle des savanes sahéliennes impliquent une triple action prioritaire et interdépendante :

- création de points d'eau;
- assistance sanitaire;
- reboisement.

Les principales formations végétales du Sahel

Le Sahel est compris ici comme la bande de territoire situé immédiatement au sud du Sahara entre les isohyètes de 100 à 600 mm. Cette bande s'étend sur une longueur de 6 000 km d'ouest en est, de l'Atlantique à la Mer Rouge, et une largeur moyenne de 450 km du nord au sud, à partir de la limite méridionale du Sahara, entre une ligne : Nouakchott — Agadés — Khartoum, au nord, et une ligne : Dakar — Niamey — N' Djamena — Djibouti, au sud. La plupart des écologistes et des climatologues s'accordent maintenant sur cette définition.

Cette vaste zone se subdivise en trois sous-zones en fonction du degré d'aridité, de la végétation et de la nature de l'utilisation des terres; soit, par ordre d'aridité décroissante :

- sous-zone saharo-sahélienne : 100–200 mm;
- sous-zone sahélienne type : 300–400 mm;
- sous-zone soudano-sahélienne : 400–600 mm.

Les principaux types de végétation rencontrés sont les suivants :

1) Les steppes formées de graminées vivaces (*Panicum turgidum*, *Lasiurus hirsutus*, *Cymbopogon proximus*, *Aristida*, *Stipagrostis*) et pratiquement dépourvues de ligneux en dehors du réseau hydrographique, qui caractérisent ici la zone saharo-sahélienne.

2) Les savanes herbeuses, dépourvues de ligneux et présentes sur des surfaces limitées; elles sont généralement d'origine édaphique (cuirasses, dépressions inondables, etc.).

3) Les savanes arbustives caractérisent les zones les plus sèches et les jachères; elles sont constituées d'un tapis graminéen annuel avec un couvert variable (1–20 %) d'arbustes de 0,5 à 2,5 m de haut.

4) Les savanes mixtes comprennent, outre leur tapis graminéen, des arbres et des arbustes avec des densités et des recouvrements variables.

5) Les savanes arborées ou savanes-parcs sont constituées par l'association d'arbres isolés (karité, néré, doum, ronier, *Acacia tortilis*, *A. albida*) à un tapis graminéen. Elles résultent souvent de défrichements culturaux.

6) Les savanes boisées se caractérisent par un couvert arbustif ou arboré supérieur à 50 % associé à un couvert graminéen généralement vivace (*Andropogon gayanus*); c'est essentiellement une formation soudanienne.

Comme on le voit, les arbres et les arbustes sont presque toujours présents, sinon dominants, dans les écosystèmes pâturés sahéliens.

Abréviations utilisées dans la communication

Cell. B.	– Cellulose brute
E.N.A.	– Extractif non azoté
ETP	– Évapotranspiration potentielle
Ins. HCl	– Insoluble à l'acide chlorhydrique
kcal	– Kilocalorie
M.A.B.	– Matières azotées brutes
M.A.D.	– Matières azotées digestibles
M.G.	– Matière grasse
MJ	– Mégajoule
M.M.	– Matières minérales
M.S.	– Matière sèche
U.B.T.	– Unité de bétail tropical (correspondant à un bovin de 250 kg à l'entretien)
U.F.	– Unité fourragère (correspondant à la valeur énergétique d'un kg d'orge)

Les espèces fourragères ligneuses

Généralités

La définition d'une espèce fourragère ligneuse est souvent délicate et complexe pour de nombreuses raisons tenant notamment au stade phénologique de la plante, à la saison, aux habitudes alimentaires des animaux, à la composition des troupeaux (espèces et âges), à la pression pastorale, à l'équilibre entre l'« offre » et la « demande », à l'abondance relative de l'espèce envisagée, etc.

C'est pourquoi on trouve des indications assez souvent contradictoires en matières d'appétibilité (ou de palatabilité) entre les auteurs et parfois entre les diverses publications d'un même auteur.

On peut, en première approximation, classer les espèces ligneuses en trois catégories :

- 1) celles qui sont toujours consommées par les diverses espèces de ruminants domestiques;
- 2) celles qui ne sont jamais consommées;
- 3) celles qui sont plus ou moins consommées selon les circonstances.

Les espèces des deux premières catégories sont assez peu nombreuses (20 à 30 espèces dans chaque catégorie).

L'immense majorité des espèces ligneuses appartient à la troisième catégorie : celles qui sont plus ou moins consommées selon les circonstances. Par ailleurs, il faut remarquer que la valeur bromatologique est totalement indépendante de l'appétibilité et des quantités consommées. Certaines espèces très riches en matières azotées digestibles telles que *Boscia senegalensis* sont à peu près délaissées tandis que d'autres, beaucoup plus pauvres, telles que *Combretum aculeatum*, *Grewia bicolor*, *G. tenax*, sont recherchées avec avidité. D'autres espèces, bien que montrant une composition bromatologique favorable, sont totalement délaissées du bétail, ou même toxiques, tel *Calotropis procera*.

Dans la liste qui va suivre, nous avons divisé les espèces ligneuses fourragères en deux catégories : principales et secondaires.

Les espèces principales sont celles qui, de l'avis de la majorité des auteurs, sont recherchées du bétail et qui contribuent de façon significative à l'alimentation des troupeaux, au moins en saison sèche.

Les espèces secondaires, beaucoup plus nombreuses, sont celles qui sont plus ou moins consommées selon les circonstances.

Dans la liste ci-dessous, les espèces sont données par ordre alphabétique de familles et de genres à l'intérieur des deux catégories ci-dessus.

Liste des espèces

ANACARDIACEAE

Espèces secondaires

Lannea acida, *L. humilis* sont des espèces plutôt soudanaises qu'on trouve au Sahel dans les dépressions et les endroits suralimentés en eau, de façon générale. Les feuilles et les jeunes rameaux sont consommés par les bovins, ovins et caprins. La teneur en protéines brutes est moyenne à bonne (8 à 12 % sur la matière sèche).

Sclerocarya birrea est également une espèce d'affinité soudanaise présente sur les sols sableux de la zone soudano-sahélienne. Les fruits sont consommés par les bovins, ovins et caprins et aussi par les hommes, les éléphants et le grand Koudou. La fermentation des fruits dans l'estomac provoque parfois des états d'ivresse, signalés en particulier chez les éléphants. Les feuilles ont une teneur correcte de 6 à 12 % en M.A.B. mais sont relativement riches en phosphore (0,2 % sur la M.S.).

ASCLEPIADACEAE

Espèces secondaires

Leptadenia pyrotechnica est une espèce éphémère subsaharienne des sols dunaires, plus ou moins consommée par les dromadaires et les chèvres, à peine « touchée » par les moutons et totalement méprisée des bovins. *L. hastata* est une espèce sarmenteuse, grimpante, principalement consommée par les équins dans la zone soudano-sahélienne; elle est à peu près ignorée des ruminants.

BURSERACEAE

Espèces secondaires

Commiphora africana : Les *Commiphora* ont un large spectre écologique depuis la zone saharienne

jusqu'à la zone soudanaise, où ils se développent sur les sols sableux ou squelettiques. Leur intérêt fourrager est limité par le fait que ces espèces perdent leurs feuilles dès la fin de la saison des pluies et ne les recouvrent que peu de temps avant l'hivernage. Les *Commiphora* sont fortement mis à contribution par les chameaux et les chèvres au début de la saison des pluies. La teneur en protéines brutes et en phosphore est moyenne à bonne, 8–14 % et 0,15–0,18 % de la M.S. respectivement, avec un rapport Ca/P relativement acceptable de 5 à 6.

CAPPARIDACEAE

La famille des capparidacées comprend un certain nombre d'espèces africaines d'un grand intérêt pastoral en raison de leur haute palatabilité et de leur extraordinaire richesse en protéines (parfois au delà de 30 % de M.A.B. sur la M.S.) qui en font presque des aliments concentrés.

Espèces principales : *Maerua crassifolia*, *Cadaba farinosa*, *C. glandulosa*, *Boscia salicifolia*, *Crataeva adansoni* (= *C. religiosa*).

Espèces secondaires : *Maerua angolensis*, *M. angustifolia*, *M. oblongifolia*, *Boscia senegalensis*, *Capparis decidua*, *C. corymbosa*, *C. tomentosa*.

Les espèces principales se caractérisent par :

- une palatabilité élevée pour l'ensemble des herbivores;
- une grande valeur bromatologique : 15 à 25 % de M.A.B. et 0,12 à 0,25 % de phosphore sur la M.S.; 5,9 à 6,9 MJ d'énergie nette², et 130 à 210 g de M.A.D. par kg de M.S. et un rapport M.A.D./U.F. de l'ordre de 160 à 230;
- des spectres bioclimatique et édaphique étendus, qui en font des espèces largement réparties géographiquement sur l'ensemble du Sahel et même au delà en Afrique orientale et méridionale aride et semi-aride.

La domestication de ces espèces, leur multiplication, leur plantation devraient être une des priorités de la recherche et de l'expérimentation pastorale au Sahel, car elles sont très mal connues du point de vue de leur biologie, de leur croissance, de leur productivité et de leurs possibilités de multiplication et d'exploitation.

Les espèces secondaires ont parfois un intérêt local. Par exemple, *Capparis decidua*, espèce subsaharienne utilisée par les chèvres et les chameaux, présente un intérêt certain en zone saharo-sahélienne en raison de son adaptation à des conditions hyper-arides. *Boscia senegalensis*, espèce généra-

2. 1 MJ=0,145 U.F.=239 kcal.

lement délaissée, peut être localement consommée en période de disette. Elle présente alors un intérêt certain en raison de sa richesse extraordinaire en M.A.B. (jusqu'à 25–35 % de la M.S.) avec des rapports M.A.D./U.F. pouvant atteindre 250 à 300 sur les feuilles, d'où l'intérêt de recherches sur son utilisation en alimentation sous forme broyée en mélange avec des ingrédients à haute valeur énergétique, mais pauvres en protéines.

COMBRETACEAE

Espèces principales

Combretum aculeatum est un arbuste plus ou moins sarmenteux largement distribué sur l'ensemble de la zone sahéenne et débordant sur la zone soudanienne. On le rencontre sur les sols les plus variés : sables, limons, cuirasses. Contrairement aux autres espèces du genre en zone sahéenne, il est recherché avec avidité par les bovins, ovins et caprins et se présente souvent de ce fait sous forme de coussinet abrouiti là où le surpâturage est intense; sa résistance à la pâture est très élevée, sa valeur bromatologique est bonne, les fruits sont particulièrement recherchés (y compris des hommes). La teneur en M.A.B. et en phosphore est de 10–12 % et 0,1–0,2 % respectivement, sur la M.S. Le taux de germination est bon (60 à 80 %), et la multiplication par semis ou par éclats de touffe, en pépinière, est aisée.

Terminalia avicennoides est une espèce d'affinité soudanienne qui se rencontre en zone soudano-sahéenne dans les stations suralimentées en eau : bord des mares, dépressions, le long du réseau hydrographique. Les jeunes feuilles et les rameaux sont consommés par les bovins, ovins et caprins. La valeur bromatologique est moyenne avec un taux de M.A.B. de 7 à 12 %; 0,10 % de P; une valeur énergétique nette de 4,2 à 5,5 MJ/kg M.S. et 60–80 g de M.A.D./kg M.S.; un rapport M.A.D./U.F. de 80 à 100.

Anogeissus letocarpus est une espèce qui se rencontre au Sahel, surtout en zone soudano-sahéenne, dans les endroits suralimentés en eau : dépressions, bords de mares, le long du réseau hydrographique, le plus souvent sur des sols plus ou moins argileux. C'est en général un petit arbre, mais il peut atteindre 25 à 30 m de haut dans le sud de son aire en zone soudano-guinéenne. Les feuilles et les jeunes rameaux sont appréciés des bovins, des ovins et des caprins et de diverses espèces d'herbivores sauvages. Leur valeur bromatologique est moyenne à médiocre : 7 à 8 % de M.A.B. et 0,09 à 0,10 % de phosphore.

Espèces secondaires

Combretum ghasalense, se développant en zone soudano-sahéenne et soudanienne, est quelque peu consommé par des animaux à l'état de jeunes feuilles. Les autres espèces de *Combretum* du Sahel : *C. glutinosum*, *C. nigricans*, *C. micranthum*, *C. molle*, etc. sont pratiquement délaissées du bétail. *Guiera senegalensis*, espèce d'affinité soudanienne, bien représentée dans la zone soudano-sahéenne où elle abonde en particulier dans les jachères et les pâturages dégradés, est peu utilisée par les animaux; les fleurs et les fruits sont volontiers consommés par les chèvres. La valeur bromatologique des jeunes feuilles, des fleurs et des fruits est moyenne à bonne : M.A.B. 10–15 %; M.A.D. 75–115 g/kg M.S.; 4,8 à 5,5 MJ/kg d'énergie nette; rapport M.A.D./U.F. : 80–150.

LEGUMINOSAE

CESALPINOIDEAE

Espèces principales

Bauhinia rufescens est un arbuste de 0,5 à 3 m de haut répandu dans l'ensemble de la zone sahéenne sur les sols les plus divers y compris les plus médiocres; il descend assez profondément en zone soudanienne. Les feuilles et les fruits sont consommés par les ruminants domestiques tout au long de l'année. La valeur bromatologique est bonne avec 10–15 % de M.A.B.; 0,15 à 0,20 % de phosphore; 6,2 à 6,9 MJ/kg M.S.; 80–100 g M.A.D./kg M.S. et un rapport M.A.D./U.F. de 80 à 100.

Tamarindus indica est une espèce plutôt soudanienne souvent plantée en zone soudano-sahéenne en raison de son ombre épaisse et persistante et de la qualité de ses fruits. La valeur bromatologique des feuilles (d'ailleurs peu appréciées des bovins) est de 5,5 à 6,9 MJ/kg M.S.; 10–25 % M.A.B.; 70–160 g M.A.D./kg M.S. et un rapport M.A.D./U.F. de 70 à 160. Les fruits sont assez pauvres en protéines (6–7 % de M.A.B.) mais riches en phosphore (0,2–0,3 %), recherchés avec avidité par les ruminants et consommés par les hommes.

Espèces secondaires

Piliostigma reticulata est une espèce soudano-sahéenne et soudanienne qui colonise souvent les jachères, principalement sur les sols sablo-limoneux. Les parties végétatives ne sont consommées qu'exceptionnellement et à l'état jeune en fin de saison sèche par les petits ruminants; par contre les gousses sont recherchées des bovins, ovins et caprins; elles mûrissent en janvier. Les jeunes feuilles ont une bonne valeur bromatologique : 6,9

MJ/kg M.S.; 90–100 g M.A.D./kg M.S. Les gousses vertes ou mûres sont assez riches en énergie mais médiocres en protéines 5,5 à 6,9 MJ/kg M.S.; 28–35 g M.A.D./kg M.S.; rapport M.A.D./U.F. : 30–35. La teneur en phosphore est bonne : 0,15–0,22 % de la M.S.

Cassia sieberiana : Les gousses de cet arbuste sont consommées par les ruminants.

Il existe un certain nombre de Cesalpinoïdeae fourragères en zone soudanienne; citons pour mémoire : *Afzelia africana*, *Isobertlinia doka*, *Danielia oliveri*, *Piliostigma thonningii*.

MIMOSOÏDEAE

Les Mimosoïdeae jouent un rôle important au Sahel, dont la formation végétale typique est souvent appelée : «savane à Mimosées», par opposition à la «savane à Combrétacées» de la zone soudano-sahélienne (Trochain, 1940). Les principaux genres sont *Faidherbia*, *Albizzia*, *Entada*, *Parkia*, *Dichrostachys*, *Prosopis* et surtout *Acacia*.

Parmi les espèces principales, il convient de retenir :

Faidherbia albida, *Acacia nilotica* var. *adansoni*, *A. nilotica* var. *tomentosa*, *A. senegal*, *A. seyal*, *A. tortilis* ssp. *tortilis*, *A. tortilis* ssp. *raddiana*, *Prosopis africana*, *P. juliflora*, *P. chilensis*.

Parmi les espèces secondaires, nous retiendrons :

Albizzia amara, *A. chevalieri*, *Parkia biglobosa*, *Antada africana*, *Dichrostachys cinerea*, *Acacia ehrenbergiana*, *A. laeta*, *A. ataxacantha*, *A. macrostachya*, *A. sieberiana*, *A. mellifera*.

Faidherbia albida : Cette espèce de position systématique douteuse jusqu'à ces dernières années se sépare nettement des *Acacia* par un nombre important de caractères morphologiques, ontologiques et cytologiques qui la font maintenant classer, plus logiquement, dans un genre monospécifique de la tribu des Ingeae (*Albizzia*, *Enterolobium*, *Pithecellobium*) assurant la transition vers la tribu des *Acaciae*, comme l'avait déjà pressenti A. Chevalier dès 1934.

Le cad est davantage une espèce soudanienne que sahélienne bien qu'il remonte jusqu'au Sahara (et au delà) le long des cours d'eau là où existe une nappe phréatique ou un inféoflux. On le trouve surtout entre les isohyètes 500 et 800 mm aussi bien en Afrique de l'Ouest qu'en Afrique orientale ou méridionale.

Les botanistes se perdent encore en conjectures et spéculations sur la physiologie aberrante de cette curieuse espèce, qui, contrairement à toutes les autres espèces caducifoliées, perd son feuillage à la saison des pluies mais le garde pendant toute la saison sèche.

Le système agro-pastoral établi par plusieurs

civilisations paysannes africaines (parfois indépendamment) basé sur la culture du mil et l'exploitation du cad a été analysé par de nombreux auteurs (Charreau et Vidal, 1965; Giffard, 1964; etc.); son effet sur la biologie et la fertilité des sols a également été étudié en détail.

Les fruits font l'objet d'un commerce dans les pays sahéliens pour l'entretien, la production de lait familiale et l'engraissement : vaches laitières, moutons de case et animaux de prestige.

Sur le plan pastoral, c'est un excellent fourrage. Les feuilles ont une valeur fourragère de 6,2 à 6,9 MJ d'énergie nette par kg de M.S., avec 120–140 g M.A.D./kg M.S., et un rapport M.A.D./U.F. de l'ordre de 130–160; la teneur en phosphore est bonne à excellent : de 0,12 à 0,20 %. Les gousses sont un peu moins riches mais ont encore une très bonne valeur fourragère : 5,5 à 6,2 MJ/kg; rapport M.A.D./U.F. : 90–100.

La production par arbre est de l'ordre de 10 kg de M.S. de gousses ou 10 kg de M.S. de feuilles.

Acacia tortilis, contrairement à *Faidherbia*, est un arbre sahélien et saharien distribué dans une grande partie du Sahara et des déserts du Proche-Orient. Au Sahel, il descend parfois jusqu'à l'isohyète de 400 mm; mais on le rencontre le plus souvent là où la pluviosité n'exède pas 200–300 mm. En cela, il relaye parfaitement le cad.

On distingue deux sous-espèces et des formes intermédiaires : jeunes rameaux et fruits glabres : ssp. *raddiana*; jeunes rameaux et fruits pubescents : ssp. *tortilis*.

Les feuilles et les gousses sont consommées par les ruminants domestiques et sauvages; leur valeur bromatologique est très bonne :

Feuilles : M.A.B. 14–18 %; P : 0,15–0,18 %;

Énergie nette : 5,552–6,212 MJ/kg M.S.;
11–12 % M.A.D.; M.A.D./U.F. : 120–140.

Gousses : M.A.B. 14–18 %; P : 0,20–0,28 %;

Énergie nette : 4,141–5,522 MJ/kg M.S.;
9,8–14,1 % M.A.D.; M.A.D./U.F. :
118–160.

Acacia nilotica var. *adansoni* et var. *tomentosa* : Le gonakié est un bel arbre des sols argileux humides croissant au bord des rivières, des mares et des dépressions humides; il peut atteindre 20 m de haut et se rencontre dans toute l'Afrique tropicale aride à subhumide. Les feuilles sont appréciées par les chameaux et les petits ruminants, mais les gousses, riches en tanins, sont délaissées et récoltées pour le tannage des cuirs. La var. *arabica* introduite de l'Inde et du Pakistan possède des gousses palatables qu'elle produit en grandes quantités. Cette variété est parfois plantée comme arbre fourrager notamment en Inde, en Somalie et au Soudan.

La var. *tomentosa* se caractérise par ses gousses

lomentacées, très étranglées; elle est encore plus hygrophile que la var. *adansoni*; les deux variétés ont sensiblement la même valeur bromatologique et la même palatabilité. Les feuilles ont une énergie nette de 7,0 à 7,5 MJ/kg M.S.; 7,0 à 8,0 % de M.A.D. et un rapport M.A.D./U.F. voisin de 70. La teneur en phosphore est satisfaisante : 0,12 à 0,18 %. La composition bromatologique des gousses sèches est très voisine de celle des feuilles.

Acacia senegal (*A. verec*) et son proche parent *A. laeta* sont des espèces typiquement sahéliennes dont l'optimum écologique se trouve dans les terrains sableux ou squelettiques entre les isohyètes de 200 à 500 mm tant en Afrique occidentale qu'orientale. C'est un petit arbre de 2 à 5 m de haut, souvent émondé, là où on ne cueille pas la gomme arabique.

La valeur bromatologique des feuilles est bonne : Énergie nette 6,8 à 7,5 MJ/kg M.S.; M.A.B. 15–20 %; M.A.D. 10–13 %; P : 0,12–0,15 %; rapport M.A.D./U.F. : 125 à 160.

Les gousses sont un peu plus pauvres en énergie nette : 4,0 à 5,0 MJ/kg M.S., mais plus riches en protéine : 20 % M.A.B. et 15 % M.A.D. avec un rapport M.A.D./U.F. de 200 à 230 et une teneur satisfaisante en phosphore 0,12–0,14 %.

Acacia seyal est un petit arbre sud-sahélien de 5 à 10 m, se développant sur les sols limoneux à argileux temporairement gorgés d'eau à la saison des pluies; on le rencontre principalement entre les isohyètes 400 et 800 mm.

Les feuilles et les fruits sont recherchés par les bovins, ovins, caprins et camélidés, et, parmi les animaux sauvages, la girafe et l'éléphant.

Les branches sont souvent émondées, surtout par les chevriers, pour mettre les feuilles et les fruits à la portée des petits ruminants. La valeur bromatologique des feuilles et des fruits est très bonne : Énergie nette : 6 à 7 MJ/kg M.S.; M.A.B. 11–15 % pour les feuilles et 15 à 24 % pour les fruits : M.A.D. 8,0 à 12,0 % pour les feuilles et 13,0 à 15,0 % pour les fruits; rapport M.A.D./U.F. : 100–120 pour les feuilles et 150–230 pour les fruits; teneur en phosphore élevée : 0,15–0,27 % pour les feuilles et 0,35–0,38 % pour les fruits.

Prosopis africana est essentiellement une espèce soudanienne et soudano-guinéenne; elle remonte dans la zone soudano-sahélienne sur les cuirasses ferrugineuses et les sols ferralitiques. C'est un arbre de taille moyenne de 7 à 15 m de haut. Les feuilles sont consommées par les petits ruminants. La valeur fourragère des feuilles et des gousses est comparable à celle des *Acacia*.

Prosopis chilensis et *P. dulcis* (= *P. juliflora*) : De nombreuses populations de ces espèces très hétérogènes ont été introduites dans les pays sahé-

liens, où elles s'adaptent en général assez bien. Ces espèces sont originaires des zones arides américaines : sud des États-Unis, Mexique, Chili, Pérou, Argentine, etc. et s'adaptent bien aux zones arides de l'Ancien Monde : Afrique du Nord, Afrique tropicale, Proche-Orient, Inde, Pakistan.

Le feuillage est recherché des ovins, des asiens, des camélidés et des caprins et accepté par les bovins (sauf certaines populations dont les feuilles sont particulièrement riches en tanins).

Les gousses sont recherchées par tous les animaux y compris l'homme.

Valeur bromatologique :

Feuilles : Énergie nette : 5,9 MJ/kg M.S.; M.A.B. 12–15 % (M.S.); M.A.D. 9–11 % (M.S.); P : 0,12–0,14 %; M.A.D./U.F. : 105–129.

Gousses : Énergie nette : 5,3–7,2 MJ/kg M.S.; M.A.B. 8,0–13,0 %; M.A.D. 4,0–8,0 %; P : 0,12–0,18 %; M.A.D./U.F. : 115–240.

Espèces secondaires

Les *Acacia* sahéliens (*A. ehrenbergiana*, *A. mellifera*, *A. nubica*, *A. laeta*) ont sensiblement la même valeur bromatologique que les espèces principales mais sont nettement moins appréciés. Il en est de même des *Acacia* soudano-sahéliens (*A. ataxacantha*, *A. polyacantha*, *A. macrostachya*, *A. sieberiana*).

Les *Albizzia* (*A. chevalieri*, *A. amara*, *A. zygia*) ont surtout une affinité soudanienne et jouent un rôle tout à fait mineur au Sahel; leur valeur bromatologique est comparable à celle des *Acacia* : M.A.B. 10–30 %; Cell. B. 15–25 %; E.N.A. 40–60 %; M.G. 1,0–4,0 %; M.M. 4,0–8,0 %; P : 0,15–0,30 %.

Dichrostachya cinerea, peu abondant au Sahel (contrairement aux zones arides d'Afrique orientale), est recherché des animaux pour son feuillage dont la valeur alimentaire est similaire à celui des *Acacia* : M.A.B. 15–20 %; M.G. 1,0–3,0 %; Cell. B. 20–30 %; E.N.A. 40–55 %; P : 0,12–0,18 %.

PAPILIONOIDEAE

Espèces principales

Pterocarpus lucens et *P. erinaceus* : *P. lucens* est une espèce soudano-sahélienne qui pénètre au Sahel sur les sols à asphyxie temporaire; il constitue une des espèces clés de la brousse tigrée. *P. erinaceus* est une espèce strictement soudanienne et ne pénètre guère du Sahel.

Les feuilles et les jeunes fruits des deux espèces sont recherchés du bétail et les feuilles sèches tombées à terre sont consommées par les bovins, ovins et caprins. Les feuilles font parfois même l'objet d'un commerce fourrager local pour l'entre-

tien des moutons de case (Niono, Mali). La valeur bromatologique est très bonne et sensiblement identique pour les deux espèces : Énergie nette : 4,8–6,3 MJ/kg M.S.; M.A.B. 14–20 %; M.A.D. 10–15 %; M.A.D./U.F. : 135–200; P : 0,07–0,26 %.

Espèces secondaires

Dalbergia melanoxylon : Cette espèce d'affinité soudanienne pénètre au Sahel sur les sols humides; elle est plus ou moins consommée par le bétail. *D. sissoo*, espèce indienne, utilisée avec succès dans certains reboisements au Sahel, a une réputation de bonne fourragère.

Quelques espèces de papilionacées, généralement chaméphytes (arbrisseaux), sont signalées çà et là comme espèces occasionnellement fourragères, notamment dans les genres : *Indigofera*, *Tephrosia*, *Crotalaria*, *Sesbania* et *Aeschynomene*, qui sont, dans l'ensemble, ignorés du bétail. Citons parmi les exceptions :

Indigofera arenaria, *I. senegalensis*, *I. bracteola*, *I. lepreurii*, *I. priureana*; *Tephrosia purpurea*, *T. quartiniana*, *T. linearis*, *T. bracteolata*, *T. obcordata*; *Aeschynomene crassicaulis*, *A. indica*, *A. pfundii*; *Crotalaria podocarpa*, *C. atrorubens*, *C. barkae*, *C. macrocalyx*; *Sesbania leptocarpa*, *S. pachycarpa*, *S. sesban*.

RHAMNACEAE

Espèces principales

Ziziphus mauritiana, espèce typiquement sahélienne, est largement représentée dans la zone; c'est normalement un arbre moyen de 10 à 15 m de haut mais le plus souvent réduit à l'état d'arbuste multicaulé de 1 à 3 m de haut en raison de la surexploitation dont il est l'objet.

Les feuilles et les fruits sont consommés par les chameaux et les petits ruminants et, à un moindre degré, par les bovins. Les fruits sont recherchés par les hommes et les petits ruminants.

Valeur bromatologique :

Feuilles : Énergie nette : 6,9–7,5 MJ/kg M.S.; M.A.B. 12–20 %; Cell. B. 10–20 %; M.G. 2–5 %; E.N.A. 50–60 %; P : 0,12–0,21 %.

Fruits : M.A.B. 8–10 %; Cell. B. 15–20 %; M.G. 3–5 %; E.N.A. 60–70 %; P : 0,10–0,12 %.

Espèces secondaires

Les autres espèces de jujubiers, quoique de valeur alimentaire comparable à *Z. mauritiana*, jouent un rôle beaucoup moins important au Sahel en raison de leur relative rareté. Ce sont *Z. jujuba*, *Z. pseudo-jujuba*, *Z. spina-christi*, *Z. mucronata*, *Z. nummularia*. Les trois premières espèces produisent des fruits comestibles et utilisés par l'homme.

La plupart de ces espèces se retrouvent en Afrique orientale et certaines au Proche-Orient et jusqu'en Inde. Le genre *Ziziphus* se trouve également en Amérique du Sud où certaines espèces sont considérées bonnes fourragères. Certaines espèces sont parfois plantées au Sahel et dans les oasis du Sahara, principalement pour leurs fruits : *Z. jujuba*, *Z. pseudo-jujuba*, *Z. spina-christi*.

RUBIACEAE

Espèces principales

Feretia apodanthera (= *F. canthioides*) est un arbuste buissonnant de 2 à 3 m de haut, généralement localisé dans les dépressions limoneuses ou argileuses suralimentées en eau, et à engorgement temporaire.

Les feuilles vertes ou sèches sont appréciées des ruminants domestiques, quoique leur valeur soit moyenne à faible : Énergie nette : 6,0–7,0 MJ/kg M.S.; M.A.B. 7–8 %; M.A.D. 3–5 %; M.A.D./U.F. : 35–50; P : 0,05–0,10 %.

Mitragyna inermis est un arbuste d'affinité soudano-guinéenne qui pénètre au Sahel le long des cours d'eau, au bord des mares et dans les zones inondables. Les feuilles et les jeunes rameaux sont recherchés par les petits ruminants et, à un moindre degré, par les bovins. La valeur fourragère est bonne : Énergie nette : 5,5–7,5 MJ/kg M.S.; M.A.B. 15–20 %; M.A.D. 10–12 %; M.A.D./U.F. : 125–145; P : 0,11–0,18 %.

SALVADORACEAE

Espèces principales

Salvadora persica est un arbuste d'affinité saharienne, phréatophile, halophile et souvent plus ou moins crassulescent. Il descend rarement au-dessous de l'isohyète de 200 mm au Sahel sauf sur les terres franchement salées; il en est de même en Afrique de l'Est, en Afrique du Nord, au Proche- et Moyen-Orient.

Les feuilles, les rameaux, les fleurs et les fruits sont recherchés avec avidité par tous les ruminants, sans doute en raison de leur richesse en eau et en éléments minéraux (60–70 % d'eau; 15–36 % d'éléments minéraux). La valeur bromatologique est bonne : Énergie nette : 4,0–5,0 MJ/kg M.S.; M.A.B. 10–17 %; M.A.D. 8–13 %; Cell. B. 10–15 %; E.N.A. 35–45 %; M.A.D./U.F. : 100–200; P : 0,08–0,12 %; M.M. 15–36 % (Ca, Mg, K, Na).

SIMAROUBACEAE

Espèces principales

Balanites aegyptiaca est un petit arbre de 5 à 7 m de haut souvent réduit à l'état de buisson abrouiti,

parfois classé dans la famille des Zygophyllacées. C'est une des espèces les plus caractéristiques du Sahel dans son ensemble. Il ne descend guère en zone soudanienne mais pénètre jusqu'au Sahara central le long du réseau hydrographique. Il colonise tous les types de sols et toutes les situations topographiques. Sa multiplication est favorisée par l'action des hommes et des animaux; il est toujours plus abondant autour des villages, surtout des villages abandonnés. Il est également commun dans les zones arides de l'Afrique de l'Est où il a d'ailleurs des congénères (*B. orbicularis*, *B. glabra*).

Les feuilles (caduques dès janvier au Sahel), les rameaux assimilateurs et les fruits sont recherchés par les ruminants domestiques. L'arbre est souvent émondé. L'amande du fruit contient 40 % d'huile alimentaire qui après extraction laisse un tourteau de qualité presque aussi bonne que le tourteau d'arachide, avec 50 % de protéines et 36 % de glucides. Les fruits et l'écorce contiennent une saponoside hydrosoluble ichtyotoxique.

Valeur bromatologique :

Feuilles et rameaux verts : Énergie nette : 4,9–7,8 MJ/kg M.S.; M.A.B. 7,0–40,0 %; M.A.D. 3,5–28,0 %; M.A.D./U.F. : 39–236; M.M. 8–17 %; E.N.A. 10–30 %; P : 0,12 %.

Fruits (pulpe + épiderme) : Énergie nette : 7,0–8,0 MJ/kg M.S.; M.A.B. 10,0–12,0 %; M.A.D. 7,0–8,0 %; M.A.D./U.F. : 60–70; M.M. 8,0 % (Mg : 1,4; K : 3,7; Ca/P : 1,4).

TILIACEAE

Espèces principales

Les tiliacées fourragères sahéliennes appartiennent au genre *Grewia* : *G. bicolor*, *G. flavescens*, *G. mollis*, *G. villosa*, *G. tenax*; ce sont des arbustes des zones arides pantropicales. *G. tenax* est particulièrement résistant à la sécheresse et pénètre jusqu'au coeur du Sahara. Les feuilles et les rameaux sont consommés par les ruminants domestiques soit à l'état vert soit desséchés. La valeur bromatologique est sensiblement la même dans les cinq espèces; elle est moyenne à bonne : Énergie nette : 5,5–6,0 MJ/kg M.S.; M.A.B. 6,0–16,0 %; M.A.D. 4,0–11,0 %; M.A.D./U.F. : 40–160; P : 0,08–0,30 %; M.M. 8,0–15,0 %.

ULMACEAE

Espèces principales

Celtis integrifolia est une espèce soudano-sahélienne et soudanienne que l'on rencontre sous des pluviosités supérieures à 400 mm tant en Afrique

occidentale qu'orientale, comme son congénère méditerranéen *C. australis*; c'est une bonne fourragère dont le feuillage et les jeunes rameaux sont consommés par le bétail. La composition bromatologique est moyenne à bonne : Cell. B. 7,88 % M.S.; M.G. 4,8 %; M.A.B. 11,2 %; M.M. 25,8 %; Ins. HCl : 11,9 %; P : 0,22 %; Ca : 4,1 %.

Espèces secondaires appartenant à diverses familles

ARECAEAE

Hyphaene thebaica : Les jeunes feuilles de doum sont consommées par le bétail y compris les bovins. La valeur bromatologique des jeunes feuilles est satisfaisante; celle des feuilles adultes est médiocre :

Jeunes feuilles : Énergie nette : 4,3 MJ/kg M.S.; M.A.B. 92, %; M.A.D. 5,2 %; M.A.D./U.F. : 8,0; M.M. 5,8 %; Ins. HCl : 0,9; Cell. B. 33,5 %.

Feuilles adultes : Énergie nette : 4,8 MJ/kg M.S.; M.A.B. 6,1 %; M.A.D. 3,4 %; M.A.D./U.F. : 4,9; M.M. 11,5 %; Ins. HCl : 7,3; Cell. B. 28,5 %.

BIGNONIACEAE

Stereospermum kunthianum : Le feuillage de cet arbuste soudano-sahélien est consommé selon les uns et délaissé selon les autres. Sa valeur bromatologique est médiocre.

BOMBACACEAE

Adansonia digitata : Les feuilles du baobab sont modérément appréciées par le bétail, mais la pulpe du fruit, très riche en vitamine C, est consommée par l'homme et de nombreux animaux dont le singe. La valeur bromatologique est moyenne :

Feuilles : M.A.B. 10–16 % M.S.; Cell. B. 10–15 % M.S.; M.G. 1,8–3,5 % M.S.; E.N.A. 57,5 % M.S.; M.M. 7,8 % M.S.; P : 0,4 % M.S.; Ca : 1,0 % M.S.

Pulpe : M.A.B. 2,6–7,1 % M.S.; Cell. B. 15–17 % M.S.; M.G. 0,3–0,9 % M.S.; E.N.A. 40 % M.S.; Carot. 83 ppm M.S.; P : 0,15 % M.S.; Ac. Ascorb. 322 ppm M.S.

Bombax costatum est une espèce soudanienne qui pénètre en zone soudano-sahélienne. Seules les fleurs tombées à terre (assez abondantes) sont consommées par le bétail. La composition bromatologique en est moyenne mais faible en protéines : M.A.B. 3,8 % M.S.; M.G. 0,9 %; Cell. B. 22,4 %; E.N.A. 64,3 %; M.M. 8,6 %; Ca : 1,59 %; P : 0,13 %; M.A.D. 1,9 %.

BORRAGINACEAE

Cordia sinensis (= *C. rothii* = *C. gharaf*) est un arbuste des dépressions argileuses à engorgement temporaire, de répartition typiquement sahélienne en Afrique de l'Ouest; on le retrouve en Afrique orientale, en Arabie et jusqu'en Inde.

Les feuilles sont consommées par le bétail surtout au début de la saison sèche; les fruits sont consommés par l'homme. La composition bromatologique est satisfaisante : Énergie nette : 6,0 MJ/kg M.S.; M.A.B. 10,8 % M.S.; M.A.D. 6,8 % M.S.; M.A.D./U.F. : 77; Cell.B. 17,6 % M.S.; M.M. 16,0 %; Ins. Hcl : 4,9 %; P : 0,12 %; K : 2,5 %; Mg : 0,4 %.

EUPHORBACEAE

Hymenocardia acida : Le feuillage de cet arbuste sahélien est modérément consommé par le bétail; sa valeur bromatologique est moyenne à bonne : M.A.B. 13,5 % M.S.; M.A.D. 9,4 % M.S.; Cell. B. 19,1 % M.S.; M.G. 4,2 % M.S.; E.N.A. 59,3 % M.S.; M.M. 3,9 % M.S.; P : 0,24 % M.S.; Ca : 0,28 % M.S.

MELIACEAE

Khaya senegalensis est une espèce typiquement soudanienne qui pénètre en zone soudano-sahélienne dans les dépressions humides. C'est un bel arbre de 25 à 30 m de haut; son feuillage est récolté par émondage et commercialisé dans les villes soudanienne (Mali, Niger, Haute-Volta, Nigeria). La valeur bromatologique du feuillage du caïcedrat est bonne : M.A.B. 8–22 % M.S.; Cell. B. 15–30 %; M.G. 2,4–4,3 %; E.N.A. 52–53 %; M.M. 6,5–7,0 %; P : 0,16 %; Ca : 1,23 %; Mg : 0,25 %; K : 1,45 %.

STERCULIACEAE

Sterculia setigera : On a parfois signalé la consommation des jeunes feuilles ou des feuilles séchées et tombées à terre de cet arbre sahélo-soudanien. Le fait semble assez peu courant et la valeur bromatologique de ce matériel est d'ailleurs médiocre. On a également signalé quelques fois la consommation d'une celastracée sahélo-soudanienne *Maytenus senegalensis* dont la valeur bromatologique est également médiocre.

Espèces ligneuses sahéliennes les plus communes habituellement délaissées (non consommées) des animaux domestiques

Adenium obesum, *Annona senegalensis*, *Bridelia ferruginea* (Soud.), *Burkea africana*, *Calotropis*

procera, *Cissus* spp., *Cocculus pendulus*, *Combretum glutinosum*, *C. micranthum*, *C. molle*, *C. nigricans*, *Crossopterix febrifuga* (Soud.), *Detarium microcarpum* (Soud.), *Diospyros mespiliformis*, *Erythrina senegalensis*, *Euphorbia balsamifera*, *Ficus* spp., *Heeria insignis*, *Mimosa pigra*, *Mitracarpus scaber* (Soud.), *Pergularia tomentosa*, *Securinega virosa*, *Sterculia setigera*, *Tapianthus* spp., *Vitex* spp., *Ximenia americana*.

La production des espèces fourragères ligneuses

Il y a malheureusement peu de données sur la production fourragère des espèces ligneuses au Sahel. Ce manque d'information tient à plusieurs causes. L'une des principales est la difficulté du sujet qui nécessite de nombreuses observations tout au long du cycle annuel de développement et de laborieuses mesures permettant de déterminer pour chaque espèce les corrélations entre la production et des caractères aisément mesurables tels que hauteur, circonférence du tronc, diamètre de la couronne, biovolume, etc. Ces observations de base n'ont été effectuées que pour un petit nombre d'espèces dans le cadre des recherches de l'ORSTOM à Fété Olé au Sénégal, du CIPEA et du PPS à Niono au Mali.

Les recherches effectuées à Fété Olé ont montré que la production dépend dans une large mesure des conditions climatiques, de la pluviosité annuelle en particulier. Cependant il semble que cette variabilité soit moins élevée que celle du tapis herbacé.

Dans le cas de Fété Olé³, la phytomasse aérienne est de l'ordre de 2 000 kg/ha de M.S. avec un accroissement annuel de 123 kg de M.S. de bois et d'écorce, soit 6,1 % (4,5–9,0 %).

La production théoriquement consommable (feuilles, fruits), dans les mêmes conditions, est de l'ordre de 120 kg M.S./ha/an soit, de nouveau, 6 % de la phytomasse aérienne.

Il est certain que ces chiffres représentent plutôt les conditions de la zone saharo-sahélienne que celles du Sahel dans son ensemble, surtout en raison du fait qu'ils ont été obtenus pendant la période de grande sécheresse 1970–1974.

A Niono, en zone soudano-sahélienne (550 mm) du Mali, avec des densités de 200 à 600 ligneux à l'hectare et un recouvrement⁴ de 15 à 30 %, la production de feuilles et de fruits est de l'ordre de 800 kg/ha pour un peuplement ouvert d'*Acacia*

3. Pluviosité moyenne à long terme : 300 mm. Pluviosité pendant la période de référence : 214 mm.

4. Recouvrement : projection verticale des couronnes en pourcent de la surface du terrain.

seyal, et jusqu'à 2 600 kg pour un peuplement relativement dense de *Pterocarpus lucens* (chiffres déduits des travaux de Hiernaux et al., 1978).

La moyenne doit se situer autour de 1 000 kg, alors que la production du tapis herbacé est de l'ordre de 2 500 kg/ha. Compte tenu du fait que les mesures ont été faites sur des sites protégés, plus boisés que la moyenne de la zone, on peut estimer la production moyenne de la zone soudano-sahélienne à 600 kg/ha et celle de la zone sahélienne typique à 300 kg. En résumé, nous pouvons estimer les productions fourragères ligneuses aux valeurs suivantes :

Zone saharo-sahélienne : 150 kg M.S./ha/an
Zone sahélienne s.s. : 300 kg M.S./ha/an
Zone soudano-sahélienne : 600 kg M.S./ha/an

Pour l'ensemble du Sahel, la production annuelle de fourrage ligneux semble donc être de l'ordre de 300 à 400 kg/ha, soit 45 à 60 kg de protéines brutes par hectare. Comme les besoins d'entretien et de déplacement des animaux sont de l'ordre de 1 g de protéines brutes par kg de poids vif et par jour, soit 250 g/U.B.T./j, les besoins par U.B.T. au cours de la saison sèche sont donc de $275 \text{ j} \times 250 \text{ g} = 68,7 \text{ kg}$ de M.A.B. Si on admet un coefficient d'utilisation de 30 % des fourrages ligneux (parfois peu accessibles), on obtient une production consommable de l'ordre de 13 à 18 kg M.A.B./ha/an, soit une charge théorique d'une U.B.T. pour 3,7 à 5,2 hectares soit 4,5 ha/U.B.T./an en moyenne. On estime que les besoins protéiques des animaux sont couverts par le tapis herbacé au cours de la saison pluvieuse et le début de la saison différée (90 jours). Cette charge théorique correspond aussi à celle du tapis herbacé en matière d'énergie : 80 journées de pâture ou 4,5 ha/U.B.T./an (Boudet, 1975). Mais le tapis herbacé, comprenant seulement 1 à 3 % de protéine brute en saison sèche, c'est-à-dire 0 % de protéine digestible, ne peut permettre la survie des animaux à lui seul. La consommation de saison sèche étant de l'ordre de 1 700 kg par U.B.T. ($6,25 \text{ kg} \times 275 \text{ j}$), elle est donc complétée par 68 kg de protéine brute, soit 4 % de M.A.B. dans la ration ou encore 30 % de fourrage ligneux, exprimé en M.S. Une U.B.T. absorbe donc théoriquement 1 190 kg de fourrage herbacé et 510 kg de fourrage ligneux de novembre à juillet. Ces chiffres ne sont pas de simples spéculations; ils ont été confirmés expérimentalement sur bovins fistulés au Sénégal (Blancou et al., 1977). D'après ces études expérimentales, la consommation moyenne de ligneux est de 25 % au cours de la saison sèche; elle croît de 5 à 45 % du début à la fin de la saison sèche.

Exactement le même raisonnement peut être suivi pour ce qui concerne le phosphore et le

carotène; ces deux substances sont également déficientes dans les pailles disponibles au cours de la saison sèche, mais existent en quantités suffisantes dans les fourrages ligneux. Les besoins quotidiens des animaux sont de 10 mg de carotène ou 5 000 U.I. de vitamine A et 7 500 mg de phosphore par U.B.T.⁵. La teneur en phosphore des pailles des graminées sahéliennes en cours de saison sèche varie de 0,02 à 0,10 %; on peut l'estimer à 0,06 % en moyenne; alors que les besoins d'entretien des animaux correspondent à une teneur de 0,12 %. La teneur de ces pailles en carotène est évidemment nulle, mais les animaux peuvent stocker la vitamine A dans le foie pour une période de plusieurs semaines.

Pour équilibrer sa ration, l'U.B.T. doit absorber 2 kg de fourrage ligneux à 0,25 % de phosphore et 4,2 kg de fourrage herbacé à 0,06 %.

On a peu de données précises sur la teneur en carotène des fourrages ligneux sahéliens. Néanmoins une expérimentation effectuée sur des troupeaux bovins par Granier (1977) au Niger a montré qu'un troupeau maintenu sur pâturage exclusivement herbacé pendant toute la saison sèche montrait des symptômes de graves carences en vitamine A, allant jusqu'à la cécité, et ne pouvait être maintenu à ce régime, tandis que le troupeau témoin à régime mixte herbacé et ligneux ne présentait pas ces symptômes.

Biologie — multiplication — exploitation

Quelques essais de multiplication effectués à Niono au Mali dans le cadre du programme du CIPEA (Hiernaux et al., 1978, 1979) ont donné, sous traitement à l'eau bouillante, les taux de germination suivants : *Combretum aculeatum* (78), *Acacia seyal* (78), *A. albida* (60), *Sclerocarya birrea* (53), *Bauhinia rufescens* (30), *Ziziphus mauritiana* (32), *Pterocarpus lucens* (0).

Des essais de multiplication en sacs de polyéthylène en pépinière et de transplantation sur le terrain au début de la saison des pluies ont été exécutés, et comparés avec des semis directs. Les résultats ne sont pas encore disponibles.

Divers essais d'exploitation ont été réalisés et sont en cours dans le cadre des mêmes recherches : modes et rythmes d'exploitation, effet de l'émondage, du recépage.

Les résultats préliminaires sur *Combretum aculeatum* et *Cadaba farinosa* montrent clairement que :

- la production est d'autant plus basse que le rythme d'exploitation est plus rapide;

5. 1,6 mg de carotène (\approx 800 U.I. de vitamine A) et 1,2 g de phosphore par kg de M.S.

Tableau 1. Essais de bouturage pour différentes espèces.

	Pourcentage de reprises en pépinière			
	Boutures d'apex	Boutures aoûtées	Boutures de talons	Éclats de souches
<i>Combretum aculeatum</i>	0	0	0	34
<i>Acacia seyal</i>	0	3	0	35
<i>A. albida</i>	0	0	0	63
<i>Sclerocarya birrea</i>	0	0	0	—
<i>Bauhinia rufescens</i>	0	0	0	26
<i>Pterocarpus lucens</i>	0	0	0	21
<i>Ziziphus mauritiana</i>	0	0	0	20
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0	0	3	62
<i>Cadaba farinosa</i>	0	0	0	—
<i>Grewia bicolor</i>	0	12	19	60
<i>Boscia angustifolia</i>	0	11	5	60

- une exploitation totale a un effet dépressif marqué sur les rendements par rapport à une exploitation partielle;

- la richesse en protéines est inversement proportionnelle à la fréquence d'exploitation.

Par ailleurs, les essais tendent à montrer que l'émondage et le recépage sont susceptibles de prolonger considérablement la période d'exploitation vers la seconde moitié de la saison sèche, en particulier pour *Pterocarpus lucens*. La période où le recépage et l'émondage interviennent joue un rôle considérable sur la production totale et le report de la production vers la seconde moitié de la saison sèche. L'émondage de saison différée (octobre—janvier) exerce une action plus favorable que l'émondage de saison sèche chaude (mars—avril), le recépage produirait l'effet inverse.

Dans tous les cas l'émondage permet une production plus élevée que le recépage. Les résultats sont moins nets sur *Acacia seyal* bien que l'émondage de saison différée semble également plus favorable à la production et surtout au prolongement de celle-ci. Les résultats sur *Acacia albida* sont par contre très nets : l'émondage est supérieur à la coupe des grosses branches, et les interventions de saison différée supérieures à celles de saison chaude.

Évolution du peuplement ligneux sahélien et ses conséquences à moyen terme

Les études de surveillance continue sur le Sahel montrent toutes une régression importante de la strate ligneuse depuis une vingtaine d'années par la conjonction de deux phénomènes : sécheresse prolongée et surexploitation.

Par la comparaison de couvertures aériennes prises à une vingtaines d'années d'intervalle on a

pu mettre en évidence de façon péremptoire un recul indéniable et important du couvert ligneux, en particulier au Tchad : 32 % et au Mali : 22 % entre 1952—1954 et 1974—1975.

Ces résultats sont confirmés par l'observation au sol. Les études sur le terrain dans l'ensemble du Sahel montrent en effet une mortalité moyenne de 40 à 50 % dans le couvert ligneux au cours des sécheresses de 1970 à 1973. Sur certaines zones limitées la mortalité a été quasi totale.

Les recherches effectuées par l'ORSTOM à Fété Olé indiquent que la strate ligneuse, après une mortalité moyenne de 20 % en 1970—1973, pourra probablement se régénérer en une dizaine d'années dans des conditions de protection totale (Bille, 1978). Mais il n'en va pas du tout de même dans les conditions habituelles d'exploitation du Sahel. En effet, là où la mortalité ligneuse a atteint 50 %, l'étude démographique des peuplements démontre qu'il faudrait 30 ans de protection totale pour ramener les peuplements au niveau de production d'avant 1970 (Bille, 1978). Ceci montre clairement que la surexploitation est plus néfaste que la sécheresse.

Il semble bien que, dans les conditions habituelles d'exploitation, la régénération ait été extrêmement faible dans l'ensemble, après la sécheresse (encore qu'il y ait des différences assez importantes selon les lieux et les espèces considérées).

L'absence ou la faiblesse de la régénération a trois causes principales :

- 1) Un grand nombre d'arbres ont été coupés, émondés, dans des conditions très mauvaises, pour mettre le feuillage à portée des animaux pendant la sécheresse. De nombreux arbres n'y ont pas survécu, surtout parce que les coupes ont été la plupart du temps totales et mal faites blessant les branches et les troncs.

2) Les semis et les jeunes sujets ont été détruits par les animaux affamés.

3) Un certain nombre d'individus appartenant à des espèces situées en limite de leur aire vers l'aridité sont morts de mort naturelle, de sécheresse, parfois par peuplements entiers, ce qui a compromis toute possibilité de régénération.

Les conséquences, à moyen terme, de cet état de fait sont d'une importance extrême. En effet, si au cours des cent prochaines années, il y a trois sécheresses exceptionnelles, comme ce fut le cas au cours du siècle passé, il est fort à craindre que le couvert ligneux au Sahel sera réduit à très peu de chose d'ici une cinquantaine d'années (à moins que la régénération ne soit assurée entre temps par une bonne gestion).

En l'absence d'une telle régénération, le Sahel deviendrait inexploitable par les troupeaux en dehors de la saison des pluies, sauf par l'apport d'aliments concentrés et/ou d'urée et de minéraux pour pallier l'absence des ligneux. C'est évidemment une solution tout à fait possible techniquement; elle est d'ailleurs utilisée dans des zones arides similaires (en Australie centrale et septentrionale par exemple). Cependant cette solution n'est pas économiquement viable dans les conditions socio-économiques actuelles du Sahel. Le prix de la viande et le taux d'exploitation des troupeaux sont tels au Sahel que pratiquement aucun investissement n'est économiquement faisable (bien qu'il y ait ici des nuances d'un pays à l'autre) : on ne voit en effet pas comment, avec les prix actuels de la viande et des concentrés, on pourrait économiquement alimenter ainsi des animaux pendant 8 ou 9 mois par an.

La destruction du couvert ligneux conduirait donc, selon toute vraisemblance, à une impasse dans l'industrie de l'élevage, principale ressource du Sahel et ceci, très probablement, avant l'année 2030.

L'ombrage, la fonction écran

Le rôle écran des ligneux au Sahel est important à plus d'un titre et concerne à la fois le sol, le tapis herbacé, les animaux et l'homme lui-même.

La fonction écran réduit l'évapotranspiration potentielle au niveau du tapis herbacé dans des proportions de 50 à 70 % (chiffres obtenus dans des conditions voisines de celles du Sahel, au Botswana).

Du point de vue de l'élevage, ce fait a deux conséquences très importantes et mesurables : la production herbacée est plus élevée sous les ligneux et le tapis herbacé reste vert 3 à 4 semaines plus longtemps au début de la saison sèche.

La production herbacée est en moyenne deux fois plus élevée sous les ligneux par rapport aux conditions de plein soleil.

A Fété Olé, la production primaire nette aérienne était de 1 600 et 800 kg M.S./ha/an, respectivement (Bille, 1978). De même à Niono, la biomasse maximum en fin de saison des pluies est de 4 000 et 2 000 kg, respectivement (Boudet et Leclercq, 1970; Hiernaux et al., 1978). Dans ce dernier cas on a affaire à un groupement héliophile de *Schoenefeldia gracilis* et un groupement sciophile de *Pennisetum pedicellatum* et *Setaria pallide-fusca*. Si on ajoute à cette production herbacée celle de la strate ligneuse, on obtient une production primaire nette aérienne de 330 g/m²/an à Fété Olé et 1 200 g/m²/an à Niono soit un efficacité photosynthétique⁶ de 0,3 et 1,4 % à Fété Olé et 1 et 4,5 % à Niono.

Cette efficacité photosynthétique 4,5 fois plus élevée sous les ligneux résulte de plusieurs causes :

1) Meilleure économie de l'eau au niveau du tapis herbacé par suite de la réduction de l'ETP;

2) Enrichissement du sol en matière organique par suite de l'incorporation de la litière, minéralisation plus lente de la matière organique en raison de la température plus basse à la surface du sol;

3) Meilleure structure du sol donc plus grande perméabilité et réserves en eau plus importantes, ruissellement réduit;

4) Plus grande richesse du sol en éléments géobiogènes (Ca, K, Mg, P, S, N) par suite de l'accumulation relative de matière organique;

5) La mobilisation de l'azote est également 4 fois plus élevée à l'ombre qu'au soleil (1,3 g/m² contre 0,33 g/m² à Fété Olé).

Ces relations ont été quantifiées dans le cas du système agro-pastoral à *Acacia albida* et mil, (Charreau et Vidal, 1965).

Enfin l'ombre est bénéfique aux animaux qui peuvent s'y reposer aux heures les plus chaudes et par conséquent réduire leur dépense en énergie de thermorégulation ainsi que leur consommation d'eau. Malheureusement ces faits n'ont pas encore été quantifiés à ma connaissance. C'est certainement un sujet de recherches intéressant pour les physiologistes des ruminants.

Autres usages

Je n'envisagerai pas ici le rôle énergétique des ligneux au Sahel; les forestiers sont certainement plus qualifiés que moi pour le faire. De même je

6. Rayonnement global ≈ 180 kcal/cm²/an. Rayonnement incident ≈ 90 kcal/cm²/an. 1 g M.S. $\approx 5,0$ kcal. PPN \approx Biomasse aérienne maximale + 25 %.

laisserai aux ethnobotanistes le soin de traiter des usages variés des espèces ligneuses (alimentation humaine, pharmacopée, artisanat, construction, etc.).

Vers une gestion écologique des écosystèmes sahéliens

Nous avons vu qu'il est nécessaire, pour des raisons diététiques et économiques, que les fourrages ligneux représentent 20 à 25 % de la ration des animaux (30 % pendant la saison sèche, 5 % pendant la saison pluvieuse).

Comment assurer cet équilibre? Autrement dit comment assurer une saine gestion, sur le principe du rendement soutenu? Un tel objectif postule un ensemble d'actions coordonnées à divers niveaux.

Au niveau de la conception, il est évidemment nécessaire d'avoir une philosophie, des objectifs, une stratégie et des moyens pour appliquer la stratégie choisie; cela implique une politique dynamique de l'élevage y compris la stratification, la commercialisation, donc une politique des prix favorisant les produits de qualité, etc.

Au niveau technique, sur le terrain, le problème est théoriquement très simple : il suffit d'adapter la charge des pâturages à la productivité à long terme des écosystèmes. Cela revient en pratique à contrôler la charge en hommes et en animaux, à utiliser des techniques simples telles que le pâturage différé, la mise en défens périodique, l'adaptation du régime d'abreuvement à la densité et à la saisonnalité des points d'eau. Cela implique bien entendu un émondage rationnel des ligneux, un prélèvement sélectif du bois de feu sur les espèces non fourragères, etc.

Une telle gestion suppose bien entendu des choix et des décisions quotidiennes donc la notion de responsabilité. Or, la situation actuelle au Sahel se caractérise par une irresponsabilité généralisée au niveau de la gestion des ressources (pâturage, eau). En effet, l'eau et le pâturage sont des ressources communes, publiques, tandis que les animaux sont propriété privée, individuelle, chaque individu a donc avantage à maximiser immédiatement son exploitation des ressources sans se préoccuper de ce qui adviendra à terme. Bien entendu, le résultat d'un tel état de choses est le pillage des ressources, c'est-à-dire de la collectivité au bénéfice immédiat de l'individu.

Il est bien évident qu'un système rationnel, quel qu'il soit, ne saurait être appliqué sans cette notion de responsabilité en matière de gestion (qu'il s'agisse d'individus ou de groupes). L'exercice de telles responsabilités implique des réformes fondamentales sur le plan foncier en matière de tenure et d'usufruit des terres et de l'eau.

De tels systèmes ont jadis existé au Sahel sur des bases collectives, mais avec des populations humaines et animales beaucoup moins nombreuses; ils avaient abouti à un équilibre plus ou moins stable entre les ressources et leur exploitation. Cet équilibre, qui n'était certes pas idéal sur le plan de la productivité, est aujourd'hui gravement compromis par une surexploitation effrénée. Si des réformes sociopolitiques profondes ne sont pas mises en oeuvre sans tarder pour permettre une gestion rationnelle des écosystèmes sahéliens, il est évident que le Sahel court à une crise très grave menaçant sa principale ressource actuelle.

Résumé des commentaires et discussions

- L'exposé de M. Le Houérou fait ressortir avec beaucoup de netteté, données chiffrées à l'appui, le rôle fondamental des végétaux ligneux dans l'économie pastorale sahélienne. Il faut en retenir que *sans végétation ligneuse, l'élevage en zone sahélienne serait impossible* (dans les conditions socio-économiques actuelles) *par suite des carences en protéines, phosphore et carotène qu'entraînerait à la saison sèche une alimentation uniquement composée de graminées sèches sur pied.*

- Le rôle fourrager des diverses espèces ligneuses est d'ailleurs assez difficile à évaluer, notamment du fait que leur palatabilité est variable selon l'espèce animale considérée, et selon les régions et l'époque de l'année. Sur quelque 120 espèces d'arbres et d'arbustes sahéliens, 28 sont toujours consommées, 35 toujours refusées, et une soixantaine tantôt consommées tantôt refusées.

- Les Capparidacées (*Maerua*, *Cadaba*, *Boscia*, *Crataeva*) apparaissent comme étant de loin les meilleures espèces fourragères dans le Sahel, étant très appréciées et très riches en protéines.

- Parmi les légumineuses, qui sont également de très bonnes espèces fourragères, *Pterocarpus lucens* est particulièrement intéressant du fait que son émondage, pratiqué à l'époque voulue, permet d'obtenir une production de feuillage vert jusque dans la seconde moitié de la saison sèche.

- Pour enrichir les pâturages sahéliens en fourrages ligneux, il faut donner la priorité aux espèces indigènes plutôt qu'aux espèces exotiques, du fait qu'elles sont susceptibles de se régénérer spontanément.

- Les recherches à entreprendre sur les fourrages ligneux concernent principalement les aspects suivants : biologie, croissance, régénération.

- M. Poulsen indique qu'en Inde on récolte le fourrage ligneux non au moment où le bétail est affamé, mais à l'époque où la valeur fourragère est plus élevée. M. Le Houérou pense que ce principe

peut très bien s'appliquer dans le Sahel, par exemple à *Pterocarpus lucens*.

- A propos de la fonction écran des végétaux ligneux, M. Charfi signale qu'en Tunisie on a constaté dans certains cas que les brise-vent provoquaient non une réduction, mais au contraire une augmentation de l'ETP. M. Dancette indique qu'à Bambey les expériences effectuées avec les brise-vent avaient montré une réduction de 18 à 32 % de l'ETP. Avec un peuplement d'*Acacia albida* on avait une réduction moyenne de l'ETP de 5 % par rapport à des champs nus.

- M. Sène souligne l'intérêt fourrager de certaines espèces exotiques, telles que *Prosopis*, *Leucaena*, *Pithecellobium*. M. Ferlin signale qu'au Brésil un certain nombre d'espèces des zones arides du Nord-Est font actuellement l'objet de recherches et d'essais; il sera sans doute possible d'en obtenir des semences pour des essais au Sénégal. Ces zones arides du «Nordeste» présentent des pluviométries annuelles moyennes de 250 à 500 mm, avec une irrégularité plus grande que dans le Sahel; par contre, l'humidité atmosphérique y est plus élevée.

Le rôle des arbres dans les systèmes agraires des régions semi-arides tropicales d'Afrique de l'Ouest

C. Charreau¹

Dans les régions semi-arides tropicales d'Afrique de l'Ouest, l'arbre joue un rôle essentiel dans la vie des populations rurales et les systèmes agraires traditionnels. Les rôles multiples de l'arbre dans l'alimentation humaine et animale, la fourniture de bois d'oeuvre et de bois de chauffage, la pharmacopée, le microclimat sont connus et exposés dans d'autres communications. C'est un autre aspect, plus complexe, moins connu et plus controversé, mais tout aussi important, qui retiendra ici l'attention : le rôle de l'arbre dans le maintien et la restauration de la fertilité des sols et son influence sur les rendements des cultures.

L'étude comporte deux parties :

- l'arbre en rotation avec les cultures,
- l'arbre en association avec les cultures.

Dans la première partie, sont d'abord comparées les influences respectives des grands types de végétation (forêts, jachères herbacées de courte durée et cultures) sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols de la zone. Il ressort de toutes les études faites dans ce domaine que la déforestation entraîne inévitablement une détérioration, parfois très importante, de l'ensemble des propriétés du sol. Les jachères herbacées de courte durée, composées surtout de graminées et légumineuses annuelles, se distinguent assez peu, à cet égard, des plantes cultivées et exploitent, comme elles, les horizons superficiels du sol.

Les systèmes traditionnels anciens de culture itinérante ou semi-itinérante, fondés sur l'alternance de longues périodes de jachères à caractère forestier et de courtes périodes de culture, se justifiaient donc parfaitement et permettaient de maintenir un équilibre satisfaisant du point de vue

de la fertilité des sols. Grâce à son enracinement profond permettant d'exploiter des horizons du sol normalement inaccessibles aux plantes herbacées, à une production primaire nette plus importante que celle des végétations de type herbacé, aux chutes annuelles de feuilles, fruits, brindilles enrichissant de préférence les horizons superficiels aux dépens des horizons profonds, à la protection très efficace du couvert forestier et au rôle de la litière sur la biologie des horizons superficiels, la jachère forestière jouait un rôle irremplaçable dans la restauration de la fertilité des sols.

Sous l'influence d'une pression démographique sans cesse accrue, de l'introduction et du développement des cultures de rente, de la substitution d'une économie d'échanges monétaires à une économie de subsistance, les systèmes traditionnels anciens ont été bouleversés et la jachère forestière à pratiquement disparu. Elle a été remplacée, habituellement, par des jachères herbacées de courte durée dont l'influence sur le maintien et la restauration de la fertilité des sols est loin d'équivaloir à celle de la jachère forestière. Étant donné l'apport généralement très insuffisant d'engrais minéraux et organiques dans ces nouveaux systèmes, le maintien de la fertilité n'est plus assuré et on assiste, dans bien des cas, à une baisse du potentiel productif. Les systèmes actuels dits traditionnels ne sont en fait qu'une copie altérée des anciens systèmes et, contrairement à ces derniers, ne représentent pas des systèmes en équilibre. La jachère herbacée de courte durée est elle-même en voie de régression et a déjà disparu dans un certain nombre de régions.

Puisque le recours à la jachère forestière est devenu impraticable dans la plupart des cas, est-il possible de conserver, dans une certaine mesure, l'influence bénéfique de l'arbre sur les sols en l'associant, dans les champs de culture, aux plantes cultivées et quel bénéfice peut-on attendre, pour les cultures, de cette association? Telle est la question qui est examinée dans la seconde partie.

1. Représentant régional, Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides en Afrique de l'Ouest, 28, rue El Hadj A.A. Ndoye, B.P. 3340, Dakar (Sénégal).

Cette association était courante dans les systèmes traditionnels anciens et a survécu dans les systèmes actuels. Mentionnons, à ce sujet, les travaux du géographe Péliissier, qui distingue trois types de «parcs» : résiduel, sélectionné et construit. Des illustrations de ces différents types de parc sont fournies.

Le cas exemplaire du parc construit à *Acacia albida* est analysé : influence sur le microclimat, action bénéfique sur la fertilité du sol, augmentations de rendement des cultures de mils et arachides au voisinage de l'arbre, contribution importante à la nourriture du bétail. On peut comprendre ainsi comment, sur des terroirs ingrats, certaines ethnies ont pu, grâce au parc à *Acacia albida* et à la présence d'un troupeau important, maintenir et élever la fertilité de leurs sols et subvenir aux besoins d'une population importante.

Avec les ressources offertes par la technologie moderne : engrais, pesticides, nouvelles variétés, moyens mécaniques pour travailler le sol, etc., ce type d'association arbres-cultures se justifie-t-il encore, doit-il être encouragé et sous quelles formes?

De même que pour les associations de cultures entre elles, les associations arbres-cultures trouvent leur justification dans une meilleure utilisation possible des ressources de l'environnement : lumière, eau, éléments minéraux.

Les types de végétations associées — arbres et cultures — étant fortement contrastés (parties végétatives et enracinement), on peut même s'attendre à une interaction potentielle plus importante que pour l'association de cultures entre elles. Celles-ci, lorsque les combinaisons sont judicieusement choisies, enregistrent des augmentations de rendement pouvant aller de 20 à 90 %, sans nécessiter d'investissement de la part du paysan.

Ceci amène à considérer une autre justification, d'ordre économique celle-là. Les ressources de la technologie moderne sont souvent coûteuses et peu de paysans, actuellement, peuvent envisager d'y faire un recours généralisé et important. Il serait donc illogique de ne pas étudier sérieusement les possibilités d'exploiter plus systématiquement les ressources qui ont, elles, l'avantage d'être gratuites. L'association arbres-cultures représente sans doute une des plus importantes de ces ressources.

La plupart des agronomes admettaient l'intérêt des cultures associées pour les systèmes traditionnels en culture manuelle et à faible niveaux d'intrants, surtout en raison de la diminution des risques et de la meilleure répartition des temps de travaux découlant de ces systèmes. Beaucoup, par contre, ne voyaient pas l'intérêt de l'association de cultures dans le cadre de systèmes modernisés faisant appel à la mécanisation (culture attelée ou

motorisée) et à l'utilisation d'engrais et de pesticides. Cette opinion est en train d'évoluer, car des preuves expérimentales ont été fournies que l'association de cultures pouvait également se montrer bénéfique dans le cadre de ces systèmes modernisés et ne représentait pas, obligatoirement, un obstacle irréductible à l'exécution mécanisée des opérations culturales (sauf, généralement, la récolte).

Un raisonnement semblable peut être suivi dans le cas de l'association arbres-cultures.

De même que toutes les combinaisons de cultures associées ne présenteront pas automatiquement — tant s'en faut! — un avantage par rapport aux cultures pures, de même toutes les combinaisons arbres-cultures seront loin de présenter le même intérêt. Dans les deux cas, il faut éliminer au maximum toute forme de compétition entre les types de végétation en présence pour ne retenir que les cas d'interactions positives, traduisant une meilleure utilisation des ressources de l'environnement.

Les corollaires en découlant pour l'utilisation rationnelle des trois principales ressources (lumière, eau et éléments minéraux) sont passés en revue ci-dessous.

En ce qui concerne la lumière, les arbres doivent ne présenter qu'un ombrage léger et réduit pendant la saison de cultures. Il est à noter qu'un ombrage léger peut favoriser le développement des cultures au lieu de l'entraver.

Pour l'eau et les éléments minéraux, il est indispensable que l'arbre pousse ses racines en profondeur et n'ait que très peu ou pas de racines superficielles.

Pour l'utilisation des ressources en eau, un problème supplémentaire se pose concernant l'influence de la végétation arborée sur le niveau piezométrique de la nappe phréatique. Une végétation arborée dense pouvant prélever d'importantes quantités d'eau en profondeur pendant la saison sèche, il importe d'étudier son influence sur le niveau de la nappe phréatique au cours de plusieurs années consécutives. C'est là un point crucial pour les zones semi-arides, en particulier pour les peuplements d'*Acacia albida*.

Pour atteindre ces objectifs, il est possible de faire jouer séparément ou simultanément plusieurs facteurs : choix des essences, techniques de plantation ou régénération, techniques de taille et émondage, travaux d'entretien pour éliminer les racines superficielles, densité de peuplement, disposition spatiale.

Concernant le premier point, il conviendrait d'accorder autant d'attention à l'exploitation des essences locales qu'à l'introduction d'essences exotiques. Les essences locales présentent en effet l'avantage d'être parfaitement adaptées au milieu et

des preuves ont été fournies que, lorsque des soins suffisants étaient accordés à leur plantation et à leur entretien, elles pouvaient rivaliser, dans bien des cas, avec les essences exotiques, en ce qui concerne le rythme de croissance et la production. Parmi celles-ci, *Acacia albida* présente un intérêt exceptionnel à bien des points de vue et est encore loin d'occuper la place qui devrait être la sienne dans les systèmes agraires de la zone semi-aride. On constate même, bien souvent, que la régénération de cette essence n'est plus encouragée. Son principal défaut étant une croissance trop lente, une attention particulière devrait être portée à l'étude de la variabilité génétique de l'espèce et à l'identification de sujets à croissance plus rapide. Une espèce exotique, originaire de l'Inde, *Prosopis cineraria*, semble présenter beaucoup des avantages d'*Acacia albida* et est utilisée par les paysans indiens d'une manière similaire à celle dont certaines ethnies africaines utilisent *Acacia albida*. Elle paraît présenter, par rapport à cette dernière, l'avantage supplémentaire d'avoir une croissance plus rapide.

Concernant le dernier point, la disposition spatiale, on notera que ce facteur joue un double rôle dans l'association arbres-cultures. Comme les autres facteurs, il intervient dans l'utilisation des ressources de l'environnement, en particulier pour le microclimat, mais il intervient aussi, sur le plan pratique, pour faciliter la réalisation des opérations culturales mécanisées. Un compromis doit être recherché dans ce domaine, entre deux notions plus ou moins contradictoires. Si, pour favoriser l'effet sur les sols et les cultures, on peut être amené à rechercher un taux d'occupation important et une répartition spatiale homogène, par contre pour faciliter la réalisation des opérations culturales mécanisées, on est tenté de restreindre le taux d'occupation de l'arbre et d'adopter des dispositions géométriques : plantations en ligne brise-vent dans les régions les plus arides ou en courbes de niveau dans celles plus humides où l'érosion hydrique est à craindre.

De toute façon, si l'arbre n'a pas de racines superficielles, l'obstacle qu'il constitue pour les opérations en culture attelée ne doit pas être surestimé.

L'association arbres-pâturage herbacé ne paraît pas présenter de difficultés particulières et se rencontre couramment en zone semi-aride. On doit tendre en fait à une association plus complète : arbres-élevage-agriculture, dont certains systèmes traditionnels nous fournissent d'excellentes démonstrations.

C'est aussi sur la base d'un effort multidisciplinaire concerté entre agronome, éleveur et forestier que doivent s'effectuer les recherches précédemment mentionnées.

Deux voies principales sont à utiliser : celles des enquêtes approfondies sur des terroirs-tests bien caractérisés et celle de l'expérimentation dans le cadre de villages. Des tentatives ont été faites dans ce sens, dans le cadre d'études d'aménagement de territoire (cas des unités expérimentales du Sine Saloum au Sénégal, par exemple) mais elles ont été souvent incomplètes et inspirées par des considérations plus ou moins étrangères aux préoccupations développées dans cette étude.

Un vaste champ d'action s'offre donc aux chercheurs et de nouvelles études en ce sens devraient être fortement encouragées.

Résumé des commentaires et discussions

- Les principaux points soulignés par M. Charreau dans son exposé sont les suivants :

- nette infériorité de la jachère herbacée par rapport à la jachère forestière en ce qui concerne la restauration de la fertilité des sols;
- intérêt considérable d'*Acacia albida*, qui représente un type parfait d'association arbres-cultures, le seul défaut de cette essence étant la lenteur de sa croissance.

- M. Poulsen remarque que la seule autre espèce susceptible d'être associée aux cultures agricoles qui ait un enracinement pivotant, sans racines latérales concurrençant la culture, est *Prosopis cineraria*. M. Diguera estime que l'on peut également ranger dans cette catégorie *Acacia senegal*; il indique par ailleurs qu'au Tchad les peuplements d'*Acacia albida* sont généralement très âgés, et qu'il n'y a pas de régénération. Cette absence de régénération d'*Acacia albida* est un fait signalé dans tous les pays et toutes les régions.

- M. Hamel estime que la principale cause d'échec des plantations d'*Acacia albida* réalisées à ce jour réside dans le manque d'intérêt des paysans. Les techniques de plantation et de semis direct sont bien au point. Il remarque que les autres essences pouvant être associées aux cultures agricoles présentent toutes des inconvénients plus ou moins marqués, à l'exception sans doute du baobab et également du ronier. La plupart des espèces ligneuses hébergent des nématodes, et il peut en résulter des problèmes sérieux pour les cultures.

- A propos de *Cordyla pinnata*, M. Hamel estime qu'il n'y a pas de problèmes de germination ni d'élevage des plants, mais ceux-ci sèchent après la mise en place. Par la suite, cependant, il apparaît des rejets, et il semble que ce soit là un comportement normal de cette essence, et qu'au bout de quelques années on doive obtenir un enracinement vigoureux et une croissance satisfaisante des parties aériennes.

- M. Ogigirigi demande si *Acacia albida* ne risque pas de prélever trop d'eau dans le sous-sol, et de faire baisser le niveau des nappes phréatiques et compromettre les ressources en eau. M. Charreau pense en effet qu'il faut une certaine prudence, et qu'il serait souhaitable de mieux connaître le régime des nappes phréatiques.

- Pour conclure, M. Sène souligne que les

plantations d'*Acacia albida* posent surtout le problème du suivi, et du maintien de l'intérêt des populations, en raison de la lenteur de croissance initiale de cette essence. Il faut par ailleurs faire en sorte que les champs ne soient pas banalisés et empêcher que les produits d'*Acacia albida* soient à la disposition de n'importe qui après la saison des pluies lorsque les récoltes ont été enlevées.

L'arbre dans les paysages agraires de l'Afrique noire

P. Pélissier¹

Du Sahel à la Forêt, les paysages agraires d'Afrique noire allient partout l'arbre au champ. L'espace déforesté pour les cultures porte des peuplements arborés dont la composition, la densité, le mode d'utilisation sont chargés de signification. Contrairement à l'attente de l'agronome, les surfaces les plus déboisées ne sont qu'exceptionnellement les plus continûment cultivées. Contrairement aux présomptions du forestier, les peuplements arborés les plus homogènes ne sont pas les plus marginaux par rapport au domaine des champs. Seules exceptions, outre naturellement les savanes édaphiques, le lit majeur des vallées et les bas-fonds inondables lorsqu'ils sont cultivés.

Sur terres hautes vouées à l'agriculture sous pluie, la présence d'arbres au milieu des cultures annuelles est de règle. Présence à tel point systématique qu'elle compose souvent des paysages évocateurs des campagnes méditerranéennes, Orlando Ribeiro est le premier à l'avoir souligné. Sans doute jachères et boisements secondaires sont-ils synonymes et leur composition est-elle marquée par les défrichements antérieurs. Mais nous n'évoquerons pas ici les peuplements de substitution proprement dits, qui alternent dans le temps avec les cultures. De même, à l'autre extrémité de la séquence des formations arborées, ne traiterons-nous pas des plantations et des vergers occupant le sol de manière exclusive et permanente. Seuls l'arbre commensal des cultures et les paysages de parc ainsi créés seront envisagés par cette note. Au demeurant, choix arbitraire et frontières ambiguës : les arbres qui parsèment les terroirs participent pour la plupart (mais pas tous) à la composition des jachères et dans la première étape de leur vie au moins, nombre de plantations portent des cultures.

Par sa composition et par le rôle qui lui est assigné, le peuplement arboré de l'espace agricole apparaît comme le révélateur de la stratégie que chaque société conduit à l'égard du milieu où elle est insérée. Ce ne sont donc pas seulement des besoins techniques que traduit le parc, c'est la nature de la société et son histoire, et d'une certaine manière sa structure, qu'il éclaire; au-delà des relations matérielles d'une population avec les différentes composantes de son environnement, c'est son type d'organisation qui se trouve transcrit dans le paysage.

Les terres en cours de colonisation pionnière sont paradoxalement les seules à connaître des défrichements à blanc. Souvent ignorant des ressources d'une végétation qui lui est étrangère et avant tout soucieux d'imposer au paysage une empreinte qui fonde son contrôle foncier, le pionnier est l'homme des défrichements expéditifs : il serait excessif de tenir pour un parc les vestiges disparates de la forêt qu'il a provisoirement renoncés à abattre.

Par contre, lorsque l'agriculture à longues jachères forestières est conçue comme un système, la végétation naturelle est source de produits dont la recherche déclenche la conservation et bientôt la sélection des espèces qui les fournissent. Chacune d'elles offre par ses fruits, sa sève, ses feuilles, ses racines, ou son écorce un intérêt spécifique, généralement alimentaire, pour les cultivateurs qui la respectent. Le champ est alors un périmètre piqueté d'arbres issus des associations climaciques et délibérément conservés. Dicté par la perspective du retour des défrichements aux mêmes emplacements à l'issue des périodes de jachère, ce comportement est orienté par deux types de facteurs : ceux qui relèvent de la pression démographique et ceux qui découlent du contrôle de l'espace et de ses modalités.

Longue est la liste des arbres intégrés de cette manière aux différents types de paysages agraires africains : du jujubier (*Zyziphus jujuba*) ou du

1. Professeur de géographie tropicale, Université de Paris X, 92100-Nanterre (France).

soump (*Balanites aegyptiaca*) sahéliens, au tamarinier (*Tamarindus indica*) et aux ficus (notamment *F. gnaphalocarpa*) soudaniens ou au gori (*Albizia zygia*) des savanes préforestières, les mêmes espèces se retrouvent, associées aux champs de mil ou d'igname, d'arachide ou de manioc, depuis les rivages sénégalais de l'Atlantique jusqu'à ceux de la Mer Rouge, des franges du bloc forestier libéro-ivoirien aux marges des forêts denses gabonaises ou zairoises. Mais certaines manifestent une véritable ubiquité, tandis que d'autres ne créent de peuplements que sous forme de plaques discontinues.

Le premier type de parc, le plus élémentaire, est le *parc résiduel* constitué d'espèces conservées sur les champs lors des premiers défrichements mais appelées à la longue à disparaître. Fournisseurs de produits de cueillette, en général des fruits, mais ne jouant de rôle reconnu ni dans l'alimentation ni dans l'entretien du sol, ces peuplements transitoires ne sont l'objet d'aucune forme de protoculture. Leur présence indique des défrichements récents et une faible pression démographique sur l'espace. Un bon exemple en est fourni par les beaux peuplements de *Cordyla pinnata* (le «dimbo» des Wolof, le «doura» des Bambara) dont les feuillages denses et les fûts vigoureux parsèment fréquemment les terroirs de colonisation récemment entaillés dans les forêts sud-soudaniennes, par exemple entre Saloum et Gambie. Mais une attitude plus volontariste commande l'élaboration des parcs sélectionnés véritablement intégrés à l'espace agricole.

Parmi les produits recherchés par les économies de subsistance qui ont, au long des siècles, sélectionné les paysages, une dominante : les matières grasses. Au second rang, probablement, les boissons alcoolisées. Une illustration révélatrice du processus et des motivations ayant donné naissance aux *parcs sélectionnés* est offerte, en zone soudanienne, par les peuplements de karité (*Butyrospermum parkii*) auquel néré (*Parkia biglobosa*) et tamarinier font généralement cortège.

L'aire de dispersion de l'arbre à beurre présente de curieuses anomalies. Sud-soudanien par ses exigences écologiques, tolérant les sols les plus squelettiques, particulièrement invulnérable aux feux de brousse et résistant dans les forêts sèches les plus fermées, le karité déborde fréquemment ses latitudes originelles. Surtout, son domaine zonal n'est nullement continu. Vers l'ouest, par exemple, il s'interrompt à plusieurs centaines de kilomètres de la côte, sans que l'influence climatique de l'Océan puisse être mise en cause. Au-delà de la Falémé, qui semble marquer sa frontière occidentale, la répartition des surfaces où sa présence est significative est curieusement discontinue : associée à de multiples paysages de manière assez systématique pour qu'on ait longtemps identifié campagnes

soudaniennes à savanes à karité, il fait totalement défaut, sans qu'aucune explication édaphique n'apparaisse, à la composition de parcs qui comptent parmi les plus incontestablement révélateurs de l'action de l'homme. Pourtant, à l'image des autres arbres sélectionnés par les cultivateurs, le karité tire parti des défrichements pour s'étoffer et se multiplier.

Bénéficiant du même appui, le néré et le tamarinier, ses compagnons de la brousse spontanée, sont présents dans toute la zone qui leur est climatiquement propice, avec des densités certes très inégales. Il arrive au seul karité d'être absent d'aires ethniques entières : aurait-il alors été éliminé ou bien n'aurait-il jamais été sauvegardé? Significatif est le fait que les fruits du néré ou du tamarinier sont associés à tous les régimes alimentaires. La pulpe contenue dans les gousses du néré donne une farine dont Adanson vantait déjà l'agrément et les qualités, et le célèbre «soubala» tiré de ses graines est vendu sur tous les marchés d'Afrique. De même la pulpe des fruits du tamarinier est-elle unanimement appréciée et ses feuilles sont-elles couramment utilisées dans la fabrication des sauces. A des degrés divers, tous les soudaniens portent intérêt à ces arbres et en maintiennent un certain nombre à leur portée, ne les éliminant que sur les terroirs soumis à une exploitation intensive.

Il en va différemment du karité à propos duquel de multiples observations nous conduisent à la conclusion suivante : pour sélectionné qu'il soit dans le stock forestier des confins soudano-guinéens, le parc à karité est le fruit d'une stratégie délibérée d'hommes privés de bétail, c'est-à-dire de lait et par conséquent de matières grasses d'origine animale. Symétriquement, il est absent du terroir des sociétés agro-pastorales les plus authentiques : son absence est alors l'indication sûre d'une civilisation agraire où l'élevage est intégré, le révélateur de sociétés paléo-soudaniennes auxquelles l'histoire a permis de réserver à l'élevage la place éminente que toutes lui accordaient jadis ou bien de paysanneries qui, même dépourvues de bétail, ont été en situation de bénéficier de relations suivies avec des pasteurs. N'est-ce pas là l'explication de l'absence du karité à l'ouest de la Falémé, toutes les populations sénégalaises ayant soit intégré l'élevage à la vie de leurs terroirs, soit vécu en symbiose avec des communautés pastorales peules?

Comme pour tous les parcs, la création du parc à karité nécessite la durée : l'arbre ne fructifie guère avant quinze ou vingt ans, donne les récoltes les plus généreuses entre cinquante et cent ans et peut vivre, estime-t-on, jusqu'à trois siècles. C'est dire que des conditions foncières précises sous-tendent l'élaboration d'un simple parc sélectionné et que les accidents de l'histoire peuvent interrompre bruta-

lement sa formation, entraîner sa disparition ou provoquer sa renaissance. Par exemple, que le cheptel soit monopolisé par une ethnie ou accaparé par une minorité sociale et l'intérêt pour le karité réapparaît. Inachevés ou ambigus, nombre de paysages ne sont que le reflet de l'instabilité politique, de migrations répétées, d'affrontements entre cultivateurs et pasteurs.

Des réflexions comparables peuvent être faites à propos du «parc sélectionné» le plus familier des latitudes forestières, la palmeraie à *Elaeis guineensis*. On sait que le palmier à huile a pour berceau la forêt africaine mais que cette espèce héliophile ne forme de colonies naturelles qu'en des sites où le manteau forestier est déchiré, spécialement en bordure des cours d'eau et sur des reliefs escarpés. Or, de la Casamance au Kwilu, innombrables sont les palmeraies coïncidant avec des régions ethniques entières, parfois très vastes comme au Bénin ou dans les anciens «Oil River States» du Nigeria sud-oriental. Il s'agit alors de parcs d'une remarquable pureté, associés à une mise en culture minutieuse du sol. La corrélation maintes fois démontrée entre défrichements culturels et diffusion du palmier interdit désormais de parler de «palmeraies naturelles». En fait, la palmeraie est le sous-produit du défrichement de la forêt au bénéfice initial des cultures vivrières mais d'un défrichement orienté, sélectif : libérés de la concurrence étouffante du manteau forestier, les palmiers s'épanouissent, se multiplient, striant de leurs lignes sveltes le recrû touffu des jeunes jachères.

Si la genèse du parc à *Elaeis* est incomparablement plus rapide que celle des parcs soudanais, sa fragilité est beaucoup plus grande : l'intervention sélective du cultivateur doit être répétée, et une relation directe associe la pureté de la palmeraie et la continuité de sa mise en culture. Condamnée par de longues jachères, elle est indissociable de la densité des hommes et de la sédentarité de leurs installations. C'est autour des villages que les parcs sont les plus homogènes, la densité des arbres décroissant vers la forêt en même temps que l'intensité des cultures. Que ce soit chez les Adiokrou ivoiriens, chez les Ibos nigériens ou chez les Basa camerounais, le schéma est partout le même, les nuances découlant non pas des techniques d'utilisation de la palmeraie mais de la densité des hommes et de leur organisation traduite dans le groupement villageois de l'habitat ou dans sa dispersion en hameaux ou en fermes familiales.

A un autre niveau, mais de même nature, est l'explication de la situation écologiquement marginale de palmeraies parmi les plus réputées, celles du Bénin et du Kivu par exemple : c'est sur les lisières de leur domaine que la forêt est à la fois la moins vigoureuse et la moins dynamique, par

conséquent, que la pérennité du parc de palmiers est la plus facilement assurée. Mais la palmeraie n'est pas le produit direct de n'importe quel système de production forestier. Témoin son absence (ou sa discrétion) dans tout le domaine forestier libéro-ivoirien à l'ouest du Bandama : si le sous-peuplement et l'émiettement des hommes sont en cause du Cavally au Sassandra à l'est de ce dernier, c'est à la longue itinérance guerrière des Bété, à leur système social impliquant migrations et mobilité, enfin à leur goût pour la riziculture pluviale (qui nécessite de très longues jachères) que se rapporte l'absence d'authentiques palmeraies. Par contre, plus à l'est, des palmeraies traditionnelles modestes mais de belle venue s'échelonnent sur le front des lagunes côtières à l'arrière de villages de longue date enracinés.

Du geste du défricheur épargnant les palmiers dispersés dans la forêt à celui du cultivateur occupant le même terrain après dix ou quinze ans de jachère en élaguant les sujets les mieux venus et en implantant de jeunes pousses d'*Elaeis* pour combler les vides, force est de reconnaître qu'aucune discontinuité ne permet de départager le parc sélectionné du parc à *Elaeis* progressivement construit. Pas davantage, il n'est possible de trouver une solution de continuité entre ce parc à l'abri duquel s'étendent les terroirs agricoles et les alignements serrés de jeunes palmiers mis en terre en vue de constituer les «palmeraies-vignobles» occupant temporairement les champs de part et d'autre de la basse vallée du Mono, frontalière entre Togo et Bénin. Là encore, pression démographique, organisation sociale et conjoncture économique orientent le devenir de peuplements qui sont cependant issus de la forêt et restent associés à des économies «traditionnelles» (les palmeraies-vignobles elles-mêmes n'alimentent, en vin et en alcool, que des circuits régionaux et n'ont aucune liaison avec l'économie de plantation).

Un autre palmier africain, le ronier (*Borassus aethiopum*), constitue des peuplements homogènes dont la naissance relève le plus souvent d'un mode de diffusion qui l'apparente aux parcs sélectionnés. Étonnante est la souplesse du ronier puisqu'il va à la rencontre du palmier-doum (*Hyphaene thebaica*), formant des plages serrées en plein Sahel, peuple les savanes baoulé sur le versant nord de la forêt ou se mêle à *Elaeis* sur les cordons sableux qui ourlent le littoral. De cet arbre apparemment aussi à l'aise sur les sables éoliens du Cayor que sur les alluvions argileuses des plaines d'inondation de la Haute Gambie, nous ne saurions définir les niches écologiques originelles : sa seule exigence est d'être en pleine lumière. C'est dire qu'il accompagne, lui aussi, les défrichements et qu'il peuple les champs sans dommage pour les cultures, son haut

panache terminal ne portant qu'une ombre discrète et l'élagage de ses jeunes pousses n'entravant pas leur croissance.

Moins connues que celles du palmier à huile, ses formes d'utilisation sont nombreuses. Plus encore que ses vastes feuilles palmées ou que son bois inattaquable par les termites, ce sont ses fruits et surtout son vin (meilleur que celui du raphia et d'Elaeis, de l'avis des connaisseurs) qui sont recherchés. Mais les véritables enclaves que forment les ronneraies homogènes, en particulier sous les latitudes soudanaises, appellent une explication spécifique. Or, de la Casamance à l'interfluve Logone-Chari, elles sont systématiquement associées à certaines populations dont l'histoire et parfois la survie sont attachées au ronier ou dont les migrations sont jalonnées de ronneraies devenues les témoins de leurs étapes. Ainsi les plus belles ronneraies de Casamance — du moins leurs vestiges — sont-elles incontestablement l'héritage des Bainouk, la plus ancienne couche de peuplement connue, dont l'identité ethnique et notamment linguistique n'est plus revendiquée aujourd'hui (et pour combien de temps encore?) que par quelques villages voisins de la confluence du Songrourou. Du pied des monts Mandara jusqu'au Logone, de la Bénoué au piémont de l'Adamaoua, des ronneraies témoins aident à reconstituer les mouvements de population qui ont fait du Nord-Cameroun un étonnant carrefour ethnique.

En effet, aux vertus de son fruit et de sa sève (mais on ignore en Afrique la fabrication du sucre), le ronier ajoute l'intérêt de ses jeunes repousses dont l'embryon est consommable quelques semaines après la germination des graines. Spontanément le sol des ronneraies est recouvert d'un tapis dru de jeunes plantules, mais l'homme peut évidemment répandre ou transporter volontairement les graines : quand la tradition fait référence à son rôle dans la naissance de la ronneraie, c'est toujours en relation soit avec des migrations, le transport de drupes de ronier contribuant à pallier l'absence de réserves alimentaires, soit avec des périodes de famine, déclenchées par des accidents climatiques ou par des guerres, la consommation des germes de ronniers offrant alors un expédient pour faire face à l'épuisement des greniers. Est-il excessif d'ajouter que les ronneraies seraient de préférence l'oeuvre de paysanneries acéphales dont la vulnérabilité a fait historiquement les victimes des sociétés guerrières? Greniers pillés et troupeaux raflés, la ronneraie contribuait à la survie...

Moins couramment répandu dans les champs, le baobab (*Adansonia digitata*) est également l'intime associé de la vie rurale traditionnelle : sa lourde silhouette est sans doute la compagne la plus familière du village soudanien. Si son tronc creux

pouvait naguère servir de citerne ou bien de refuge ou de tombeau, son fruit, ses feuilles, son écorce sont toujours l'objet d'une collecte systématique et d'usages multiples, ses graines trouvant un terrain propice aux abords immédiats des installations humaines. Dans les savanes forestières les plus composites, tout groupement de baobabs marque le site d'un ancien village ou l'étape prolongée d'une migration.

Au nord du Cameroun, les monts Mandara sont surtout connus² pour être le théâtre d'aménagements en terrasses aussi remarquables que les hautes densités qu'ils portent. Ils sont aussi un véritable musée de parcs sélectionnés dont la variété va de pair avec le morcellement ethnique et la diversité des situations démographiques. Les massifs Matakam, par exemple, aux versants entièrement zébrés de terrasses cultivées sans interruption, sont partout tachetés d'un parc dont l'élément le plus visible est le cailedrat (*Khaya senegalensis*) mais dont le plus répandu est le jujubier : taillé avec soin, cet arbuste épineux aux fruits appréciés rejette de longues perches qui arment les toitures des maisons. Sahélien d'origine, le jujubier vit ici avec un mètre de précipitations annuelles : témoin de paléoclimats plus secs ou de migrations venues du nord, il est spontané tout en faisant partie intégrante d'un paysage agraire qui ne laisse subsister ni jachères ni réserves forestières.

Le raffinement le plus poussé dans l'entretien et l'utilisation d'un parc sélectionné est sans doute atteint dans un des massifs les plus surpeuplés, celui qu'occupent les Ouldémé, étudiés par A. Hallaire. Cailedrats, tamariniers, jujubiers, acacias forment un parc régulier mais curieusement hétérogène de vingt à trente arbres par hectare, traités et exploités comme des plantes domestiques. Hétérogène, ce parc l'est parce qu'il ne répond pas à une finalité préférentielle (alimentaire ou agronomique) mais parce qu'il contribue à pallier les carences les plus graves d'une économie particulièrement pauvre d'hommes longtemps assiégés dans leurs massifs et dépourvus de toute autre ressource que celles produites sur leur parcellaire émietté, à commencer par le bois de cuisine. D'où une gestion aussi méticuleuse de l'arbre que de la

2. Notamment par le très riche travail de Jean Boutrais (*La colonisation des plaines par les montagnards au nord du Cameroun*. — Travaux et Documents de l'ORSTOM, n° 24, Paris, 1973, 277 pages), les fécondes études d'Antoinette Hallaire et Jean Boulet (Monographie de Hodogway et de Magoumaz, n°s 6 et 11 de l'Atlas des structures agraires au sud du Sahara, Paris, Mouton, 1971 et 1976) et par les enquêtes si évocatrices de Christian Seignobos sur l'habitat (inédit).

terre, une exploitation du bois, des fruits, des feuilles, voire de l'écorce (celle du caïcedrat est recherchée autant pour la pharmacopée qu'en vue de corser la saveur de la bière de mil) aussi codifiée que celle du sol. Mais par sa composition comme par sa spontanéité, ce parc ouldémé relève encore pour l'essentiel du type sélectionné; il n'en est pas de même du décor arboré des massifs les plus septentrionaux du Mandara, non plus que d'un certain nombre de parcs du piémont.

Ceux-ci sont en effet le domaine d'un autre modèle de peuplement arboré, le *parc construit*, substitué à la végétation spontanée et édifié à partir d'une essence étrangère aux formations climatiques, *Acacia albida*. On sait les vertus de cet arbre au cycle végétatif inversé, dont le tronc noueux et le feuillage argenté sont régulièrement associés aux terroirs les plus intensivement cultivés à travers toute la zone soudanienne et sahélo-soudanienne. Enrichissant le sol au moment des cultures auxquelles il n'apporte aucune gêne, le protégeant en saison sèche, il est aussi l'instrument privilégié de l'entretien d'un bétail sédentaire, par conséquent intégré à la vie agricole, grâce à la riche provende constituée par son feuillage et par ses gousses au moment même où les pâturages herbacés sont brûlés par la sécheresse. L'animal est l'agent nécessaire de sa diffusion, ses graines ne germant qu'après transit dans son système digestif, mais l'homme doit intervenir pour conduire le développement arboré d'une espèce spontanément buissonnante.

Partout, du pays sérère sénégalais aux rives massa du Logone, de la lisière des polders de la Côte des Rivières du Sud aux massifs Podokwo du Nord-Cameroun, des terroirs ninisi de l'Ouest mossi aux campagnes haoussa de Zinder (mais nous pourrions poursuivre l'inventaire jusqu'en Érythrée ou jusqu'en Angola), le parc à *Acacia albida* révèle un type de civilisation agraire d'une étonnante identité : partout il est l'oeuvre de paysanneries sédentaires, pratiquant avec une égale passion la céréaliculture sous pluie et l'élevage, partout il est lié à la pression démographique, c'est-à-dire à la nécessité d'une exploitation continue du sol, partout il est associé à des sociétés relevant d'un modèle commun, historiquement fondé sur le refus de toute structure sociale ou politique contraignante (et notamment d'un pouvoir d'État), l'organisation lignagère et l'arbitrage concerté, l'égalitarisme et la passion de la liberté. Valeurs synonymes d'encadrement défaillant et de techniques agricoles raffinées et dont la traduction géographique la plus courante réside dans la combinaison du parc, de la haute densité et généralement d'un habitat dispersé en fermes familiales.

Nous ne reviendrons pas sur l'intérêt agronomi-

que du parc à *Acacia albida* et sur son rôle de cheville ouvrière d'un mode de production typiquement paléo-soudanien (qui peut d'ailleurs avoir survécu au sein de structures politiques qui l'ont conservé et non élaboré, comme c'est le cas par exemple en certaines régions du pays mossi). Deux autres aspects de sa signification géographique seront illustrés ici. En premier lieu, le parc n'est édifié que sous la pression de la nécessité, en réponse à des seuils démographiques variables avec les potentialités naturelles, notamment celles que fixe la pluviométrie. Voici, dans la même aire culturelle et sous le même méridien, avec pour seule variable significative la tranche d'eau annuelle, trois situations dont la comparaison nous paraît avoir valeur de démonstration.

Chez les Sérèr du Sénégal, sous l'isohyète de 700 mm environ et en l'absence de toute réserve forestière, le parc est indispensable pour assurer la présence permanente du troupeau et la terre ne peut tolérer la pression de densités comprises entre 50 et 100 hab./km² qu'à la condition d'additionner l'enrichissement que lui apporte le parc et celui que lui procure le bétail. Une analyse fine des pays sérèr révèle que l'homogénéité du parc, la densité des hommes et l'importance du cheptel croissent parallèlement.

Deux cents kilomètres en droite ligne au sud, les Balant de Moyenne Casamance, avec un modèle de société et des techniques agro-pastorales comparables, mais dans un milieu favorisé par une pluviométrie de l'ordre de 1 200 mm n'ont pas été en situation politique, lorsqu'ils vivaient repliés sur eux-mêmes, de capitaliser des effectifs supérieurs à 30 ou 40 exceptionnellement 50 hab./km². La sédentarité de leurs champs céréaliers et un niveau de production suffisant étant assurés par l'abondance de la fumure animale et leur bétail pouvant pâturer en saison sèche dans les galeries forestières et les rizières des bas-fonds, les Balant n'ont pas construit de parc : bien qu'ils connaissent parfaitement *Acacia albida*, leurs terroirs de plateau sont totalement dénudés.

Moins d'une centaine de kilomètres plus au sud enfin, en Guinée-Bissau, les Brame et les Mandjak, doivent à une pluviométrie supérieure à 1 500 mm un environnement naturel plus généreux que dans les deux cas précédents. Appartenant au même fond culturel que les Balant, adhérant au même modèle de société et relevant comme eux et comme les Sérèr d'un même type de civilisation agro-pastorale, ils doivent faire face à une charge démographique allant de 100 à 150 hab./km² : en dépit du potentiel plus élevé du milieu où ils vivent, ils ne peuvent entretenir leur cheptel qu'avec l'appui du parc et doivent mobiliser à la fois les vertus de l'arbre et celles de la fumure animale pour exalter la

production de leurs terroirs; les campagnes brames et mandjak portent un très beau parc à *Acacia albida*, édifié délibérément en réponse à une pression démographique deux à trois fois supérieure à celle qui s'exerce en pays balant.

Multiplés sont les exemples du caractère volontariste du parc sur le piémont et dans les vallées intérieures des monts Mandara. Un liseré étroit mais discontinu de peuplements très homogènes d'*Acacia albida* cerne les massifs. Chacun de ces parcs correspond à un empiètement des habitants du massif voisin, à une étroite annexe de leurs terroirs montagnards réalisée sous la pression du surpeuplement. Là où les montagnards n'ont pu historiquement déborder sur le piémont, celui-ci porte aujourd'hui une végétation abâtardie par les défrichements récents : une fois encore les plus faibles taux de boisement correspondent aux secteurs soumis à des systèmes de production extensifs, les peuplements arborés les plus fournis et les plus homogènes aux périmètres traités depuis des siècles par les techniques intensives des montagnards.

Au-delà de sa signification agricole, au-delà de sa signification démographique, c'est d'une civilisation tout entière que le parc à *Acacia albida* (et à des degrés divers tous les parcs) est le révélateur. Sans doute les situations apparemment ambiguës sont-elles fréquentes et par exemple la juxtaposition sur le même terroir d'un parc d'*Acacia* et d'un parc de karité. A chacune de ces situations correspond une explication propre, empruntant l'une des pistes suivantes : ou bien l'un des parcs est fossile et par conséquent témoin d'une civilisation différente, ou bien deux parcs emboîtés correspondent à deux étapes de l'évolution agraire d'une même population, ou bien deux parcs juxtaposés répondent à la présence de deux populations ayant des techniques, organisations et stratégies distinctes. En Haute-Volta, le pays mossi offre de multiples cas des deux premières situations tandis que les zones de coloni-

sation de l'Ouest illustrent la troisième : *Acacia albida* y est dogon, samo, bwa, etc., tandis que le karité désigne la présence mossi. Logique identique des paysages agraires, J. Gallais l'a montré, sur les bordures soudaniennes du delta intérieur du Niger, au Mali.

Même à grande échelle, la distinction entre les parcs peut souligner de véritables frontières de civilisation et non point seulement illustrer deux modes d'exploitation du sol complémentaires ou concurrents. Un exemple saisissant : au sud de Bongor (Tchad), mais sur la rive camerounaise du Logone, la dépression du lac Fianga isole une sorte de presqu'île triangulaire, largement ouverte vers le sud, où les Moussey se sont enfoncés au milieu des Massa. Qui gagne directement, par une piste est-ouest d'à peine trente kilomètres, le lac de Fianga à partir du Logone franchit successivement deux frontières, celle qui sépare la campagne massa des bords du fleuve du pays moussey, et celle qui ouvre à nouveau le paysage massa quelques kilomètres avant la dépression où sont nichés les marais du Fianga. Frontières absolument linéaires entre parcs à *Acacia albida* d'une remarquable pureté et boisements soudaniens à karité d'une fort belle venue : d'une part la campagne massa, de l'autre la brousse moussey; d'un côté des paysans, de l'autre des conquérants; chez les premiers, le parc créé par une civilisation de la vache et du mil, chez les seconds la forêt sèche à karité associée à une civilisation du cheval. Derrière le contraste des paysages végétaux, l'opposition de deux sociétés et de deux arts de vivre.

Ainsi, en Afrique noire, la lecture du manteau végétal ne rend pas seulement compte d'une composante essentielle du paysage : utilisée comme un révélateur, elle livre des explications d'une richesse singulière sur la nature des sociétés rurales et sur la différenciation de l'espace que celles-ci ont réalisée.

Pluviosité et croissance de la végétation au Sahel — Étude centrée sur *Acacia senegal* (L) Willd.

A. G. Seif el Din¹

Cet article traite de l'exploitation forestière en zones arides et semi-arides, dans le cadre d'une importante étude sur l'action des principaux facteurs climatiques sur la végétation au Soudan. Nous espérons qu'il pourra contribuer à la planification et à l'exécution de programmes forestiers au Sahel.

La région étudiée est comprise entre les 12° et 14° de latitude N, dans la région de la gomme du Soudan, où la pluviométrie moyenne annuelle varie de 200 à 600 mm. On a utilisé les données météorologiques recueillies en 74 ans par la station d'El Obeid (13° 10' de latitude N, 30° 14' de longitude E, altitude 570 m), choisie en raison de son emplacement et parce que sa pluviosité (400 mm) représente la moyenne des précipitations de la région.

Le climat de cette zone comprend une courte saison des pluies entre juin et septembre, moins longue au nord qu'au sud. La saison sèche commence par une chaude période semi-humide après la saison des pluies, et se poursuit par une période fraîche et sèche de novembre à février, pour se terminer par une période chaude et sèche de mars à mai.

Le climat est de type continental, dans lequel les amplitudes thermiques quotidiennes et saisonnières sont importantes. Les températures mensuelles moyennes varient de 30 à 37 °C, la moyenne des maxima, de 30 à 40 °C et la moyenne des minima, de 13 à 24 °C. Les températures les plus basses sont relevées de novembre à février, où les minima absolus atteignent 4 à 5 °C, et les températures les plus hautes (jusqu'à 45 °C), de mars à juin. L'humidité relative est à son minimum en mars/avril (11 à 12 %) et à son maximum au mois d'août (environ 56 % à midi).

La végétation consiste en des arbustes semi-désertiques (*Acacia tortilis*) au nord, une savane sablonneuse à *Acacia senegal* au centre et une savane boisée au sud, comprenant diverses espèces d'*Acacia*, de *Combretum*, de *Terminalia*, et d'*Albizzia amara* ssp. *cercicocephala*. Le sol porte surtout des graminées : *Cenchrus*, *Aristida*, *Panicum* et *Andropogon*. On trouve aussi d'autres herbes et des arbustes, en particulier *Boscia senegalensis*. L'espèce *Blepharis linarifolia* est une herbe courte largement répandue dans la région et indicative de la qualité des pâturages. *Acanthospermum hispidum* est une mauveuse herbe qui envahit les terres surpâturées, dont elle est un signe de la détérioration.

Les principales activités économiques sont l'agriculture et l'élevage. Les principales cultures sont le millet, le sorgho, le sésame, l'arachide, la gomme arabique et la roselle (*Hibiscus sabdariffa*). Le système d'exploitation repose sur une jachère naturelle qui alterne les périodes de culture avec des périodes de reboisement naturel. Les périodes de culture sont généralement de 3 à 7 ans, suivant la fertilité du sol, et la période de jachère boisée va de 5 à 20 ans, suivant la disponibilité des terres cultivables.

Le bétail (bovins et moutons) appartient à des communautés nomades et sédentaires, l'élevage de chameaux étant plutôt l'apanage des nomades du nord. Les chèvres de la région sont élevées par des communautés sédentaires.

Pluviosité

Les facteurs climatiques sont particulièrement difficiles à interpréter à l'aide des techniques statistiques conventionnelles à cause du grand nombre de variables naturelles. Sur la base des travaux publiés jusqu'alors, Moreau a conclu en 1938 qu'aucune classification ne peut reposer sur des facteurs cli-

1. Conseiller forestier, Centre de recherches pour le développement international, B.P. 30677, Nairobi (Kenya).

matiques absolus. Il a suggéré que la température, la durée de la saison des pluies et les précipitations doivent être évaluées ensemble à cause de la variation importante de leur rapport mutuel. En 1973, à la suite d'une étude pluviométrique du Soudan, El Tom a atteint la même conclusion et considère que les techniques statistiques de classification du climat sont insatisfaisantes. Cependant, faute d'un système plus efficace, c'est l'écart type qui a été choisi dans cet article pour exprimer les variations de pluviosité.

La définition la plus répandue d'un mois sec est celle où la pluviosité (en millimètres) est inférieure au double de la température moyenne (en degré C). Comme les relevés de température pour El Obeid ne couvrent pas les 74 années de l'étude (d'autres stations n'ont aucun relevé de température), une autre définition a été adoptée. Un mois sec devient un mois au cours duquel la pluviosité moyenne est inférieure à l'écart type. D'après cette définition, juin se trouve dans la saison des pluies, bien qu'il soit en fait un mois sec dans 60 % des années. De même, une année de sécheresse est celle où la pluviosité moyenne est inférieure à l'écart type.

Le terme «période» définit l'intervalle commençant par la première année sèche et se terminant par la dernière année humide ou normale, avant l'année sèche suivante. Il peut y avoir une ou plusieurs années sèches au début de chaque période.

Bien que la pluviosité soit le seul facteur considéré ici, les autres facteurs climatiques ont un effet

sur la végétation et ne sont pas indépendants. La température est le principal facteur au cours de la saison sèche et les précipitations jouent le rôle principal au cours de la saison des pluies. L'effet de ces deux facteurs sur les plantes est cependant également influencé par les vents dominants, l'humidité atmosphérique et le potentiel de rétention d'eau du sol.

La plupart des précipitations (60 %) tombent en juillet et en août, sous forme de pluies légères, ayant peu d'effet sur la croissance des plantes, ou d'orages, qui causent une importante érosion des sols là où la végétation n'est pas entièrement développée. A la station d'El Obeid, un orage de 85 mm a représenté, le 20 juillet 1972, 25 % des précipitations de l'année. La pluviosité varie non seulement d'un mois à l'autre mais également d'une année à l'autre pour le même mois. Les variations se constatent dans la quantité de pluie tombée, le nombre de jours de pluie, leur distribution mensuelle et annuelle et l'intensité des averses. En 1938, Moreau a souligné que les variations sont d'autant plus grandes que la pluviométrie moyenne est basse ou que la saison des pluies est courte.

Le tableau 1 montre qu'une sécheresse marquée persiste au cours des mois les plus pluvieux de juillet, août et septembre, dans une proportion de 15 %, 5,4 % et 21,6 % respectivement. Un seul mois de sécheresse peut complètement déséquilibrer l'écosystème pour une année entière. L'intensité de la sécheresse est difficile à définir, car elle

Tableau 1. Moyenne mensuelle des précipitations — El Obeid (Soudan), 1902-1975.

Mois	mm	% du total	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Nombre de jours de pluie	Mois de sécheresse ¹	
						Nombre	%
Janvier	—	—	—	tr.	—	74	100
Février	—	—	—	tr.	—	74	100
Mars	0,6	0,2	—	19,8	—	74	100
Avril	2,0	0,5	—	17,9	—	74	100
Mai	14,7	4,0	—	55,6	3	73	98,7
Juin	32,3	8,7	—	127,3	5	44	59,5
Juillet	104,5	28,3	1,8	324,7	10	11	15
Août	126,7	34,3	15,5	234,9	12	4	5,4
Septembre	72,3	19,6	6,5	188,7	7	16	21,6
Octobre	16,2	4,4	—	68,9	4	74	100
Novembre	—	—	—	1,5	—	74	100
Décembre	—	—	—	tr.	—	74	100
<i>Moyenne annuelle</i>	369,3	100			41		

1. Il s'agit du nombre de fois où le mois considéré a été sec au cours des 74 années (1902-1975) étudiées.

dépend de plusieurs facteurs : le moment de l'année, la quantité de précipitations au cours du reste de l'année et leur répartition par rapport à la période de sécheresse.

Variations

D'importantes variations de pluviosité existent. Les extrêmes sont l'année 1946, au cours de laquelle plus de 700 mm de pluie sont tombés, et l'année 1969, où il en est tombé seulement 170. Le tableau 2 montre que les années de sécheresse ne suivent pas un ordre logique, ni du point de vue de la fréquence ni du point de vue de leur nombre. Le tableau montre également que les précipitations annuelles varient beaucoup d'une période à l'autre.

Tableau 2. Variation des précipitations suivant certaines périodes.

Périodes	Années	Nombre d'années sèches	Moyenne des précipitations (mm)	Moyenne des jours de pluie
1	1902-14	2	375	35
2	1915-17	1	310	34
3	1918-25	2	345	40
4	1926-39	3	380	39
5	1940-48	1	435	34
6	1949-65	1	415	44
7	1966-74	5	265	37
8	1975	1	210	31

Réaction de la végétation naturelle

Saison des pluies

Germination

En général, les graines d'*Acacia senegal* commencent à germer en même temps que celles des herbes et des autres plantes ligneuses, au début de la saison des pluies; mais *Acacia senegal* possède un mécanisme remarquable d'adaptation aux variations de pluviosité : ses graines ne germent pas toutes en même temps. Au cours d'une étude de laboratoire, environ 65 % des graines possédaient des écorces relativement minces et auraient sans doute germé peu de temps après le début des pluies. Dans une expérience de pépinière, où une irrigation suffisante était assurée, environ 50 % des graines ont germé entre le deuxième et le dixième jour; les dernières graines ont germé au bout de trente jours, malgré une irrigation quotidienne. Au cours d'une expérience en terre cultivée, les premières graines ont germé deux semaines après deux jours au cours desquels 100 mm de pluie sont tombés, les derniè-

res germinations se produisant le quarante-quatrième jour. Ces résultats montrent qu'*Acacia senegal* est naturellement adapté aux conditions de pluviosité variables des régions arides et semi-arides. Bien que les données pour d'autres espèces ne soient pas disponibles, on suppose qu'elles possèdent des caractéristiques comparables. Une grande partie des graines est cependant détruite par des insectes nuisibles, qui peuvent consommer jusqu'au trois quarts du semis (Obeid et Seif el Din, 1970).

Une pluviosité suffisante au début de la saison crée des conditions favorables à l'éclosion, en particulier pour les plantes monocotylédones qui sont très sensibles à cet égard. Dans une expérience de pépinière irriguée, portant sur diverses espèces d'herbes et d'arbustes dicotylédones, les arbustes ont germé dans une proportion raisonnable, tandis que les herbes demeuraient inactives jusqu'au début de la saison des pluies.

Une pluviosité initiale abondante, suivie d'une saison normale, entraînera une plus faible proportion de dicotylédones. Au contraire, quand la pluviosité initiale est faible et suivie d'une saison relativement sèche, les dicotylédones dominent la population cultivée, et cette tendance a été observée au cours d'années de sécheresse. Cela explique probablement l'invasion des zones surpâturées par les espèces dicotylédones considérées comme nuisibles. Leur domination est due non seulement à la raréfaction des graines d'herbes causée par le surpâturage, mais également à des tendances écologiques. D'importantes variations dans la composition des herbes sont cependant évidentes même à petite échelle — quelques mètres ou plusieurs kilomètres — (tableau 3). Les différences locales sont dues principalement à des variations de la nature des sols et de la topographie.

Tableau 3. Variation des précipitations entre deux stations éloignées de 5 km l'une de l'autre (en mm).

Mois	1972		1973		1974	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
Juin	42,2	48,6	20,3	5,1	6,8	44,7
Juillet	50,9	120,6	92,0	108,2	208,1	287,2
Août	147,5	72,8	15,5	19,5	93,0	53,9
Septembre	14,0	43,8	105,9	29,2	38,4	81,2
Octobre	63,4	44,8	16,5	14,5	0,3	2,0
Total	318,0	430,6	250,2	176,5	346,6	469,0

(a) Aérodrome d'El Obeid

(b) Pépinière de recherche sur la gomme

Développement des pousses

Au début de leur croissance, les pousses sont succulentes, et accumulent des réserves de nourriture dans leurs cotylédons et leurs tiges. Elles attirent un grand nombre d'organismes phytophages, qui connaissent leur plus intense période d'alimentation au début de la saison des pluies. Environ 15 % des pousses d'*Acacia senegal* meurent au cours des quatre à six premières semaines, consommées par divers insectes. Ce taux a été constaté au cours d'une saison des pluies normale où la croissance de l'ensemble des espèces était marquée. Au cours des années de faible pluviosité, les pousses sont encore plus vulnérables puisque les herbes servant normalement de nourriture aux insectes sont plus rares.

Un autre facteur critique pour les jeunes arbres est la concurrence pour l'eau, la lumière et les substances nutritives. Les plantes annuelles en général, et les herbes en particulier, semblent mieux adaptées aux zones arides et semi-arides grâce à leur système de racines fibreuses et à leur croissance rapide. Ces plantes sont donc capables d'étouffer la plupart des pousses d'arbres dans des conditions normales. Bien que les arbres disposent de longues racines (tableau 4) et de plusieurs racines latérales leur permettant d'obtenir l'eau et les substances minérales à diverses profondeurs, ils réussissent rarement à concurrencer les plantes annuelles. Environ 40 % des pousses d'*Acacia senegal* en conditions naturelles sont perdues à la fin de la première saison des pluies, surtout à cause de la concurrence d'autres plantes et des dégâts causés par les animaux. Au cours des années de sécheresse, les pousses peuvent disparaître entièrement, à cause moins de la concurrence que de la sécheresse et du broutage.

Tableau 4. Croissance des racines et des pousses chez *Acacia sénégál*.

Age (années)	Hauteur (cm)	Longueur des racines (cm)
1	10	205
2	27	265
3	64	340
4	154	380
5	148	423

Croissance ligneuse

En plus des chameaux et des chèvres, de nombreux insectes se nourrissent des feuilles et des fleurs d'*Acacia senegal*. Le principal insecte est la

sauterelle arboricole *Anacridium moestum*, qui est le principal destructeur du feuillage d'*Acacia senegal*. Les arbres sont particulièrement vulnérables au cours des années de sécheresse, puisque les insectes ne disposent pas de leur nourriture habituelle. En période de sécheresse également, les rongeurs se nourrissent de l'écorce des jeunes arbres et en détruisent parfois beaucoup. Les rats et les lapins ont sérieusement endommagé des plantations de gommiers au Sénégal (à Mbiddi) et au Soudan, au cours d'années de sécheresse exceptionnelle.

Au contraire des jeunes pousses, les arbres eux-mêmes sont bien équipés pour résister aux conditions du Sahel. Ils ont un système racinaire efficace, entre 30 et 100 cm de profondeur, certaines des racines, ainsi que la racine principale, descendant plus profondément, aussi loin que l'eau dans le sol. Les racines s'étendent sur de grandes surfaces pour assurer une alimentation adéquate de l'arbre, en eau et minéraux.

La saison sèche

La première partie de la saison sèche, qui ne dure que quelques semaines, s'appelle «derat». Elle est chaude et humide en raison de la période qui l'a précédée. L'humidité relative reste élevée après les averses et l'évaporation qui s'ensuit. Les plantes annuelles, arrivées à maturité, sèchent rapidement et perdent la plupart de leurs graines. Les plantes ligneuses, à quelques exceptions près, perdent également leurs feuilles et se préparent à la dormance. Ces changements physiques et physiologiques sont le résultat d'une baisse rapide de l'humidité du sol.

C'est pendant cette période qu'une grande partie des jeunes semis de la plante ligneuse sont détruits, car ils ont souffert d'une rude «concurrence» pendant la saison des pluies, et que les *Acacia senegal* d'une bonne taille vont produire de la gomme. Les processus de la biosynthèse de la gomme, que nous ne connaissons pas encore complètement, semblent être proches de ceux qui mènent à la dormance. Il y aurait, semble-t-il, un déplacement des hydrates de carbone depuis la partie supérieure de l'arbre jusqu'à l'aire de stockage comprise dans le tronc (Seif el Din, 1965).

Le «derat» est suivi de l'hiver, période sèche et froide (tableau 5). Les vents dominants sont du nord. Ils sont la cause d'une baisse rapide de l'humidité relative. L'évaporation s'accroît très rapidement, et cela même dès octobre.

La plupart des plantes, ou bien ont terminé leur cycle vital et ne survivent que par leurs graines, ou bien sont entrées dans la dormance. Certaines espèces ligneuses produisent des fruits l'hiver, quelques-unes même connaissent une croissance

Tableau 5. Moyennes et écarts de température de l'air (°C) — Humidité relative — Évaporation, El Obeid (Soudan), 1941-1970.

Mois	Moyenne	Maximum		Minimum		Humidité relative %	Évaporation (mm)
		Moyenne	Maximum	Moyenne	Minimum		
Janvier	29,4	30,6	38,6	13,5	6,4	16	15,6
Février	30,8	31,1	40,7	14,6	4,4	13	17,9
Mars	34,4	35,7	42,9	18,3	9,0	11	20,7
Avril	37,0	38,3	43,0	21,1	13,0	12	21,1
Mai	37,6	39,0	44,3	24,0	17,2	19	18,9
Juin	35,7	37,3	42,3	24,3	17,1	29	15,2
Juillet	31,9	33,4	40,0	22,9	17,3	47	9,7
Août	30,0	31,4	37,7	21,9	17,5	56	5,8
Septembre	32,6	33,8	39,0	21,6	17,1	42	7,3
Octobre	35,1	36,2	39,7	21,3	14,5	23	13,2
Novembre	33,1	33,9	38,4	17,5	9,2	17	16,8
Décembre	29,9	30,9	37,6	14,2	5,8	16	15,0
Année	33,1	34,3	44,3	19,6	4,4	25	14,8

végétale. Les espèces les plus intéressantes à cet égard sont *Acacia albida* et *Acacia tortilis* : la première commence sa croissance végétale en hiver après être restée sans feuilles pendant toute la saison des pluies et la seconde commence sa principale floraison vers la fin de la saison des pluies ou pendant le «derat». Les fruits de l'une et l'autre espèce arrivent à maturité pendant la saison sèche, fournissant ainsi un fourrage abondant au bétail.

Les pousses des espèces ligneuses survivent généralement à cette saison quand elles n'ont pas été détruites durant le «derat». Certaines présentent même une croissance vigoureuse, surtout si elles se sont développées là où les mauvaises herbes sont rares comme dans les parcelles agricoles ou sur le bord des routes. Dans les jeunes plantations, soumises au désherbage pendant la saison des pluies, elles connaissent souvent une croissance remarquable l'hiver suivant, parce que le sol cultivé tout autour agit comme un paillis, conservant l'eau qui n'a pas été absorbée par les mauvaises herbes.

Du point de vue écologique, la période de chaleur qui s'étend de mars à mai est la plus lourde de conséquences pour la vie des plantes, car elle crée des conditions extrêmement défavorables. C'est pendant cette période que les températures sont les plus élevées, entraînant ainsi une évaporation excessive accompagnée d'un abaissement de l'humidité relative.

Les arbres d'une certaine grandeur supportent ces conditions grâce à leur dormance. Une écorce rude et épaisse, commune à la plupart des xérophytes, augmente leur tolérance aux chaleurs et

sécheresses extrêmes. Les jeunes plantes dont l'écorce n'est pas complètement développée sont au contraire très vulnérables à ces variations climatiques. Dans la forêt naturelle, plus de 90 % des pousses d'*Acacia senegal* meurent la première année. Celles qui survivent à la première saison de chaleur ont des chances d'arriver à maturité parce que leurs racines se sont étendues et que leur écorce durcit au cours des années.

Leçons à tirer de ces faits pour les exploitations forestières

Comme nous venons de le voir, les facteurs climatiques, dans les régions arides, présentent une très grande variabilité, notamment en ce qui concerne les pluies et leur répartition. Des précipitations très faibles et des températures extrêmement élevées, tels sont les facteurs qui limitent le plus la croissance végétale.

Les plantes que l'on trouve en abondance dans les régions arides ont développé des mécanismes de défense qui leur permettent de survivre dans des conditions climatiques changeantes. Certains sont génétiques, comme la production de semis, la dormance et la germination; d'autres, comme l'excision des feuilles, sont physiologiques; d'autres encore, comme l'épaississement de l'écorce, sont morphologiques. Tous ces mécanismes exercent leur action indépendamment ou simultanément. Différentes espèces de plantes se constituent en communautés bien adaptées aux conditions environnantes. La composition de la flore au sol varie

d'une année à l'autre, probablement en fonction des précipitations annuelles. Certaines plantes ligneuses se reproduisent mieux les années où les précipitations sont assez abondantes et bien réparties pendant la saison des pluies. Ces années sont rares, ce qui explique la présence de peuplements apparemment tous de même âge.

Il est essentiel, dans l'aménagement de plantations forestières, de prendre sérieusement en considération les facteurs climatiques, édaphiques et biotiques qui composent tout écosystème, particulièrement dans les zones arides où l'absence d'un seul facteur peut nuire à leur développement. Il faut donc procéder au boisement par étapes en vue d'éviter les pertes de ressources.

La première étape est celle du choix de l'emplacement. La nature du sol et la topographie sont particulièrement importantes en raison des précipitations faibles et irrégulières dans les zones arides et semi-arides. Les sols sableux ou limoneux, bien drainés, sont ceux qui posent le moins de problèmes, car ils absorbent une grande partie ou même parfois la totalité des pluies qu'ils reçoivent. L'eau est là tout près des plantes et la croissance se poursuit même en période de sécheresse modérée. Par contre, les sols argileux, lourds et compacts, sont difficiles à reboiser. Lors des abondantes précipitations au début de la saison des pluies, l'argile forme une mince couche de boue qui ferme les crevasses par lesquelles l'eau devrait s'infiltrer dans le sol. Il en résulte des inondations qui causent une érosion en nappes ou en ravins. Les pentes abruptes sont également sujettes à ce genre d'érosion. Il faudra, avant de songer à y faire des plantations, passer la charrue, labourer en billons ou faire des terrasses.

La deuxième étape est celle du choix des arbres à planter. La végétation naturelle, forestière en particulier, possède des particularités qui lui permettent de survivre et même de prospérer dans des conditions difficiles. Un réseau de racines à croissance rapide, qui s'étend largement dans le sous-sol, lui permet en outre une utilisation maximale des maigres quantités d'eau reçues pendant les pluies. Une écorce épaisse protège l'arbre contre les méfaits de la chaleur pendant la saison sèche. Une excision rapide des feuilles — ou, dans le cas des arbres à feuilles persistantes, une couche de cire qui les protège — prévient une évapotranspiration excessive au début de la saison sèche.

La troisième étape est celle du traitement préalable des semis au moyen de produits chimiques qui réduiront les dommages causés par la faune et la flore au niveau du sol, aussi bien en terrain ouvert qu'en pépinière. Le traitement des semis en vue d'arrêter leur dormance et de favoriser une germi-

nation rapide et uniforme fait également partie des précautions nécessaires.

Il est préférable, dans la plupart des cas, de se servir de plants de pépinière plutôt que de semis. L'avantage du plant est qu'il possède déjà un système racinaire capable d'utiliser immédiatement l'eau de pluie et qu'à ce stade de développement il n'est plus guère vulnérable à la destruction causée par la petite faune. Les plants de pépinière devront naturellement être robustes et avoir de fortes racines. Un bon moyen d'obtenir ce résultat est de fortifier les plants en pépinière quelques semaines avant les plantations en réduisant l'arrosage et en taillant les racines quelques semaines avant le repiquage. Les jeunes plants de la plupart des espèces utilisées dans les zones arides s'en trouveront fortifiés, mais les différentes espèces peuvent nécessiter des soins différents.

La plantation elle-même demande beaucoup d'attention et de jugement de la part du préposé à cette opération. Bien que certaines espèces s'accommodent bien d'être plantées en semis, d'autres se développeront mieux à partir de plants ayant déjà atteint une certaine croissance. La préparation du sol est très importante : il faut parfois faire des creux, des remblais, des tranchées afin de mieux garder l'eau. Le repiquage doit se faire aussitôt qu'arrivent de bonnes précipitations afin que les plants puissent bénéficier de la courte saison des pluies.

L'espacement entre les plants dépend de l'espèce. Trop rapprochés, les plants lutteront entre eux pour l'eau et les éléments nutritifs, ce qui peut causer des pertes sérieuses. Dans le cas contraire, le gaspillage de l'espace est évident; il est coûteux et peut conduire à des opérations de désherbage supplémentaire.

Or, celui-ci est nécessaire pour réduire ou si possible éliminer la concurrence de la flore naturelle. Certains jardiniers vous diront qu'une couverture d'herbe verte pompe du sol autant d'eau qu'il s'en évaporerait d'une surface d'eau claire par une belle journée ensoleillée. Il faut donc détruire les mauvaises herbes, non seulement pour cette raison, mais aussi pour éliminer le grand nombre d'insectes et de rongeurs qu'elles abritent. En passant la charrue ou le cultivateur, on crée une sorte de saillie qui diminue l'évaporation. Il faut cependant parfois, pour réduire l'érosion du sol ou tout simplement les coûts, se contenter d'un sarclage ponctuel ou par rangées.

Finalement, toutes ces précautions ne serviront à rien si les plantations ne sont pas protégées dès le début contre les animaux et plus tard contre les incendies. Il y a divers moyens de protection, entre autres : monter une garde permanente, les entourer

de haies de branches ou de clôtures de ces barbelés coûteux que nous connaissons bien.

Résumé des commentaires et discussions

• M. Hamel souligne qu'il n'y a pas d'espèces ligneuses qui se régénèrent bien chaque année. On trouve dans le climat sahélien trois grands types de variabilité :

- 1) dans la pluviométrie totale de l'année;
- 2) dans la durée de la saison humide;
- 3) au cours d'une même année, dans la distribu-

tion géographique des pluies, le facteur le plus important étant le nombre de mois écologiquement secs.

• M. Sène fait remarquer l'importance des feux de brousse pour la régénération, qui pourra être détruite par le feu même si les conditions climatiques ont été par ailleurs favorables.

• M. Gorse souligne le fait que la saison favorable à la plantation est très courte, de 4 à 6 semaines au maximum, ce qui oblige à recourir à un équipement mécanique lourd, car les cultures agricoles occupent au même moment la main-d'oeuvre disponible.



La gomme arabique fournit un revenu important pour les populations du Sahel.

Techniques de reboisement dans les zones subdésertiques d'Afrique au sud du Sahara

G.R. Ferlin¹

Le présent exposé reprend en l'abrégé et en l'adaptant un travail réalisé de mai à août 1978 pour le compte du CRDI, et intitulé : «Techniques de reboisement dans les zones subdésertiques d'Afrique». On y traitait des problèmes de plantations forestières dans les zones très arides non seulement au sud, mais également au nord du Sahara.

La justification de la mission qui m'avait été confiée par le CRDI résidait dans la constatation du fait que, si l'on trouvait dans la littérature forestière d'assez nombreuses études traitant des techniques de plantations forestières dans les zones arides et semi-arides d'Afrique tropicale correspondant en gros au climat sahélo-soudanais d'Aubréville², par contre on ne disposait que d'informations très fragmentaires sur la plantation d'essences forestières dans les conditions très difficiles de la zone très aride, correspondant au climat sahélo-saharien d'Aubréville.

Cette zone coïncide en gros avec la bande comprise entre les isohyètes 200 et 400 mm, qui traverse l'Afrique d'ouest en est depuis l'Atlantique jusqu'à la Mer Rouge, sur une longueur de quelque 6 000 km et une largeur variant entre 100 et 200 km. Certains auteurs l'appellent zone sahélienne (*sensu stricto*); elle constitue en effet une région assez bien définie entre la zone saharienne avec des pluies inférieures à 200 mm de moyenne annuelle, mais surtout très inégalement réparties d'une année sur l'autre, et la zone sahélo-soudanaise dont la limite nord correspondant à l'isohyète 400 mm devrait normalement représenter l'extrême limite des cultures agricoles en sec — limite bien souvent dépassée dans la pratique, ce qui est, directement

ou indirectement, une des principales causes de la désertification. La zone sahélienne ainsi définie répond bien à son étymologie : Sahel signifie en effet, en arabe, «littoral», «rivage» — ici le rivage du désert, la zone de transition entre le domaine des grands nomades et celui des agriculteurs plus ou moins sédentaires des régions de savanes.

Les pays ayant une partie de leur territoire dans cette zone sahélienne *sensu stricto* sont les suivants : Sénégal (Nord du pays, correspondant à la boucle du fleuve Sénégal), Mauritanie, Mali, Haute-Volta (extrême Nord), Niger, Nigeria (extrême Nord-Est), Tchad, Soudan. On peut y ajouter le Cap-Vert, qui est en quelque sorte un pays «sahélien insulaire».

Avant de parler des techniques de reboisement dans cette zone très aride, il convient de bien préciser ce que l'on entend par «reboisement». On a parfois préconisé, pour arrêter l'extension du Sahara, la plantation de «ceintures vertes» constituées par des bandes de plantations forestières jouant le rôle de barrières contre la progression du désert. Il est inutile d'insister ici sur le caractère utopique de pareilles propositions. Par contre, ces régions de steppes et de savanes sèches ont une vocation essentielle, voire exclusive, d'élevage extensif, et c'est en réalité par la reconstitution de la végétation pastorale actuellement très dégradée que l'on peut espérer créer une zone tampon qui fera obstacle à l'expansion du désert.

L'arbre joue dans le complexe végétal qui sert de support au pastoralisme extensif un rôle essentiel, sur lequel on n'insistera pas ici sinon pour dire qu'il a souvent été insuffisamment perçu ou souligné. En plus de ce rôle de production fourragère et de réserve de fourrage vert sur pied à la saison sèche, l'arbre est la source principale sinon exclusive de combustible dans de vastes régions, et il fournit en outre des perches de construction et autres bois de service. Enfin, les produits non ligneux ont parfois

1. Ingénieur des Eaux et Forêts, Les Cigales, Chemin de Bellevue, 83110-Sanary (France).

2. Mentionnons notamment les travaux de Chapman et Allen, Delwaille (1978) et Giffard (1975) cités dans la Bibliographie.

une importance prépondérante; un exemple notable en est la gomme arabique.

C'est en fonction de tous ces rôles de la végétation ligneuse que devront être conçues toutes les actions de «reboisement» envisagées, l'objectif général de mise en valeur étant la restauration d'une économie pastorale en équilibre avec le milieu naturel.

Les milieux

Le climat

Le climat de la zone sahélo-saharienne est un climat subdésertique, caractérisé par un déficit de saturation moyen annuel très fort (de l'ordre de 15 mm) et une pluviosité annuelle de 200 à 400 mm, irrégulière et très variable, le nombre de mois secs (<30 mm) étant de 8 à 11.

Il convient de bien souligner la différence fondamentale entre les climats subdésertiques du sud et du nord du Sahara. Ces derniers comportent un maximum de pluies hivernal et une saison sèche coïncidant avec les températures élevées d'été, tandis qu'au sud du Sahara le maximum pluviométrique se situe en été. Il en résulte des différences marquées dans la physionomie de la végétation naturelle, et également le fait que peu d'essences de reboisement se montrent adaptées à l'une et l'autre zones.

Les sols

Dans la zone sahélienne prédominent les sols bruns topicaux, ayant généralement un complexe argileux non kaolinique à saturation élevée. On y trouve également des sols moins évolués formés par des apports éoliens (dunes sableuses).

Une caractéristique générale importante de ces sols est qu'ils constituent des séquences («catenas») ou mosaïques complexes liées à la topographie. Il en résulte une hétérogénéité marquée des conditions de reboisement et des variations importantes dans la croissance des végétaux selon l'emplacement sur la pente.

Choix des terrains

On ne peut espérer réussir de plantations forestières en sec dans ces conditions marginales que s'il y a une nappe phréatique à profondeur convenable, ou si la nature du sol permet une bonne pénétration des eaux de pluie, et leur restitution aux racines des arbres. Les sols trop superficiels, présentant un horizon induré à faible profondeur, les sols trop rocheux et les sols à texture trop argileuse doivent par conséquent être exclus. Les sols sableux ou

sablo-limoneux profonds offrent par contre les conditions optimales. En raison de leur grande perméabilité ils permettent une pénétration profonde de l'eau de pluie, et par suite de la faible hauteur de remontée capillaire cette eau ne s'évapore pas en saison sèche. En outre la faible teneur en éléments colloïdaux fait que le point de flétrissement est rapidement dépassé, et que l'eau se trouve presque entièrement disponible pour les végétaux.

Choix des essences

Même lorsque le reboisement est principalement motivé par un objectif de protection, tel que la fixation de dunes par exemple, les essences employées doivent être choisies en fonction de leur capacité à fournir des produits utiles, soit :

- bois de chauffage, perches, et dans des cas exceptionnels bois d'oeuvre;
- fourrage (feuilles et gousses);
- gomme arabique, tanin, etc.

Dans le cas de plantations essentiellement destinées à la production de bois de chauffage et de service, il faut toujours songer aux plantations irriguées lorsqu'elles sont possibles, par exemple pour l'approvisionnement de villes situées sur un grand fleuve.

Nous examinerons rapidement, dans l'ordre alphabétique, les essences utilisables dans cette région.

Acacia albida : Étant donné que cette essence est surtout intéressante pour la zone sahélo-soudanaise, et qu'elle est traitée par ailleurs, nous n'en parlerons pas ici, son intérêt pour la zone saharo-sahélienne étant beaucoup plus limité.

Acacia nilotica (syn *A. scorpioides*) : Cette espèce présente trois sous-espèces : *A. nilotica* ssp. *nilotica* et ssp. *tomentosa*, qui forment des peuplements dans les parties saisonnièrement inondées des vallées des grands fleuves, et *A. nilotica* ssp. *adansonii* (syn *A. scorpioides* ssp. *adstringens*), beaucoup plus xérophile, que l'on rencontre dans les dépressions moins humides de la zone sahélienne. Il mérite d'être protégé là où il existe à l'état spontané, et pourrait même être employé en plantation. Les gousses sont, comme celles des autres sous-espèces, utilisées pour le tannage.

Acacia senegal, ou gommier, est une des espèces ligneuses les plus caractéristiques et les plus importantes de la zone sahélienne. C'est une essence pionnière peu longévive, qui fait l'objet dans la zone sahélo-soudanaise du Soudan d'un système d'aménagement traditionnel dans lequel elle constitue une jachère arborée alternant avec les cultures agricoles. Dans les zones plus sèches, où

l'agriculture en sec devrait être proscrite, la plantation d'*A. senegal* ne semble se justifier que dans le but de créer des gomméraires en vue de la restauration de sols dégradés par le surpâturage, le piétinement du bétail et la culture autour des points d'eau, fournissant en même temps aux populations pastorales un complément de ressources dans un système de semi-sédentarisation.

Acacia tortilis : Parmi les quatre sous-espèces reconnues en Afrique, *A. tortilis* ssp. *raddiana* est de loin la plus importante pour la zone considérée. Cet acacia est extrêmement résistant à la sécheresse, et fournit du bois de chauffage, et du fourrage par ses feuilles et ses gousses vertes. On doit surtout protéger les peuplements existants et les régénérations spontanées, mais on pourrait dans certains cas envisager de le planter.

Acacias australiens à phyllodes : On a depuis quelques années essayé un certain nombre d'espèces d'acacias australiens à phyllodes, dont certains s'avèrent très intéressants pour les zones moins arides d'Afrique tropicale, notamment *Acacia holosericea*, *A. tumida*, *A. pyrifolia*, *A. linarioides*, etc. Avant de les recommander pour les zones subdésertiques, il est prudent d'attendre les résultats définitifs des plantations expérimentales actuelles.

Azadirachta indica (*neem*) : Le neem n'est intéressant au-dessous de l'isohyète 400 mm que dans des conditions exceptionnellement favorables, par exemple en bordure des grands fleuves avec une nappe phréatique permanente à une profondeur n'excédant pas 2 à 3 mètres.

Balanites aegyptiaca : Espèce importante en zone sahélienne, mais à croissance lente et d'un intérêt limité pour le reboisement.

Conocarpus lancifolius (*damas*) : Originaire de Somalie et du sud de la péninsule arabique, c'est l'une des très rares essences à bois d'oeuvre des zones arides d'Afrique. On n'en a encore que peu d'expérience en plantations de production, mais il semble que malgré sa capacité de résister à une sécheresse prolongée dans des sols à bonne rétention en eau il faille le réserver à des stations à nappe phréatique permanente, ou irriguées.

Eucalyptus spp. : Nous ne les mentionnerons ici que pour dire qu'ils ne peuvent être utilisés qu'en plantations irriguées : *Eucalyptus camaldulensis*, *E. tereticornis*, et là où il y a une période d'arrêt de l'irrigation *E. microtheca*.

Parkinsonia aculeata : Produisant un bois de chauffage de qualité très médiocre, et un feuillage de bonne qualité fourragère mais peu fourni, cette espèce n'est guère intéressante que pour la constitution de haies vives.

Pithecellobium dulce : Essence très résistante à la sécheresse, et produisant des gousses comestibles.

Prosopis juliflora et autres *Prosopis* américains : Les *Prosopis* sont certainement parmi les essences les plus intéressantes pour la zone considérée, où ils ont été introduits de longue date, sous le nom de *Prosopis juliflora*, avec des résultats variés. La raison de l'échec relatif des *Prosopis* dans certaines régions est sans doute à rechercher dans la provenance des semences et dans l'imprécision de leur identité taxinomique. La taxinomie des *Prosopis* était en effet assez confuse jusqu'à la révision qui en a été faite par A. Burkart (1976). Parmi la quarantaine environ d'espèces américaines reconnues par Burkart, on peut indiquer comme a priori susceptibles d'être intéressantes pour cette zone : *Prosopis affinis*, *P. alba*, *P. chilensis*, *P. glandulosa*, *P. juliflora*, *P. nigra*, *P. pallida*, *P. pubescens*, *P. ruscifolia*, *P. tamarugo*, *P. velutina*.

Les *Prosopis* ont une croissance rapide, mais qui se ralentit après une dizaine d'années. Ils sont d'une manière générale extrêmement résistants à la sécheresse, et sont peu exigeants vis-à-vis du sol, les sols sableux ou sablo-limoneux profonds offrant les conditions les plus favorables. Ce sont de ce fait d'excellentes essences pour la fixation et le reboisement des dunes. La présence d'une nappe phréatique permanente, même à grande profondeur, se traduit par une croissance extrêmement vigoureuse dès que les racines des *Prosopis* l'ont atteinte.

Ils donnent un excellent bois de chauffage et de carbonisation, et même des petits bois d'oeuvre très résistants. En outre, les gousses constituent un excellent aliment du bétail, bien que les feuilles de beaucoup d'espèces ne soient pas appréciées par les animaux. Les *Prosopis* conviennent bien pour la constitution de haies et de brise-vent.

Il paraît indispensable d'effectuer des essais systématiques d'espèces et de provenances de *Prosopis*, avec des graines provenant tant des aires d'origine que des pays d'Afrique où ils ont donné de bons résultats.

Prosopis cineraria (syn. *P. spicigera*) : Originaire d'Inde et du Pakistan, *Prosopis cineraria* a un enracinement encore plus puissant que les *Prosopis* américains, et est encore plus résistant à la sécheresse. On utilise tant son feuillage que ses gousses pour l'alimentation du bétail. Son principal inconvénient est la lenteur de sa croissance.

Tamarix aphylla : Cette espèce très intéressante au nord du Sahara notamment pour la fixation des dunes doit, dans la zone sahélienne, être réservée à des stations présentant une nappe phréatique élevée : bordure de cours d'eau, brise-vent en terrains irrigués.

Ziziphus spp. : Les diverses espèces de *Ziziphus* (*Z. spina-christi*, *Z. mauritiana*, *Z. nummularia*, etc.) peuvent être intéressantes dans des conditions très difficiles, en raison de leur grande résistance à

la sécheresse. Leur croissance peut dans certains cas être rapide, lorsqu'elles bénéficient d'un bon approvisionnement en eau dans le sol.

Techniques de reboisement

Nous insisterons surtout ici sur les particularités qu'offrent les techniques de reboisement dans les zones très arides, par comparaison avec des régions de conditions écologiques plus favorables.

Récolte, conservation et traitement des graines

La récolte ne présente généralement aucune difficulté particulière. Il est recommandé, pour avoir une germination plus facile, de récolter les graines de certains acacias (exemples : *Acacia senegal*, *A. albida*) avant maturité complète des gousses.

La conservation des graines ne présente généralement pas de problèmes. Cependant les graines d'*Azadirachta indica* perdent rapidement leur pouvoir germinatif, et doivent être semées immédiatement après la récolte.

Les graines d'*Acacia* spp. et de *Prosopis* spp. doivent généralement être prétraitées avant le semis, la méthode la plus simple étant le trempage à l'eau bouillante. Le passage des graines de *Prosopis* dans l'intestin des animaux qui consomment les gousses est une méthode très efficace, qui peut avantageusement être utilisée dans le cas de plantations à petite échelle.

Les *Tamarix* sont pratiquement toujours multipliés par boutures.

Semis direct

Le semis direct n'est généralement pas possible dans les conditions climatiques de la zone sahélienne, mais il convient de ne pas l'exclure totalement a priori, et de chercher à l'appliquer chaque fois qu'il a des chances raisonnables de réussite.

Pépinières

Les plants sont généralement élevés en récipients, le plus souvent sachets de polyéthylène dont la taille ne devra pas être trop réduite. Les pots de terre crue sont utilisés au Soudan pour *Acacia senegal*.

Il faut utiliser des plants suffisamment jeunes, ayant une consommation en eau moins élevée. On a en général tendance à utiliser des plants trop âgés et trop développés.

Préparation du terrain

Il convient d'éliminer totalement la concurrence de la végétation spontanée par un défrichement

soigné, et d'assurer l'infiltration de la plus grande proportion possible des eaux de pluie, par des ouvrages tels que banquettes et gradins de D.R.S., ou encore bourrelets en croissant, qui assurent en même temps une protection contre l'érosion par ruissellement.

Même dans les sols sableux légers il peut y avoir un tassement ou un glaçage du sol en surface qui diminue considérablement l'infiltration même sur de faibles pentes. Un sous-solage croisé, tel qu'il est pratiqué à Mbiddi (Sénégal), donne dans ce cas d'excellents résultats.

Plantation

La période favorable pour la mise en place des plants est généralement très courte, et difficile à déterminer à coup sûr. Il importe dans tous les cas de planter dès le début de la saison des pluies, en trempant les sachets de polyéthylène dans l'eau afin d'assurer aux plants une réserve d'eau qui leur permettra de surmonter une période sèche survenant après les premières pluies. Lorsque c'est possible, on arroses au moment de la plantation, et par la suite en cas d'insuffisance des précipitations.

L'espacement des plants doit en règle générale être d'autant plus grand que le climat est plus aride. Il ne faut pas hésiter à adopter des espacements larges, même pour des essences à cime relativement peu développée, par exemple 6 × 6 m, 8 × 8 m, et même 10 × 10 m ou plus. Le but n'est pas comme dans des régions plus arrosées de fermer le couvert et couvrir totalement le sol, mais d'assurer aux arbres, dès le départ, un grand volume de sol que leurs racines occuperont très rapidement, et d'avoir un plus petit nombre par hectare de sujets vigoureux dont la croissance sera beaucoup plus rapide.

Entretien des plantations

Regarnis

Il est souvent difficile de les effectuer au cours de la même saison de plantation, étant donné la courte durée de celle-ci.

Arrosage

Il est évidemment souhaitable d'arroser les jeunes plantations afin de diminuer la mortalité due à la sécheresse, et d'accélérer la croissance, mais c'est une opération coûteuse qu'il ne sera souvent pas possible d'envisager.

Dés herbages

Le dés herbage et le binage ont pour but de conserver le plus d'eau possible dans le sol à la disposition des plants forestiers, en limitant la

concurrence des plantes adventices et l'évaporation.

Le premier binage peut avoir lieu 6 à 8 semaines après la plantation, et être répété ensuite une ou deux fois de façon à maintenir toute la surface du sol libre de végétation. Ces entretiens se poursuivront pendant les 2 ou 3 premières années.

Élagage — Éclaircies

L'élagage des arbres destinés à fournir du bois de chauffage est inutile ou même nuisible. Cette opération n'est nécessaire que si l'on vise la production de perches.

Dans les zones très arides il est préférable, comme il a été dit plus haut, de planter à larges écartements, qui correspondront le plus souvent aux écartements définitifs, supprimant ainsi la nécessité d'éclaircies ultérieures.

Plantations d'*Acacia senegal*

Nous ne traiterons ici que très brièvement des techniques de plantation d'*Acacia senegal*, surtout mises au point au Soudan où cette essence joue un rôle très important.

Récolte et conservation des graines

Des essais effectués en Inde ont montré que la germination optimale était obtenue en récoltant les semences 10 jours après l'apparition des gousses vertes garnies de graines, au moment où leur couleur commence à virer au bronze. Il faut en tout cas récolter avant que les gousses ne sèchent et s'ouvrent.

Les semences se conservent facilement 2 ou 3 ans, ce qui permet de faire face à une année éventuelle de fructification déficiente. Il faut les traiter contre les attaques de bruchidés et les conserver au sec ou dans des récipients étanches.

Prétraitement des semences

Il n'est pas nécessaire; il est même à déconseiller dans le cas de semis direct, la germination étalée des semences non traitées assurant de plus grandes chances de réussite si les conditions climatiques sont défavorables et les pluies irrégulières.

Semis direct

Le semis direct donne de bons résultats au Soudan, où l'on sème en potets de 30 cm au cube, à un espacement de 4 × 4 m, à raison de 3 à 5 graines par potet.

Élevage des plants en pépinière

On utilise des sachets de polyéthylène ou des pots de terre crue. Le semis peut se faire à l'avance, les graines ne germant que lorsqu'on commence les arrosages.

On utilise de préférence des plants de 3 à 4 mois arrosés avec modération. On procède à un habillage des racines.

Plantation et entretien

On plante au Soudan à 4 × 4 m, soit 625 plants/hectare, ce qui semble trop dense. D'après les résultats obtenus à Mbiddi (Sénégal Nord), l'espacement optimal semblerait être 8 × 8 m, soit 156 plants/hectare.

Production de gomme

On provoque la formation de gomme en arrachant sur le tronc et les branches des bandes d'écorce de 2 à 4 cm de large sur 10 à 20 cm de long. Les nodules de gomme de 2 à 5 cm de diamètre qui se forment sont récoltés 30 à 45 jours plus tard, et ensuite à intervalles de 1 à 2 semaines. On peut faire de 4 à 6 récoltes de gomme au cours d'une saison.

Au Soudan, dans les «gum gardens», on commence le gommage d'*Acacia senegal* 3 à 4 ans après l'abandon de la culture agricole, lorsque les arbres ont 2 à 3 mètres de hauteur. Le maximum de récolte se situe entre 7 et 10 ans. Dans le système traditionnel on défriche la gommaraie à un âge du peuplement se situant entre 10 et 15 ans, et on remet en culture pendant 4 à 6 ans, la durée totale du cycle étant ainsi normalement de 15 à 20 ans.

On a constaté que la production de gomme variait considérablement selon les individus et les provenances, c'est pourquoi on a entrepris au Soudan une sélection systématique d'*Acacia senegal*.

Conclusion

Ce rapide tour d'horizon sur les problèmes de reboisement dans les zones très arides du Sahel nous a permis d'en faire ressortir les principales particularités. Au risque de nous répéter, nous soulignerons à nouveau que, alors que les actions forestières dans les zones moins arides s'insèrent dans un milieu essentiellement agricole, où l'agrosylviculture peut contribuer à la restauration d'un équilibre écologique et économique satisfaisant, dans la zone sahélienne aride elles doivent s'intégrer dans un aménagement global du territoire qui est fondamentalement de caractère pastoral. On a

affaire là à ces écosystèmes dont l'équilibre fragile peut être gravement perturbé par des interventions intempestives ou irréfléchies, telles que la mise en culture de sols sujets à l'érosion sous des pluviométries insuffisantes, ou simplement la création d'un nouveau point d'eau non accompagnée des mesures d'aménagement pastoral indispensables.

Le forestier doit faire un effort particulier pour s'adapter à ce milieu sahélien, où il se trouve tout d'abord dérouté par des facteurs tels que la mobilité des populations humaines et animales qui l'habitent, l'imprévisibilité du climat, le rôle multiple de l'arbre dans l'économie traditionnelle, où les tentatives pour introduire la notion classique de domaine forestier se sont avérées vaines. Le rôle du forestier, en raison de sa compréhension des problèmes d'équilibre écologique, est néanmoins capital dans l'aménagement des ressources naturelles de la zone sahélienne, et doit aller au-delà des actions de plantation d'arbres, dont l'aspect technique nous a retenus au long de cet exposé.

Résumé des commentaires et discussions

- M. Diguera estime que l'on doit dans la zone sahélienne mettre l'accent sur la régénération naturelle, grâce à des mises en défens appropriées, plutôt que sur le «reboisement». Tous les participants au colloque, y compris l'auteur de l'exposé, sont d'accord sur ce point, cependant M. Hamel souligne que la succession d'années de sécheresse et de pluies déficientes et irrégulières a entraîné la disparition de certaines espèces, dont il n'y a plus de graines disponibles dans le sol.

- En ce qui concerne le choix des essences, M. Diaté indique que le *Parkinsonia* peut être intéressant dans certains cas, par exemple pour la fixation des berges dans des terrains plus ou moins salés (région de Saint-Louis). M. Hamel mentionne l'intérêt de *Poupartia* (= *Sclerocarya*) *birrea*, bien que l'on ne maîtrise pas encore bien les techniques de pépinière; il indique par ailleurs que certains des *Prosopis* mentionnés ont été essayés au Sénégal et ont échoué, notamment *P. tamarugo*. M. Sène remarque que *Pithecellobium dulce* est résistant, mais pas très résistant à la sécheresse.

- M. Poulsen pense qu'il faudrait étudier davantage les possibilités du semis direct, notamment par l'emploi de semences enrobées, rechercher des moyens pour activer la pousse des racines, par le sous-solage par exemple. M. Le Houérou estime également que l'on n'a pas suffisamment étudié le semis direct. M. Hamel indique que pour les

espèces dont la germination est étalée dans le temps il convient d'utiliser à la fois des semences non traitées, et des semences traitées dont on sera sûr qu'elles germeront rapidement une fois semées dans des conditions climatiques favorables. Un des principaux problèmes du semis direct, comme le souligne M. Sène, est la concurrence de la végétation herbacée.

- M. Charreau estime que le sous-solage n'a pas seulement pour effet de favoriser l'infiltration de l'eau, mais également la pénétration des racines, d'où l'intérêt de l'effectuer même en terrain plat. Il évoque par ailleurs la possibilité de pratiquer une méthode de «dry farming», consistant à ameublir le sol en surface à la fin de la saison des pluies, l'année précédant la plantation, afin de diminuer l'évaporation pendant la saison sèche et conserver davantage d'eau dans le sol.

- M. Gorse insiste sur la nécessité d'endurcir les plants en pépinière, en limitant les arrosages. Il recommande par ailleurs de faire un paillage autour des plants au moment de la mise en place.

- M. Kane pense que le premier désherbage doit avoir lieu beaucoup plus tôt, la pousse de l'herbe étant très rapide en zone sahélienne; il indique 1 à 2 semaines après la plantation. Un second binage sera fait à la fin de la saison des pluies.

- En ce qui concerne *Acacia senegal*, M. Seif el Din précise que la densité de 4 × 4 m a été adoptée au Soudan pour de zones recevant 400 mm de pluies annuelles, et qu'elle permet une bonne couverture du sol et une fermeture du peuplement qui crée des conditions microclimatiques favorables à la production de gomme. L'espacement devrait être plus grand dans des zones plus sèches, mais il faut selon lui ne pas adopter des espacements trop larges si l'on vise essentiellement la production de gomme arabique.

- M. Sène traduit le sentiment général des participants en soulignant que, dans la zone sahélienne s.s. (c'est-à-dire au nord de l'isohyète 400 mm), les plantations forestières ne sont économiquement envisageables que dans un but particulier, par exemple pour améliorer l'environnement autour des forages où la végétation a été très dégradée, ou en vue d'une production intensive de gomme arabique. Hormis ces cas particuliers, les superficies à traiter sont si vastes que l'on ne peut espérer y parvenir que par des méthodes extensives faisant appel à un aménagement sylvo-pastoral rationnel, et dans certains cas à un enrichissement par semis direct qu'il convient de ne pas écarter a priori, ce mode de régénération réussissant parfois très bien lorsqu'on parvient à éliminer la concurrence herbacée.

Rôles de l'arbre et son intégration dans les systèmes agraires du nord du Sénégal

C. Dancette¹ et M. Niang²

Le Sénégal peut être divisé en deux zones climatiques, de part et d'autre d'une ligne joignant Louga et Matam.

Au nord : la zone aride avec moins de 2 mois au cours desquels la pluviométrie moyenne est supérieure ou égale à l'évapotranspiration potentielle (ETP)³.

Au sud de cette ligne, le pays appartient à la zone semi-aride sèche (2 à 5 mois avec $P \geq ETP$), à l'exception de l'extrême Sud un peu plus humide.

L'évapotranspiration potentielle annuelle est très forte au Sénégal : 2 400 mm à Richard-Toll au nord du pays pour 270 mm de pluviométrie moyenne; 2 010 mm à Bambej au centre du pays pour 630 mm; 1 680 mm à Séfa au sud pour 1 210 mm.

Par ailleurs, durant la période où l'ETP est supérieure ou égale à la pluviométrie, la demande évaporative qui conditionne les besoins en eau des cultures (et des arbres aussi) peut être supérieure de 40 % dans le nord du pays, par rapport à Bambej, situé au centre-ouest; elle est par contre moins forte (de 35 %) dans le sud par rapport à la même station.

Si l'on veut s'assurer des chances suffisantes de succès en agriculture pluviale, il est dangereux de se baser sur les moyennes pluviométriques; il vaut mieux se baser sur un seuil de probabilité de 80 %. A la limite nord, où la moyenne est de 300, on ne

dispose plus que de 200 mm à ce seuil de probabilité de 80 %; au centre, où la moyenne est de 650 mm, on ne dispose plus que de 480 mm; au sud, où la moyenne est de 1 500 mm, on ne dispose plus que de 1 200 mm.

On s'aperçoit alors que l'agriculture pluviale devient marginale et trop aléatoire, dans presque toute la moitié nord du pays, avec des températures très élevées, un air très sec et des vents violents (érosion éolienne).

La période de sécheresse très grave que nous avons traversée de 1968 à 1977 trouve son prolongement dans la saison des pluies qui vient de s'achever (1979) à la fois déficitaire et irrégulière. Pendant ces dix années de sécheresse, la quantité d'eau qu'on peut estimer avoir perdu (30 à 40 % de déficit par rapport à la normale selon les zones dans la moitié nord du pays) pourrait atteindre 120 milliards de m³ sur les 81 000 km² au nord de l'isohyète 700 mm. A titre comparatif, le volume de toute la nappe du Lutétien est estimé à moins de 10 milliards de m³ (zone de Thiès, Diourbel, Louga) et celle du Maestrichtien à 3 000 milliards (Rapport national pour la Conférence sur la désertification, Nairobi, 29 août–9 septembre 1977).

L'existence d'une forêt dense verte nécessite une pluviométrie annuelle supérieure à l'ETP (1 500 à 2 400 mm). Néanmoins, des densités d'arbres appréciables sont compatibles avec des pluviométries inférieures à l'ETP. Ainsi, grâce à des conditions édaphiques favorables (sols sableux profonds et perméables) ou à la présence d'une nappe à faible profondeur, des cultures annuelles peuvent être associées à des peuplements arborés, avec des quantités d'eau plus faibles et même aléatoires. Les efforts entrepris actuellement pour le reboisement en vue de la lutte contre la désertification s'inscrivent dans le contexte de la sécheresse. Les agronomes souhaitent participer efficacement à cette oeuvre méritoire et exaltante en montrant qu'il n'y a pas antinomie entre le développement de l'agri-

1. Agroclimatologiste, Centre national de recherches agronomiques de Bambej, Institut sénégalais de recherches agricoles, Bambej (Sénégal).

2. Chercheur scientifique, Centre national de recherches agronomiques de Bambej, Institut sénégalais de recherches agricoles, Bambej (Sénégal).

3. Rappelons que l'ETP représente la consommation hydrique potentielle d'un couvert herbacé dense et homogène bien pourvu en eau et éléments fertilisants et dont la consommation ne serait limitée que par les facteurs purement climatiques, notamment le rayonnement solaire.

culture et la conservation des ressources naturelles. Les réflexions que nous exprimons ci-dessous s'inscrivent dans ce domaine.

Les avantages agronomiques de l'arbre

Point de vue agroclimatique

Les cultures annuelles et le couvert herbacé s'alimentent en eau, dans des sols relativement profonds et sableux comme au Sénégal, dans les deux premiers mètres. Par contre, les arbres s'alimentent dans les couches inférieures, entre 2 et 15-20 mètres et quelquefois jusque dans la nappe phréatique d'origine pluviale. Les arbres contribuent à tempérer le climat tout au long de l'année, contrairement aux cultures et formations herbacées; en effet ils puisent l'eau stockée en profondeur mais en transpirant la plus grande partie, comme tous les êtres vivants. La transpiration (phénomène général de l'évaporation) qui mobilise une quantité importante de calories (54 calories par m³ d'eau) est par là source de fraîcheur.

L'augmentation de l'humidité relative de l'air, le rafraîchissement, l'ombrage, la réduction de la vitesse du vent grâce à la rugosité du couvert arboré (qu'il soit dispersé ou aligné) sont autant de facteurs qui contribuent à tempérer de façon importante le climat, surtout pendant la saison sèche. Sans les arbres, le climat du Sénégal serait aussi insupportable qu'en plein Sahara. Pendant la saison des pluies, et surtout en période de pré-hivernage, l'humidité rejetée par les arbres contribue certainement, parallèlement aux remontées d'air humide de la mousson, à «amorcer la pompe» et à favoriser les précipitations.

Enfin, au Sénégal, les vents de saison sèche sont importants et aggravent les conditions d'aridité (alizés continentaux de secteur nord-est sahariens et d'est ou harmattan). L'érosion éolienne est responsable d'un véritable transfert de fertilité et même d'une perte irrémédiable d'éléments fins (particules agiles, etc.). Ceux-ci sont entraînés vers la mer, ou plus au sud; dans ce dernier cas, ils sont repris par l'érosion pluviale et perdus dans les mangroves et les estuaires. Les arbres, par leur effet de brise-vent, limitent ce phénomène, ralentissant la progression du désert.

Une étude faite au CNRA de Bambey entre 1965 et 1967 (P.G. Schoch et C. Dancette) a montré que par rapport à un champ dégradé, sans arbres, ou l'ETP atteignait 2 230 mm par an, on pouvait tomber à 1 820 mm dans les brise-vent à *Acacia albida* (cads) et même à 1 520 mm dans un lieu encore plus protégé par des constructions voisines et par des haies de neems ou de prosopis, soit une

réduction de l'ETP (et donc de besoins en eau) de 18 % et 32 % respectivement. Dans le champ traditionnel à *Acacia albida* dispersés, la réduction (plus forte en 1965) n'avait été en 1966 que de 5 % par rapport au grand champ sans arbres, mais ceci est loin d'être négligeable.

On s'était déjà aperçu que les semis, en année où les pluies s'établissent difficilement, réussissent mieux dans les champs traditionnels sèreres que dans les champs modernes, déboisés sur de grandes surfaces (type de culture industrielle), d'où la politique de rideaux brise-vent adoptée par la suite à partir des années 50, surtout dans les stations et grands périmètres agricoles.

Une étude plus récente a montré de même à Djibélor que l'évaporation en rizière traditionnelle de bas-fond encaissée et entourée d'arbres épais ou en clairière de mi-pente pouvait être réduite par rapport à une rizière moderne dégradée, dans une vallée large et exposée au vent (réduction tant en saison sèche qu'en saison des pluies de l'ordre de 40 % de l'évaporation, sur une période de 5 ans)⁴.

Par ailleurs, l'arbre modifie le régime pluviométrique et les principaux facteurs climatiques sous son couvert (réduction des amplitudes thermiques, hausse de l'humidité, etc.). Il s'agit là d'effets climatiques très localisés mais qu'il ne faut pas négliger, car la culture sous l'arbre et en particulier sous *Acacia albida* est souvent privilégiée dans de nombreux terroirs soudaniens et soudano-sahéliens (Dancette et Poulain, 1969).

Point de vue agrochimique

Les résultats de nombreux travaux effectués sur la question par Vidal, Charreau et Poulain (IRAT) et Jung (ORSTOM) au CNRA de Bambey et dans les environs (en milieu paysan à Silane) ont été repris par Giffard (CTFT) dans d'importantes synthèses (1971). L'étude menée par Poulain et Dancette montre qu'en agriculture traditionnelle de type sèrère, *Acacia albida* peut compenser ponctuellement (sous le couvert de l'arbre) l'absence de fertilisation chimique, que ses avantages agroclimatiques sont indéniables et qu'il conviendrait de l'utiliser en brise-vent alignés avec de préférence des céréales ou des cultures fourragères sous son couvert. Ces travaux ont en outre révélé l'importance des apports de matière organique par l'arbre, d'une façon générale... Mais est-ce suffisant pour régénérer des sols épuisés? Les tentatives ont été faites dans ce domaine dans le département de Mbacké. Enfin l'arbre peut ramener à la surface les

4. ISRA/Djibélor (Casamance). Résultats non encore publiés.

éléments chimiques lessivés en profondeur comme les nitrates.

Contribution des arbres à la production agricole

Alimentation humaine

Voici quelques exemples d'arbres qui contribuent à l'alimentation humaine :

Le baobab (Adansonia digitata) qu'on rencontre en peuplements presque purs autour de tous les villages, et dont la présence s'explique par l'utilisation de ses différentes parties aériennes dans les recettes culinaires : les feuilles sont séchées et réduites en une poudre qui est utilisée pour «lier» les grains du couscous; la pulpe farineuse du fruit sert à préparer un succédané du lait, accompagnant les bouillies, sans parler de ses vertus médicinales.

Le ronier (Borassus aethiopicum) : La sève donne en fermentant un vin très apprécié en pays sérère et même dans les débits de boissons clandestins des villes comme Thiès et Dakar; les fruits peuvent être consommés de différentes manières : l'albumen du fruit vert (koni) constitue une gelée mangée par les enfants et même les grandes personnes. Le «ron» (fruit mûr) grillé et réduit en une bouillie rouge-orange est consommé en période de disette. La graine en germant donne une longue racine appelée «dakha» qui est mangée, bouillie. Enfin, le cœur du palmier (bourgeon terminal) peut être préparé en salade.

Le nété (Parkia biglobosa) : La pulpe des fruits est mangée par les enfants. Les graines écrasées et fermentées donnent le «nététou» qui sert à relever les sauces.

Le dimb (Cordyla pinnata) : Le fruit vert (kharlar), riche en protéines, remplace la viande dans les sauces, alors que le fruit mûr donne un jus de couleur jaune.

Le soump (Balanites aegyptiaca) est une espèce dont on extrait une huile à partir de l'amande.

Alimentation du bétail

*Acacia albida*⁵ constitue un véritable arbre fourrager qui permet, en pays sérère, d'entretenir d'importants troupeaux de petits ruminants, grâce à son feuillage (les jeunes rameaux sont élagués à la fin de la saison sèche) et à ses gousses très appréciées. Il a certainement contribué à sauver une partie du cheptel sénégalais et mauritanien au cours de la terrible sécheresse qui a succédé à l'hivernage très déficitaire de 1977.

On dit que dans des zones du Niger où la charge habituelle de bétail est de 10 unités au km², on peut

atteindre 18 à 20 unités/km² dans les zones à *Acacia albida*⁶.

Les feuilles de nombreux autres acacias sahéliens sont aussi appréciées : *Acacia raddiana* (seng), *Acacia seyal* (sourour), *Acacia nilotica* (goniaké), etc.

Usages techniques

Mentionnons le bois d'oeuvre, les cordages (baobab), le bois de chauffage utilisé directement comme sous-produit de l'élagage destiné à nourrir le bétail et le charbon de bois. Les stipes du ronier donnent un bois imputrescible (ponts et pilotis); les pétioles de ses palmes servent à fabriquer des meubles, des tamis; les fibres donnent une sorte d'éponge; le limbe est utilisé pour faire des nattes, couffins, éventails, corbeilles, cordages; les nervures secondaires pour confectionner des balais; les palmes entières pour recouvrir les toits de case, etc. La gomme d'*Acacia senegal*, qui fait l'objet d'un commerce international, est utilisée notamment dans l'industrie pharmaceutique.

Importance dans la société rurale

Outre les usages médicaux, les produits issus des arbres alimentent un commerce de plus en plus important dans les sources de revenu des ruraux. Les arbres contribuent également à l'amélioration de l'habitat par l'ombrage fourni dans les concessions. Ils servent de lieu de réunions ou simplement de rencontre et souvent aussi de lieu de culte (bois sacrés).

Formes d'aménagements agro-forestiers

Aménagements traditionnels

Basés sur une sélection

Dans ce cas, on maintient, dispersées au milieu des champs, les essences utiles et on supprime les autres. Le plus souvent, il s'agit d'une association de l'arbre et des cultures, comme dans les terroirs à base d'*Acacia albida* avec rotations mil-niébé et arachide (zones sérères) ou dans les paysages ruraux du Sine Saloun, à base de dimb (*Cardyla pinnata*) avec une rotation céréales-arachides, et coton depuis quelques années.

Basés sur une plantation

En pays sérère, autour de Thiès, les roniers sont plantés en association avec les cultures. On trouve le plus souvent les baobabs dans les villages, mais aussi à l'emplacement d'anciennes habitations occupées actuellement par des cultures. Les arbres fruitiers sont généralement en plantations pures;

5. Cad en oulof et Saas en sérère.

6. *Tropical legumes : Resources for the future*. National Academy of Sciences, Washington, 1979.

cependant, il n'est pas rare de rencontrer des cultures dans les jeunes vergers, au moins pendant les deux ou trois premières années.

Aménagements plus récents

Sous l'influence de divers services techniques (Agriculture, Eaux et Forêts, sociétés d'intervention, recherche agronomique, etc.), on observe maintenant des formes de peuplements arborés plus modernes. L'arbre est alors utilisé selon une disposition géométrique de façon plus rationnelle que dans les peuplements dispersés plus fréquents en milieu paysan. Cependant, il serait utile d'étudier l'effet des deux formes respectives d'aménagement sur le milieu et les cultures.

- On peut ainsi trouver des *bandes forestières* de mise en défens, alternées avec des bandes cultivées : voir les aménagements de Boulel, Darou, Terres Neuves, etc.

- Il existe aussi des brise-vent alignés avec des écartements variables sur les lignes et entre les lignes. On en rencontre dans les environs de Thiès (Anacardium Occidentale) et Mbacké, et dans les stations et points d'appui de la recherche agricole (Bambey, Ndièmane, Nioro du Rip, Sinthiou Malème, etc), constitués de neems (*Azadirachta indica*), d'eucalyptus, de gmélina.

- A Bambey, la régénération naturelle d'*Acacia albida* pour la constitution de brise-vent a été favorisée par la mise en défens d'étroites bandes distantes de cinquante mètres.

- Les paysans utilisent de plus en plus ces arbres en alignements pour délimiter leurs champs; ceci constitue une forme de mise en valeur destinée à affirmer leurs droits d'usage.

- Le service des Eaux et Forêts a contribué à la création de bois de villages dans toutes les régions du pays.

- Dans d'autres cas, on a créé des *petites plantations individuelles* dans les exploitations (parcelles d'un quart d'hectare dans les unités expérimentales du Sine Saloum); ces parcelles sont en plantation pure ou en association avec des cultures.

- Enfin on peut citer les alignements d'arbres en bordure des routes, des chemins et des rues de villages.

Inconvénients pouvant résulter de la présence des arbres pour les cultures et problèmes à considérer

La concurrence hydrique entre les arbres et les cultures

Alors qu'elle n'avait jamais été observée avec des essences locales comme *Acacia albida* à racine

pivotante, elle est spectaculaire en année à pluviométrie limitée, avec les neems (*Azadirachta indica*), et l'on peut constater, comme en 1977 et 1979 au CNRA de Bambey, des effets de sécheresse sur le mil et l'arachide sur 15 à 20 m de part et d'autre des lignes de neems. Ceci est lié au type d'enracinement plus traçant, à l'activité racinaire, au type de gestion de l'arbre.

On sait maintenant que le neem ne perdant pas ses feuilles comme le cad, pendant la saison des pluies, il convient de l'émonder sévèrement en mai ou en juin, avant l'hivernage pour qu'il ne concurrence pas trop les cultures.

Parfois même il faudrait couper les racines latérales pour les isoler en quelque sorte des parcelles cultivées.

Contraintes pour la mécanisation des travaux

La présence de souches dans les parcelles cultivées constitue une gêne pour l'utilisation des machines agricoles et rend pénible le travail puisqu'il faut fréquemment soulever les machines ou faire des détours pour les éviter. En culture motorisée, il est fréquent de casser des pièces travaillantes dans un champ non déssouché; si on peut raser le tronc d'un cad avec une charrue, sans risque, il n'en est pas de même avec d'autres essences. On peut y remédier dans les plantations ou dans le cas d'aménagement d'une végétation naturelle en adoptant un maillage géométrique; on économisera ainsi du temps et du matériel. Encore faudrait-il que le maillage soit compatible avec le passage d'engins ou de matériel de transport!

Les épines de certaines essences (*Acacia*) peuvent provoquer des crevaisons de pneumatiques. C'est là un inconvénient non négligeable du fait de l'équipement des paysans en matériel de transport dotés de pneus.

Certaines essences sont incompatibles avec des cultures sous-jacentes du fait de leur ombrage trop épais, ou de la toxicité des produits de décomposition de leurs différents organes ou de l'excrétion de certaines substances. Cependant la réduction du rayonnement solaire est parfois favorable, parfois néfaste pour les cultures et il y a là de nombreuses recherches à effectuer en fonction du type de couvert et du type de plantes cultivées.

En ce qui concerne l'éclaircissement, *Acacia albida* présente encore un avantage certain, puisque son ombre est faible pendant l'hivernage (il n'a pas de feuilles et seules ses fines ramifications peuvent faire un peu d'ombre et continuer à assurer un léger effet brise-vent). C'est pourquoi avant l'introduction et la diffusion de toute essence nouvelle, celle-ci devrait être testée au préalable en plantation pure et en association avec les principales cultures

de la région concernée, et celles-ci comparées avec les cultures pures.

Certaines essences constituent de véritables dormitoirs pour les déprédateurs des cultures (chauves-souris et mange-mil).

En fait, aucun de ces inconvénients ne suffit pour exclure les arbres des zones de culture, comme on l'a fait de façon hâtive dans certains paysages agricoles modernes (grandes plaines du sud des États-Unis notamment). Les avantages de la présence des arbres l'emportent de beaucoup sur les inconvénients. Les agronomes reconnaissent unanimement l'utilité de l'arbre dans les systèmes agraires traditionnels du Sénégal pour la conservation et l'amélioration de la fertilité des sols et la protection contre la désertification. Néanmoins, il convient de rechercher les formes les plus adéquates pour son intégration dans le cadre d'une modernisation de l'agriculture.

Orientations de travail souhaitées par la recherche agricole en vue d'une meilleure intégration de l'arbre dans les terroirs

Bilan hydrique et gestion rationnelle des ressources en eau en vue d'une meilleure adaptation des arbres au milieu pédoclimatique

Nous connaissons mal actuellement les *besoins hydriques des couverts arborés*, selon les espèces d'une part et les densités de plantation d'autre part. Il devrait y avoir à ce niveau beaucoup plus de travaux de recherche avec bien sûr davantage de moyens financiers et humains.

On connaît mieux les besoins en eau des diverses espèces annuelles cultivées ou de la jachère herbacée. On peut déduire par différence entre la pluviométrie effectivement reçue ou prévisible à divers seuils de probabilité et les besoins en eau des cultures annuelles, ce qui peut drainer en dessous d'une profondeur donnée (1,5 à 2 m) et contribuer à l'alimentation hydrique des arbres (reconstitution des réserves hydriques du sol) et à la recharge des nappes.

La jachère d'herbe est le type de couvert le plus dispendieux en eau (650 à 700 mm et le plus souvent toute la pluviométrie reçue dans la zone de Bambey, par exemple). Il est prouvé que c'est elle qui laisse le moins d'eau échapper en profondeur pour les arbres.

Dans la zone de Diourbel, et ce serait pareil à Louga, avec des valeurs encore plus élevées du fait d'une demande évaporative plus importante, les besoins hydriques des plantes annuelles s'élèvent par exemple : à près de 600 mm pour des mils et arachides de 120 jours; à près de 420 mm pour des

mils et arachides de 90 jours; à près de 340 mm pour des mils et niébé de 75 jours.

Les pertes hydriques vont de 150 à 200 mm d'évaporation pour un sol nu.

Il est donc manifeste que compte tenue de la pluviométrie moyenne de cette zone (650 mm de moyenne et 480 mm et plus, au seuil de 80 % des années), *l'arbre en milieu cultivé sera favorisé par les cultures à cycle court.*

L'idéal serait de préconiser, pour favoriser le développement des arbres, le maintien *du sol nu* (150 à 200 mm d'évaporation); ceci est à considérer, compte tenu du coût du désherbage, *pour des plantations pures, de type spéculatif.*

On peut se demander si à la limite, au vu de ce qu'on observe souvent dans les plantations, il ne vaudrait pas mieux préconiser des cultures sarclées de cycle court, dans les jeunes plantations, plutôt que de les laisser envahir par des espèces adventices si difficiles et si coûteuses à éliminer. C'est pour cela que nous conseillons la culture de variétés à cycle court, laissant une marge résiduelle appréciable entre la pluviométrie espérée et leurs besoins en eau. Pour favoriser la présence des arbres dans les parcelles cultivées, l'agronome doit accepter de ne pas viser le rendement maximal, mais une production moins élevée sur les cultures annuelles et plus régulière, le manque à gagner pouvant être compensé par la production de fourrages, de feuilles et de bois, par les arbres, en plus de l'amélioration générale du milieu physique, sans investissements excessifs (engrais et amendements, recours à l'irrigation de complément, etc.).

- Là où il tombe 650 mm en moyenne et où l'on peut espérer atteindre ou dépasser, dans 80 % des cas, 400 mm, il faudrait accepter de cultiver des variétés de 90 jours consommant 400 à 420 mm et qui laissent un excédent hydrique appréciable pour les arbres et pour l'alimentation des nappes.

- Là où la moyenne n'est que de 450 mm, et le seuil à 80 % des cas de 300 à 320 mm, il faudrait cultiver des variétés de 75 jours exigeant 300 à 350 mm seulement.

Il faut tout mettre en oeuvre pour que partout, et le plus souvent possible (dans 80 % des cas au moins), la différence pluies-besoins en eau des espèces ou variétés cultivées retenues soit positive et puisse être utile aux arbres. Nous sommes persuadés que le remplacement par exemple des mils sanio de 120 jours par les mils souna de 90 jours (dont les souna III sélectionnés par la recherche) a été bénéfique du point de vue bilan hydrique, et même bien sûr, du seul point de vue de la régularité des rendements, au cours des récentes années sèches. La sécheresse des dix dernières années aurait été encore bien plus grave à tous points de vue (vivrier, hydrique en général) s'il n'y

avait eu alors que les mils de 120 jours au potentiel de production limité et aux fortes exigences en eau ou encore les arachides communes de 120 jours, plutôt que les arachides sélectionnées de 90 jours. L'avenir est peut-être aux futurs mils de 75 à 80 jours et même de 60 jours, pour les conditions les plus marginales du nord du pays.

Influence directe de l'arbre sur les rendements

Comme nous l'avons dit plus haut, l'effet direct des essences forestières sur les diverses cultures sous-jacentes est mal connu. Si l'effet bénéfique d'*Acacia albida* est indéniable, celui des autres essences, et surtout des essences introduites, est moins connu; il peut être même défavorable. Aussi souhaiterions-nous que dans leurs zones d'adaptation et de diffusion, les nouvelles essences fassent systématiquement l'objet d'essais de type agronomique avec une comparaison de la productivité de chacun des systèmes ci-dessous :

- cultures annuelles pures
- plantations d'arbres pures
- association plantation d'arbres—cultures annuelles.

Cela permettra de répondre à la question suivante : Est-il en définitive plus intéressant sur le plan économique et à long terme de faire des plantations arborées pures, des cultures annuelles pures, ou une association arbres—cultures? Pour les différentes raisons d'ordre agroclimatique et socio-économique citées ci-dessus, nous donnerions la préférence à l'association «arbres—cultures».

En attendant d'arriver à une évaluation quantitative de tous ces systèmes, nous ne pouvons qu'adhérer aux systèmes traditionnels qui ont fait leurs preuves, comme les systèmes «*Acacia albida*/rotation céréales—légumineuses» des terroirs sèrères. Il n'est pas impossible que d'autres essences soient aussi bénéfiques, et d'autant plus, qu'elles seront implantées et gérées de façon rationnelle avec comme critères de choix : la croissance rapide, la facilité de reproduction, l'appétabilité, la possibilité d'utilisations multiples (bois, fixation d'azote atmosphérique, etc.).

Mode d'aménagement agricole arboré

Il faut reconnaître notre manque de connaissances dans ce domaine. On se pose les mêmes questions depuis bientôt vingt ans sinon plus : Faut-il dans les champs des arbres dispersés ou un maillage géométrique carré de 100 m, 200 m ou 500 m de côté? Ne vaut-il pas mieux des lignes d'arbres suivant les courbes de niveau? Recom-

mandera-t-on des bandes forestières de mise en défens, plutôt que des lignes arborées simples ou doubles, en quinconce ou non? A quels intervalles sur la ligne? Etc. Aucune étude systématique n'a été faite dans ce domaine et nous ne pouvons que le déplorer.

Autant les plantations pures ont été étudiées, autant l'intégration réelle de l'arbre dans l'agriculture, tant au niveau de la culture elle-même que de l'élevage, a été escamotée jusqu'à présent dans les pays soudaniens et sahéliens, au grand dam des agriculteurs. Le plus souvent on ne peut que féliciter l'agriculteur lorsqu'il a su préserver la gestion traditionnelle d'un complexe naturel en équilibre instable, associant l'homme, l'animal, la culture annuelle et l'arbre dans une ambiance pédoclimatique donnée. Et il est rare que l'on soit en mesure actuellement de préconiser des solutions meilleures que les systèmes traditionnels.

Mode de gestion des ressources arborées dans les systèmes agricoles associant arbres, cultures et élevage

Là encore, il reste beaucoup à faire quant au choix d'essences fourragères ou non, à leur mode d'exploitation (émondage ou non avant la saison des pluies), au choix des cultures commerciales qu'il convient de développer en association avec les essences choisies, etc. Faudrait-il préconiser sous les arbres ou de part et d'autres des lignes de brise-vent, des cultures céréalières ou des légumineuses? Des rotations céréales—légumineuses ou encore des cultures fourragères? Tout cela reste bien sûr à préciser et suppose qu'il y ait une coopération accrue entre agronomes et forestiers. Nous souhaitons que les seconds deviennent un peu plus des agriculteurs et que les premiers s'intéressent davantage à la sylviculture, et que les uns et les autres cessent de se faire une «concurrence» préjudiciable à l'équilibre si nécessaire dans l'utilisation de ressources naturelles.

Résumé des commentaires et discussions

• M. Dancette donne au cours de la présentation de ses notes, rédigées en collaboration avec M. Madické Niang, quelques précisions complémentaires intéressantes.

1) Le coefficient de variation des pluies annuelles est de 40 % au nord, 20 % au sud, ce qui signifie que pour 2/3 des années les pluies sont comprises entre Pm +40 % et Pm -40 % et Pm -40 % au nord, entre Pm +20 % et Pm -20 % au sud.

2) A Bambey, où l'on trouve des sols dior faiblement lessivés, en année de pluies normales (650 mm), le sol peut être facilement mouillé jusqu'à 3 m de profondeur. En année déficitaire il n'est mouillé qu'à 1 m–1,50 m. Plus au nord on trouve des sols sableux encore plus perméables.

3) La jachère d'herbes représente le maximum de consommation en eau. Un tapis d'herbe continu se dessèche très vite après la fin des pluies, alors qu'une culture de mil sur sol sarclé reste verte, et les réserves en eau du sol sont épuisées dès novembre ou décembre.

4) Du point de vue du bilan hydrique, l'idéal est d'avoir des cultures à cycle court, faibles consommatrices d'eau, ce qui permet une réalimentation de la nappe par infiltration de l'eau excédentaire.

• M. Diguera demande comment réagit par exemple un mil à cycle court si on le cultive dans une zone plus humide? *Réponse* : le mil est à cet égard moins sensible que le sorgho, qui risque d'être attaqué par des moisissures, et il présente une plus grande adaptabilité.

• M. Oigirigi fait observer que les pailles de céréales et fanes d'arachide représentent pour le paysan un revenu important, et il craint qu'il ne soit pour cette raison difficile de lui faire adopter des variétés à cycle court qui produiront moins de paille ou de fanes. *Réponse* : au Sénégal on constate qu'il est plutôt trop facile de faire adopter les variétés à cycle court. Ainsi les arachides de 105 jours produisent beaucoup plus de fanes que les variétés à cycle court, mais les paysans préfèrent ces dernières qui constituent une assurance contre une insuffisance des pluies.

• La concurrence hydrique exercée par certains arbres, notamment le neem (*Azadirachta indica*), suscite divers commentaires. On l'observe jusqu'à 20 m des rangs de neem plantés en brise-vent. On

peut y remédier dans une certaine mesure en cernant les arbres quelques mois après la plantation (M. Diaité), ou en les émondant à la saison des pluies pour diminuer leur consommation en eau (M. Dancette).

• M. Touré indique que pour les brise-vent de *Prosopis* on peut creuser à 5 m des rangs une tranchée de 50 à 60 cm de profondeur.

• Il est préférable d'avoir des arbres à enracinement pivotant qui vont chercher l'eau en profondeur et n'exploitent pas les mêmes couches du sol que les cultures annuelles qu'ils ne concurrenceront par conséquent pas. Ils utilisent l'eau que les plantes de surface laissent passer, et qui percole en profondeur. Des essences telles que *Acacia albida* et *Prosopis cineraria* ne concurrencent pas les cultures même en années sèches.

• Les sols sableux sont «auto-mulchants», c'est-à-dire qu'il n'y a pas remontée capillaire de l'eau vers la surface. Après 8 mois de saison sèche on retrouve l'humidité à une dizaine de centimètres de profondeur. Les sols très sableux ont une faible capacité de rétention en eau, et dans ce cas les arbres sont particulièrement utiles pour aller chercher l'eau qui a percolé en profondeur.

• Les participants sont unanimes à reconnaître que le manque de connaissances sur les besoins en eau des arbres constitue un sérieux handicap. Il serait souhaitable d'avoir beaucoup plus d'informations sur la consommation des arbres et leur effet sur les réserves en eau du sol, la relation entre consommation en eau et production de biomasse, les relations arbre – culture – sol.

• M. Sène souligne que l'exposé de M. Dancette confirme l'importance de la concurrence de la végétation herbacée vis-à-vis des plantations forestières notamment dans le jeune âge, et la nécessité de l'éliminer par des sarclages.



Point central de la vie sociale du village — «l'arbre des palabres».

Méthodes de vulgarisation applicables au Sahel

Liberty Mhlanga¹

Les agents de vulgarisation ne travaillent pas dans le vide. Il leur faut avoir accès à de nombreuses connaissances, qui doivent répondre aux besoins des villageois avec qui les partager, de même qu'à leurs critères socio-économiques, politiques et culturels. Les rapports entre le vulgarisateur et les villageois se déroulent dans un climat politique qui peut aussi bien stimuler qu'entraver le développement. Au Sahel, les vulgarisateurs sont indispensables pour arrêter la désertification. Les progrès de la science et de la technique permettent d'enrayer celle-ci et de rétablir la production dans les régions désertiques, mais la politique empêche que les résultats de ces recherches, faites en laboratoire et sur place, soient mis en pratique dans les villages. Aussi la lutte contre la désertification au Sahel devrait-elle être fondée sur la réalité politique et sur la participation des intéressés.

A un symposium qui s'est tenu il y a quelque temps à Nouakchott, en Mauritanie, certaines mesures ont été proposées pour mettre un frein à la désertification :

- Élargir le réseau des observations météorologiques (surtout pour la pluviométrie), compte tenu de l'utilisation des satellites;
- Établir un réseau de postes d'observation hydrogéologique pour mieux comprendre les variations du niveau piézométrique de la nappe phréatique (le piézomètre est un instrument servant à mesurer la compressibilité des liquides);
- Utilisation et diffusion systématiques des observations faites par la population nomade sur la pluviosité et les pâturages;
- Étude méthodique des divers types de pâturages et de leur productivité;
- Étude méthodique des eaux de ruissellement et des écoulements linéaires;

- Participation des intéressés à la préparation de programmes d'aménagement physique;

- Placer toutes les questions relatives au nomadisme sous la responsabilité d'une seule administration;

- Établir une administration en mesure d'intégrer et de coordonner tous les projets d'aménagement physique, sectoriels ou régionaux, en un seul plan global pour l'ensemble du territoire; et

- Diffuser les principes essentiels de conservation du patrimoine national.

Bien que ces solutions aux problèmes de développement dépassent le cadre des connaissances scientifiques et techniques spécialisées, elles ne vont pas assez loin.

L'expérience d'autres régions révèle que les travaux de recherche et de développement doivent s'appuyer sur un engagement politique fort et sur la participation des autochtones. C'est ainsi que durant les deux premières décennies de son indépendance, l'Inde a construit plus de cent laboratoires et multiplié par trente ses dépenses de R-D, le pourcentage du PNB consacré à la R-D a doublé, et le personnel plus que quintuplé. Le nombre des scientifiques et des technologues s'est élevé à plus d'un million — mettant ainsi l'Inde au troisième rang dans le monde, derrière les États-Unis et l'URSS. Aujourd'hui, l'Inde se range parmi les dix plus grands pays industriels produisant des installations aussi complexes que des ordinateurs et des centrales électriques.

Malgré ces efforts vigoureux, l'Inde n'a pas suffisamment recouru à la science, surtout dans le secteur industriel. Les directeurs généraux qui se sont succédé à la tête du Conseil de la recherche scientifique et industrielle se sont plaints de ce que les connaissances spécialisées accumulées dans les laboratoires indiens sont rarement utilisées par les industries d'État ou par les entrepreneurs privés, qui préfèrent tous s'adresser à l'étranger. Il manque à l'Inde la volonté politique de profiter de ses

1. Programme «Formation pour l'environnement» (ENDA), B.P. 3370, Dakar (Sénégal).

propres recherches scientifiques et de créer des institutions spécialisées adaptées et intégrées aux besoins de la population.

Par contraste, en 1973, la Chine a produit plus de la moitié de ses engrais azotés dans près de 1 000 petites entreprises ayant une production annuelle de l'ordre de 800 à 8 000 tonnes. Selon les disponibilités, les entreprises chinoises ont utilisé du coke, de la lignite ou du gaz de four à coke, ce qui leur a procuré de nombreux avantages : économies de transport pour les matières premières et les produits finis; participation des communes locales à une partie des investissements avec le gouvernement central; solutions de petite envergure donnant de l'emploi à 250 000 personnes, alors que les options ambitieuses de grande envergure n'auraient procuré que 2 000 emplois; formation de la main-d'œuvre rurale qui est devenue un atout industriel et une force importante pour modifier le comportement traditionnel des régions rurales. Voilà donc un exemple de ce qui peut se faire lorsque les dirigeants politiques et la collectivité s'unissent pour s'efforcer de résoudre les problèmes de base.

Ce qui est loin d'être le cas du Sahel, qui — comme le révèle une brève histoire des nomades — souffre depuis longtemps d'un manque de collaboration et de confiance entre le gouvernement et la collectivité.

Parce qu'ils n'avaient pas compris l'organisation territoriale et économique des nomades, les premiers administrateurs ont confisqué ou cédé les pâtures essentielles qui restaient inoccupées à l'époque. L'affectation des terres à des colons, des cultivateurs locaux et même à d'autres collectivités pastorales a marqué le début d'un long processus de destruction de l'environnement et provoqué l'hostilité, la méfiance et la violence des parties intéressées. Les nomades ont essayé de récupérer leur «biens volés» et les autorités les ont considérés comme de dangereux aventuriers, prompts au pillage et à la destruction.

Il faut aussi tenir compte de l'état d'esprit qui régnait à l'époque. A la fin du XIX^e siècle, la science était considérée comme toute puissante. On était certain que de pouvoir propulser les «non-civilisés» dans le monde moderne, grâce aux progrès techniques. Ce sentiment compte encore quelques adeptes de nos jours. La triste expérience que le développement a connue par la suite découle d'une énorme erreur d'appréciation du contexte socio-économique fondamentalement différent qui distingue l'élevage en Grande-Bretagne, par exemple, du pastoralisme africain.

En Afrique, le bétail a servi à de nombreuses fins, dont certaines ne sont pas facilement convertibles en valeur monétaire. Avoir du bétail était synonyme de puissance, de prestige et marquait

l'âge adulte. A certaines époques, il fallait en avoir pour contracter mariage, avoir des enfants, être socialement reconnu et respecté. Et si l'argent trouve sa place dans les sociétés nomades d'Afrique, il devra remplir tous les rôles que jouait le bétail.

Selon les autorités d'après la Seconde Guerre mondiale, les pasteurs étaient, de façon générale, opposés à tout changement et irrationnels — victimes de leurs propres traditions; malheureusement, peu d'observateurs de l'extérieur se sont sérieusement penchés sur la question de savoir pourquoi ils voulaient acquiescer le plus de bétail possible. Les raisons en étaient la fierté et le prestige. La résistance au changement fut sélective; elle se manifestait seulement lorsqu'on s'efforçait d'inciter les bergers à réduire leur bétail. Mais elle ne s'étendit pas aux programmes d'aménagement hydraulique et de lutte contre les maladies. Les pasteurs aimaient avoir de grands troupeaux à cause de la grande valeur attachée au bétail, non pour des questions religieuses, mais bien pour le prestige que représentait le contrôle des ressources précieuses — un signe de richesse dans toute économie de marché.

Les troupeaux de bétail ont augmenté considérablement après l'institution de programmes d'approvisionnement en eau et de lutte contre les maladies. Ils commencèrent à dénuder les pâturages et à favoriser la dessiccation. Les relations traditionnelles écologiques avaient été ébranlées par le changement technique sans qu'aucune solution de rechange sociale ou économique n'eût été proposée pour remplacer l'économie pastorale. Rien, dans l'expérience des bergers, ne leur permettait de faire face aux pressions croissantes suscitées par l'augmentation des têtes de bétail; auparavant, ils pouvaient se déplacer vers de nouveaux pâturages, mais la législation gouvernementale ne leur permettait plus de le faire. Pour lutter contre l'épuisement des ressources, les pasteurs s'étaient toujours efforcés d'accroître leur bétail. Les autorités ne devaient donc pas s'attendre à ce qu'ils se défassent d'une partie, à moins qu'on ne leur offre et qu'ils acceptent une autre forme de garantie. Et comme cela ne s'est généralement pas fait, ils se cramponnent à leurs têtes de bétail, qui constituent leur seule garantie tangible.

Le changement n'est pas une menace pour ceux qui y voient une expression de leurs desseins et une confirmation de leurs désirs. Il peut toutefois être profondément déroutant pour ceux qui n'en comprennent pas les raisons et qui donnent une interprétation différente à leur propre vie. D'un côté, les administrateurs et les planificateurs estiment que les bergers forment une collectivité qui est en train de se détruire, désespérément agressive vis-à-vis de

ses paisibles voisins sédentarisés et refusant de rejoindre le grand courant de l'économie de marché.

De l'autre part, les seconds estiment que les premiers leur volent leurs pâturages, les forcent à s'établir ou à rester confinés en groupes, les punissent en cas d'incursion, favorisent l'empiètement de communautés sédentaires sur leurs pâturages et les contraignent à limiter le nombre de leurs têtes de bétail. L'entente est encore possible entre ces deux groupes, mais il faudrait alors soigneusement étudier le comportement des pasteurs et bien leur expliquer quelles sont les solutions de rechange à l'économie pastorale. Jusqu'à présent, on n'a guère exploré le terrain d'entente. Les vulgarisateurs se présentent donc comme des médiateurs logiques, mais ils doivent avoir une vue plus objective des sociétés pastorales que celle qui a prévalu dans le passé. De façon générale, l'interprétation du rôle du bétail dans ces sociétés repose sur des croyances et opinions plutôt que sur des recherches ou une analyse détaillées, et les faits doivent encore être démêlés des préjugés et jugements subjectifs.

Dernièrement, on a commencé à s'intéresser aux transactions, aux relations, aux frontières et aux motivations du comportement des pasteurs, jetant ainsi les bases d'une interprétation réaliste du rôle joué par le bétail, et par là même du changement et d'innovations planifiées.

Pour les favoriser, les experts étrangers et les autochtones doivent parler le même langage. Un de mes amis m'a cité l'exemple d'un expert étranger qui avait eu un choc à la fois technologique et culturel en voyant un morceau de granit, dans un pays d'Afrique tropicale et qui, étant géologue de la zone tempérée, s'était lancé dans des considérations sur l'usage de cette pierre dans le bâtiment et la construction. «Vraiment, rétorqua mon collègue, en écrasant le morceau de granit désagrégé entre ses doigts!»

Cet exemple illustre l'immense différence qui existe d'une région à l'autre et explique pourquoi les solutions globales aux problèmes des régions en développement ne donneront vraisemblablement pas de résultats. Bien que des exemples tirés d'un contexte donné contribuent à éclairer les problèmes d'un autre contexte, il n'en reste pas moins que chaque cas nécessite une étude soigneuse et approfondie, dans son propre contexte. Une telle étude devrait faire partie intégrante de tous les projets et programmes. Il faut donc un nouveau cadre de référence pour la recherche, la formation et la planification — une approche intégrée et utilitaire :

— conforme au maintien de sociétés autosuffisantes, indépendantes et confiantes en elles-mêmes;

- peu coûteuse et dont tout le monde pourrait bénéficier, au lieu de seulement quelques privilégiés;
- pouvant s'appliquer à petite échelle et conçue de façon à aider les villageois à acquérir leur indépendance, de telle sorte qu'ils puissent devenir leur propre employeur ou appartenir à des groupes coopératifs autonomes;
- à fort coefficient de main-d'oeuvre, de façon à renverser la tendance vers un accroissement du chômage; et
- pouvant être reproduite et conservée au plan local.

A l'heure actuelle, la plupart des projets de développement sont éparpillés; leurs buts et leurs genèses n'ont guère de points en commun. Pour que ces projets réussissent, ils doivent être intégrés à une chaîne opérationnelle de vulgarisateurs qui comprennent bien les fondements socio-culturels du Sahel.

Pour la plupart des collectivités africaines, la parole constitue le principal moyen de communication. Les proverbes, les arts, la danse et la musique servent à illustrer des facettes visuelles, psychologiques, intuitives, et parfois profondément ancrées ou ressenties spontanément, du passé, du présent et de l'avenir. Les vulgarisateurs devraient connaître les traditions orales et être à même de les apprécier.

La communauté existante trouve ses origines dans des sociétés qui travaillaient par groupes d'âges et de sexe, selon les travaux qui leur étaient confiés. Elles analysaient chaque problème et y trouvaient des solutions qui cadraient avec chaque situation. Leurs lois, leurs religions, leur respect de la collectivité, leur hospitalité, leurs fêtes et le comportement général de leurs membres dénotent leur aptitude à l'observation précise, au raisonnement intellectuel et à l'organisation dans l'intérêt et en fonction de leurs membres.

Ces sociétés ont beaucoup souffert dans leur fierté et leur dignité lorsque la civilisation occidentale s'est immiscée dans leur vie. Les vulgarisateurs devront donc tout d'abord s'employer à leur inculquer à nouveau cette confiance et cette dignité. Pour leur redonner confiance en eux-mêmes, il faudra organiser des activités s'inspirant de leur culture, afin de les aider à mieux accepter les nouvelles idées. Lorsqu'ils pourront rattacher celles-ci à leur propre expérience, en effet, les villageois seront mieux en mesure d'évaluer de nouvelles situations, d'y réagir, et chaque nouvelle situation aiguëra leur sens de l'observation et leurs facultés d'adaptation.

Pour que les villageois prospèrent dans le changement, et non qu'ils y succombent, les gens de l'extérieur des villages — et surtout ceux qui sont

chargés de traiter avec les villageois — doivent se montrer intéressés par leurs coutumes et les respecter. Ce sont là des qualités essentielles pour le travail de vulgarisation.

Ils doivent aussi bien comprendre que les villageois forment un groupe hétérogène, aux perceptions différentes. Leur volonté de collaborer, leur degré d'assimilation et d'adaptation aux nouvelles idées et aux nouvelles activités, leur priorités seront différentes. Aussi les vulgarisateurs devraient-ils être prêts à modifier leur vocabulaire et leurs questions, de même que leur approche et leur façon de voir les choses.

Lorsqu'un groupe change d'opinion, il naît des sous-groupes dont les idées ne traduisent pas celles de la majorité. Les vulgarisateurs devraient rencontrer les sous-groupes pour discuter de leurs divergences et encourager des mesures positives lorsque ceux-ci sont d'accord avec le groupe principal. Chaque groupe devrait être exhorté à voir ce qu'il peut faire pour aider les autres groupes et le sien; il se sentira alors responsable de ses activités, tout comme des risques qu'elles comportent. Lorsque l'on convient d'une solution, chacun se sentira associé au succès de l'entreprise laquelle pourra alors être considérée par le groupe comme sa propre réalisation et non comme un chose imposée par le vulgarisateur.

Le vulgarisateur devrait être le miroir des villageois, reflétant leurs questions, leurs analyses, leur vie, l'étendue de leurs problèmes et la richesse de leurs réponses. Il donne aux villageois des conseils fondamentaux, d'ordre technique, scientifique et pratique, de telle sorte qu'ils puissent comprendre pourquoi et comment ils font des choix. En d'autres termes, ne peuvent accomplir le travail de vulgarisation que ceux qui comprennent la culture, les habitudes, le langage, les proverbes et la vie des villageois.

On peut illustrer ces principes en s'arrêtant brièvement au cas du village du Boumdeid, en Mauritanie, qui se trouve à près de 100 kilomètres au nord de Kiffa et à 600 km à l'est de Nouakchott. Ce village, qui comprend près de 2 000 habitants, reçoit, en moyenne, 300 mm de pluie par an, essentiellement sous forme d'orages, de juin à octobre; de novembre à mai, la pression atmosphérique est élevée et il n'y a pas de pluie. Le sol est sablonneux sur une base d'argile, avec de généreux pieds d'*Acacia senegal* (gomme arabique), quelques *Prosopis* spp. qui procurent du fourrage aux chèvres, aux moutons, aux chameaux et aux ânes. Le village se trouve partiellement situé sur une dune de sable et, sur sa partie la plus large, les villageois ont construit un barrage, d'environ 4,8 km de long sur 1,6 km de large, qui sert à alimenter le village en eau pour le bétail, l'hygiène, etc.

durant les mois de sécheresse. Pendant les mois de novembre et de décembre, les villageois commencent à vider les eaux du barrage et à planter leurs cultures : du mil, du blé, du maïs, du sorgho, du niébé, etc. Ils ne pratiquent pas l'assolement et n'utilisent pas d'engrais. Ils n'emploient d'insecticides que dans des cas exceptionnels. Le village est entouré d'une forêt d'environ 30 hectares, qui doit son existence à une réglementation très sévère de la coupe des arbres et de la collecte des branches.

Comment les habitants de Boumdeid ont-ils fait pour protéger ces arbres? C'est une des questions que nous nous sommes posées, mon collègue et moi-même, lorsque nous avons visité ce village, en 1979. Dans notre groupe se trouvaient plusieurs directeurs de services publics mauritaniens s'occupant de développement rural, des journalistes, des représentants d'organismes internationaux de financement et des experts en développement. Les villageois avaient conservé leur forêt parce qu'un «marabout» de l'endroit avait ordonné qu'on la préserve, dans l'intérêt général de la collectivité. Grâce à nos contacts officieux, nous avons appris plus tard qu'une grande partie de la population n'appartenait pas à la secte du marabout, mais qu'elle était d'accord pour protéger la forêt. En dehors de celle-ci, il n'y avait presque pas de nouvelles pousses et, au dire des villageois, les quelques-unes que nous avons vues au bord de l'eau, près du barrage, ne dureraient pas longtemps parce que les chèvres, les moutons, le bétail et les ânes qui broutaient non loin de là allaient vraisemblablement les manger.

Dans un tel contexte, comment un agent de vulgarisation peut-il faire un travail efficace à Boumdeid? La population de l'endroit, qui est maure, parle l'arabe. Aussi l'agent de vulgarisation devrait-il parler l'arabe et être un Maure, plutôt qu'un Mauritanien noir. Cette observation est dictée par l'histoire de ce pays, qui a engendré les relations sociales actuelles. Il importe donc que les responsables de la vulgarisation aient conscience de ces réalités sociales lorsqu'ils envoient des agents travailler dans un village de ce genre.

Les tentes, les paillasons et les tapis que nous avons vus étaient de fabrication locale, tout comme les cordes et les oreillers. Certains articles portaient des inscriptions en arabe, surtout les tentes, et arboraient des dessins caractéristiques qui, selon un interprète, étaient d'inspiration religieuse.

Non loin de là où nous étions, nous pouvions voir et entendre un groupe de jeunes gens qui dansaient et chantaient, ce qui rappela à certains d'entre nous les danses de la pluie. Mais on nous a dit que notre interprétation n'était pas la bonne, car les jeunes se préparaient à une fête locale. Mal-

heureusement, nous n'avons pas compris la traduction de leurs propos ni la signification de la fête. Cette séance de répétition rassemblait des garçons et des filles dans une collectivité fortement hiérarchisée et marquant clairement les distinctions, jusque dans une même demeure ou un même village, entre les hommes, les femmes, les garçons, les filles, les enfants et les bébés. Nous avons passé la majeure partie du temps avec les hommes, à poser des questions surtout au chef du village et à obtenir ses réponses et celles de certains agents de vulgarisation de l'endroit.

Pour qu'un agent de vulgarisation puisse commencer à comprendre cette collectivité, il (elle) doit comprendre non seulement les proverbes, la danse, l'art, la musique et les structures sociales, mais aussi la façon dont chacun des groupes perçoit les phénomènes socio-culturels et, plus encore la signification profonde de l'espoir qu'ils suscitent chez chacun des divers groupes. Ainsi, la musique et la danse que j'ai entendue et vue étaient semblables à celles ayant cours ailleurs pour la divination et d'autres formes de communication spirituelle avec les ancêtres. Pourtant, je n'ai pu trouver aucune preuve de ce genre de pratiques ou de comportement à Boumeïd.

Pour bien comprendre nombre de ces phénomènes, saisir leur signification profonde et les relier à un contexte lui permettant de parler de développement et de vulgarisation, il faut être issu de cette collectivité ou en être un observateur très attentif.

Lorsque nous avons conversé avec l'agent de vulgarisation et le chef du village, il était évident que, bien que parlant la même langue, ils percevaient les choses différemment — notamment en ce qui avait trait à la production alimentaire. Le chef du village pensait en termes d'auto-suffisance de la collectivité, alors que l'agent de vulgarisation songeait à la viabilité économique des différentes cultures et méthodes agricoles du village.

C'est avec grand intérêt que nous avons noté qui nous apportait de l'eau pour nous laver les mains avant de manger, qui allait la puiser au puits, qui nous servait l'eau potable, le lait et les boissons maltées, qui nous offrait les dates au début du repas, qui nous servait la nourriture (et l'avait préparée), qui nous apportait l'eau pour nous laver les mains à la fin du repas et qui desservait la table. Ceux qui sont affectés à ces besognes appartiennent à une catégorie bien spécifique du village et les vulgarisateurs devraient bien connaître les échelons hiérarchiques traditionnels. Après le repas, nous avons vu un groupe de jeunes filles en train de piler du mil, tâche pénible à nos yeux. Elles levaient de lourds pilons de bois jusqu'à hauteur de la tête et broyaient le mil dans un contenant en bois. Elles étaient trois, entourées d'autres qui chantaient en

frappant des mains à un rythme constant. Nous n'avons pas vu d'hommes dans les parages. Dans un autre coin du village, nous avons observé sept garçons en train de traire une vache; ils n'étaient entourés que de jeunes gens. Ainsi, ces deux importantes activités alimentaires — piler le mil et traire les vaches — étaient réparties selon le sexe. Quel peut être le rôle du vulgarisateur dans chacun de ces cas?

Un agent de vulgarisation féminin pourrait s'approcher des femmes en train de piler le mil, de frapper des mains et de chanter pour leur demander la signification de leurs chants et leur poser les questions suivantes : pourquoi est-ce aux femmes qu'il appartient de piler le mil? Qui fabrique les divers instruments servant à cette fin? Quelle en est l'incidence sur les réserves de bois? Comment prépare-t-on le mil pour la consommation? D'où provient le bois de chauffage pour la cuisson? Quelles sont les conséquences du déboisement? Que peuvent-elles — ainsi que la collectivité — faire pour renverser la tendance à la déforestation? Dans quelle mesure les tempêtes de sables et les nuages de poussière ne résultent-ils pas de la destruction de végétation, en particulier de l'abatage des arbres? L'eau du barrage peut-elle servir à faire pousser des barrières naturelles vivantes et des brise-vent dans le village? Qui consulteriez-vous si vous décidiez d'entreprendre un tel programme? Quelles sont les chances de préserver les pousses sur les rives en empêchant le bétail de les brouter? Qui devrait vraiment se préoccuper de ces problèmes dans le village et pourquoi? Que pouvez-vous faire pour façonner l'avenir, ou le présent et l'avenir du village? Que peuvent faire les représentants du gouvernement tel un agent de vulgarisation, pour améliorer les conditions de vie dans le village? De quelle formation bénéficiez-vous chez vous ou au village pour vous permettre de faire face aux problèmes de votre collectivité? Quels sont vos rapports avec les autres femmes, les hommes, les garçons et les filles? Dans quelle mesure et à quelles activités pouvez-vous collaborer pour améliorer la qualité de la vie dans votre village? A quels changements avez-vous assisté dans votre collectivité sur les plans matériel et social, pour le meilleur ou pour le pire? Comment percevez-vous votre rôle dans l'amélioration de la situation présente? Comment prolonger et renforcer l'initiative du marabout de préserver la forêt? Ces questions, les réponses qui y sont données et leur élaboration constituent les fondements sur lesquels établir des relations avec les jeunes femmes. L'agent féminin de vulgarisation pourra alors les faire bénéficier de ses connaissances techniques. Bien entendu, elles ne réagiront pas toutes de la même façon et ne voudront pas nécessairement faire la même chose.

L'agent de vulgarisation devra donc prendre en compte les choix et les différences de chacune. Il est fort possible que leurs idées évoluent et qu'elles forment des sous-groupes, auxquels il conviendra alors d'accorder la même compréhension et autonomie.

Un agent masculin s'adressant à un groupe de garçons pourrait leur demander : Combien de lait tirez-vous de chaque vache? Comment-en accroître la quantité? Quand et pourquoi les vaches donnent-elles moins de lait? La poussière qui s'accumule sur le lait le gâche-t-il? Comment empêcher que la poussière ne vienne contaminer le lait et qu'elle ne se répande dans tout le village? Les jeunes filles et les femmes traient-elles également les vaches? Pourquoi trayez-vous les vaches, les chèvres, les chameaux et non les ânesses? Quelles sont les maladies que la vache peut attraper? Les animaux, jeunes ou vieux, mâles ou femelles, souffrent-ils beaucoup de maladie? A quelle époque de l'année les animaux deviennent-ils malades? Quel traitement peut-on faire sur place? Au village, quelles sont les activités réservées aux garçons et pourquoi? En tant que groupe, qu'avez-vous fait pour empêcher l'érosion du sol causée par le vent et l'eau? Pourquoi l'eau du puits semble-t-elle claire et celle du barrage boueuse? Quel est le groupe qui a construit le barrage? Quel genre d'aide a-t-il reçu d'autres villages, des administrations locale et centrale? Quelles autres activités pourrait-il être invité à entreprendre? Quel est le genre de travaux qui s'imposent? Comment étendre la forêt en dehors du village? En quoi la forêt diffère-t-elle du reste du village? Est-ce une différence justifiable? Quels sont les avantages qu'elle procure? Aimerez-vous faire pousser de jeunes plants, les transplanter et vous en occuper jusqu'à ce qu'ils soient suffisamment grands pour ne pas être détruits par le bétail? Les cultures vous donnent-elles une alimentation équilibrée? Pourquoi l'eau du barrage ne sert-elle pas à élever des poissons et cultiver des légumes?

Ces questions sont suffisamment diversifiées pour que l'agent de vulgarisation puisse déterminer les domaines dans lesquels il peut être utile aux jeunes garçons et à la collectivité. De cette façon, il peut amorcer le dialogue avec la collectivité, aider au choix et à la planification et servir de catalyseur pour l'action de la collectivité. Il ne sera pas alors simplement un conseiller technique au service de celle-ci, mais aussi un membre du projet et de la collectivité elle-même.

Résumé des commentaires et discussions

- M. Bolduc fait observer que l'on doit passer par les autorités locales, chefs de villages ou autres, et non s'adresser directement à la population.

Réponse : M. Mhlanga estime que le chef local représente souvent une certaine classe sociale, et qu'en s'adressant seulement à lui on risque de ne pas voir certains problèmes importants. Il faut passer par le chef local, mais essentiellement pour créer une atmosphère de confiance qui favorisera des contacts réels avec toutes les classes de la population.

- M. Poulsen mentionne qu'en Éthiopie, on a observé les meilleurs résultats avec des agents vulgarisateurs originaires des villages mêmes et y ayant vécu, et d'un niveau d'instruction générale peu élevé, à qui l'on donne une formation non spécialisée. Il ajoute que dans le choix des «fermiers modèles», on prend souvent des notables locaux, mais aussi des jeunes paysans.

- M. Ogigirigi insiste sur les obstacles d'ordre sociologique qui souvent s'opposent à la communication.

- M. Seif el Din relate une anecdote personnelle qui montre à quel point, au Soudan, les paysans traditionnels ont une connaissance précise du rythme des saisons et des conditions qui déterminent la croissance des cultures.

Quelles priorités faut-il donner à la recherche forestière au Sahel?

O. Hamel¹

Le développement et l'efficacité des recherches forestières dans les pays du Sahel (et probablement dans beaucoup d'autres pays) dépendent de deux facteurs essentiels :

- d'une part, la définition des grandes orientations doit déboucher sur des priorités nationales satisfaisant à des objectifs régionaux clairement énoncés;
- d'autre part, les structures dans lesquelles sont réalisées ces recherches forestières doivent leur permettre un développement équilibré et original, tout en satisfaisant aux besoins de pluridisciplinarité nécessaires à toute intégration dans un milieu naturel.

Orientations générales, priorités nationales et objectifs régionaux

Orientations générales

Lorsque l'on veut définir les grandes orientations, tant pour le développement que pour la recherche, d'un secteur vital de l'économie d'un pays, on est bien obligé de tenir compte à la fois de la réalité sur le terrain et de la vocation naturelle de chaque région écologique constituant cette nation, sans perdre de vue les caractères de solidarité et de complémentarité de l'ensemble de ces régions, chacune d'elles par rapport aux autres; tout ceci devant déboucher sur des orientations définies en termes globaux, liant les besoins et les possibilités de chacun.

Dans un pays comme le Sénégal, dont le climat dépend à la fois du domaine sahélien, du domaine soudanien et qui a la chance de posséder une façade

maritime ainsi qu'un fleuve important dans sa bordure nord, les problèmes forestiers globaux se présentent en termes de *désertification* et d'*énergie*, et les grandes orientations nationales sont donc :

- la lutte contre la désertification, et
- la satisfaction des besoins énergétiques de la population.

Les problèmes régionaux spécifiques ne pourront être résolus sans des actions concertées inter-régionales et multidisciplinaires dont les solutions s'intégreront naturellement dans les grandes orientations nationales. Ainsi, la satisfaction des besoins en énergie de la population ne pourra être assurée qu'avec le concours du Service forestier et des agriculteurs, chacun dans des conditions qui leur seront propres et sur l'ensemble des régions du territoire, en fonction des conditions climatiques et édaphiques. De même, la désertification au Sahel ne pourra être vaincue que par des actions forestières dont la rentabilité économique principale sera autant liée (au plus) au pastoralisme (pâturage aérien) et aux besoins de la population en produits forestiers non ligneux (fruits, pharmacopée, gomme, gibier, etc.) qu'à la production de bois de chauffe proprement dit.

Priorités nationales

Dans le prolongement de ces grandes orientations, on est ensuite amené à définir les priorités nationales qui peuvent être formulées ainsi :

- *Satisfaire les besoins de la population des agglomérations en bois de service, bois de chauffe ou charbon de bois, grâce à des plantations intensives d'essences à croissance rapide, de façon à diminuer la pression exercée sur les peuplements naturels.*

Il ne s'agit ici, en aucun cas, de transformer la forêt traditionnelle en plantations d'essences exotiques, mais de réaliser, sur des surfaces restreintes

1. Directeur, Centre national de recherches forestières, Institut sénégalais de recherches agricoles, Parc forestier de Hann, B.P. 2312, Dakar (Sénégal).

bien choisies dont la qualité des sols est bonne (pouvant même avoir la qualité de sols agricoles) et de pluviométrie raisonnable, des plantations intensives d'essences à croissance rapide (Eucalyptus) — (une véritable ligniculture) — qui bénéficieront de toutes les techniques modernes et dont la vocation principale sera la production de bois.

Par voie de conséquence, ces actions contribueront à la lutte contre la désertification en épargnant des peuplements naturels destinés à l'exploitation dans des zones dont la susceptibilité à l'érosion et à la désertification est importante.

Ainsi, en ce qui nous concerne, grâce aux recherches que nous menons à Bandia, nous espérons pouvoir obtenir des productions de l'ordre de 10 m³/ha/an, ce qui épargnerait, par contre-coup, l'exploitation de 50 hectares de forêts naturelles sahéliennes pour un hectare de plantations intensives. Dans le même ordre d'idées, dès ce mois de novembre, nous entamerons des recherches sur le fleuve Sénégal pour la mise au point de techniques de plantations forestières sous irrigation.

● *Préserver, améliorer, enrichir et perpétuer les forêts naturelles dont les vocations sont multiples et varient suivant les régions (fourrages aériens, production gommifère, apiculture, pharmacopée, bois de chauffe et de service, bois d'oeuvre et d'artisanat, réserves cynégétiques, conservation du sol, équilibre du milieu naturel, etc.).*

Il s'agira de réaliser un aménagement de la forêt traditionnelle en utilisant les techniques les moins coûteuses possibles, ne nécessitant pas de moyens mécaniques importants.

Dans la reconstitution de ces forêts, la mise en valeur de tous les produits forestiers non ligneux sera particulièrement étudiée, la jouissance de ces produits devant être laissée à la population sous réserve des contraintes de l'aménagement. La lutte contre les feux de brousse s'intégrera naturellement dans cet ensemble.

● *Réintroduire l'arbre dans le paysage agricole par l'établissement de brise-vent, de haies vives, de bois de village ou de famille, de vergers fourragers, d'aménagements de lutte contre l'érosion par ruissellement et de restauration des sols.*

Il s'agira d'abord de réintroduire l'arbre dans les préoccupations des paysans, soit en considérant la production de bois comme une spéculation agricole comme une autre, soit en réalisant une association agro-sylvicole tant pour la protection des cultures ou des champs que pour une production combinée. Ceci nécessitera évidemment l'intégration des techniques dans le système d'exploitation des paysans et dans leurs calendriers culturels.

Les objectifs régionaux

Les priorités nationales étant définies, les objectifs régionaux sont alors déterminés et pourraient être élaborés de la façon suivante :

- respect de la vocation écologique régionale;
- conscience de ses possibilités et de la situation présente;
- rationalisation des choix inter-régionaux;
- développement intégré.

Avant de définir l'objectif majeur applicable au domaine sahélien, décrivons brièvement la situation actuelle.

Le Sahel possède un climat dont le caractère principal est l'irrégularité : irrégularité dans la hauteur d'eau cumulée d'une année à l'autre, irrégularité de la durée de la saison des pluies, irrégularité dans la dispersion géographique des précipitations d'une saison. Si l'on superpose à ces caractères fondamentaux une période de sécheresse importante, l'écart-type de chacun d'entre eux n'en sera que plus marqué, le facteur le plus lourd de conséquences pour la végétation étant, probablement, l'augmentation du nombre de mois «écologiquement secs».

La résistance que développe un milieu naturel en équilibre face à ces aléas climatiques peut être tout à fait remarquable, le peuplement créant un microclimat qui joue alors le rôle de «tampon» (ce peuplement pouvant être assimilé à un organisme vivant dont chaque constituant est solidaire de l'autre).

Si, pour des raisons diverses, plusieurs de ces éléments viennent à disparaître, l'équilibre de ce milieu naturel tend à devenir instable et des aléas climatiques importants peuvent entraîner une rupture d'équilibre désastreuse pour la survie de la végétation.

Nous nous trouvons précisément dans ce cas au Sahel : les déficits pluviométriques successifs, les feux de brousse, la multiplication des troupeaux, l'abrutissement des jeunes régénérations par le bétail et l'exploitation abusive ont mis la végétation en état instable, la rupture d'équilibre causée par la grande sécheresse de 1973 ayant été prolongée par celle de 1977.

● *L'objectif majeur en milieu sahélien sera donc de trouver et d'établir un nouvel équilibre pour cette végétation.*

Des orientations jusqu'aux objectifs régionaux, l'analyse de la situation et les termes employés par le développement et la recherche sont absolument identiques; au-delà, la recherche doit mener ses expérimentations dans le cadre défini auparavant, afin de proposer des solutions au développement.

Quelles recherches faut-il réaliser au Sahel pour retrouver un équilibre stable de la végétation?

● *Définir des conditions d'interventions dont le coût est compatible avec les moyens financiers des États et qui sont susceptibles d'être menées sans discontinuer.*

Pour cela, il faut :

- favoriser autant que faire se peut la régénération;
- promouvoir des techniques de régénération artificielle basée sur des semis directs;
- diminuer le coût des techniques de plantation, pépinière, transport, préparation du sol et entretien;
- intéresser le paysan ou le pasteur à des associations agro-sylvicoles ou des associations sylvo-pastorales.

● *Sélectionner des essences résistant à la sécheresse et étudier dans la microbiologie des sols les organismes susceptibles d'améliorer cette résistance et de conserver la fertilité des sols.*

Les recherches à mener seront donc :

- sélection des essences locales les plus résistantes, amélioration génétique sur ce critère et introduction d'essences étrangères les plus adaptées;
- étude du bilan hydrique de certaines essences sahéniennes;
- détermination, sélection et inoculation de *Rhizobium* performant chez les légumineuses qui permet une meilleure fixation de l'azote dans le sol;
- recherche concernant les mycorhizes (ectomycorhize et endomycorhize) présents chez certaines espèces; étude de leur sélection, de leur multiplication et de leur inoculation en pépinière;
- sélection des espèces résistant aux nématodes et définition d'une méthode de lutte.

● *Promouvoir les produits de la forêt autres que ligneux et aménager la forêt en conséquence.*

- en sélectionnant, multipliant les arbres fourragers, locaux ou exotiques, en étudiant une sylviculture adaptée à cet objectif pour finalement l'intégrer dans un aménagement sylvo-pastoral global;
- en multipliant les acacias gommiers et en trouvant une technique de régénération peu coûteuse; en améliorant génétiquement ces espèces en liaison avec la physiologie de la sécrétion de la gomme; en étudiant des aménagements susceptibles d'intéresser la population à cette production (vergers – gommiers);

- en développant l'apiculture et en promouvant les produits de cueillette (fruits, pharmacopée);
- en améliorant, par des enrichissements et des protections, le niveau cynégétique de ces régions.

● *Évaluation quantitative et qualitative des écosystèmes sahéniens et étude de leur évolution.*

Il convient d'y procéder tant du point de vue fourrager (herbacé et arbustif) que ligneux.

- connaissance de la production ligneuse de différents peuplements caractéristiques de chaque écosystème sahélien et étude de l'évolution; ceci devant être fait par interprétations de photos aériennes et de photos par satellites, appuyées par des expérimentations au sol;
- connaissance de la production fourragère, tant du point de vue quantitatif que qualitatif pour chaque écosystème sahélien et étude de son évolution. (Ces études devront être basées sur la détermination de la biomasse végétale et de la valeur fourragère du tapis herbacé et du fourrage aérien, séparément et de façon combinée);
- une corrélation devra, bien sûr, être réalisée entre ces données brutes afin de connaître le véritable impact de l'arbre sur le tapis herbacé;
- l'ensemble de ces données débouchera, bien entendu, sur l'aménagement global de ces zones, avec possibilités de réévaluation périodique en fonction des photos aériennes et celles par satellites.

● *Réalisation d'études économiques et socio-économiques permettant de mieux saisir l'impact de la forêt dans l'équilibre global d'une région.*

- détermination de l'importance du fourrage aérien dans l'alimentation du bétail;
- étude de la consommation de bois par la population locale;
- inventaire des produits forestiers annexes utilisés ou consommés par la population et calcul de leur impact dans le niveau de vie et dans le revenu annuel de la population;
- bilan économique global de l'apport d'une forêt sahélienne dans l'équilibre d'une région et calcul d'un taux de rentabilité intégrant l'ensemble de ces données et caractérisant le véritable impact de ces forêts dans la survie et le développement de ces régions.

● *Organisation de récoltes de graines internationales intéressant l'ensemble des pays ayant des affinités avec le climat sahélien.*

Ces récoltes sont, en fait, tout à fait fondamentales, car elles constituent la matière première indispensable à toute amélioration de fond de nos peuplements sahéniens.

Structures et moyens

Ainsi, l'ensemble des recherches que nous venons de passer en revue concerne celles qui doivent être menées directement dans le domaine sahélien. Mais, conformément à la solidarité et à la complémentarité énoncées plus haut, d'autres recherches doivent être réalisées dans les régions environnantes, afin de satisfaire leurs propres besoins et diminuer d'autant la pression exercée sur les peuplements sahéliens. Ces travaux seront les suivants :

- recherches pour l'établissement de plantations intensives d'essences à croissance rapide destinées à l'approvisionnement en bois de chauffe et de service des agglomérations;
- recherches concernant des plantations forestières en irrigué à très haut rendement (dans, par exemple, la vallée du fleuve Sénégal);
- recherches pour la sauvegarde de peuplements naturels qui sont parmi les plus productifs de ces régions (peuplements d'*Acacia nilotica* fortement menacés par la construction des barrages sur le fleuve Sénégal);
- recherches concernant la mise au point de fours ménagers destinés à brûler du bois de chauffe et susceptibles d'être acceptés par l'ensemble de la population, d'étude pour l'amélioration de la carbonisation artisanale ou semi-industrielle;
- recherches pour une association agro-sylvicole qui peut être menée suivant quatre volets :

1) Création d'un bocage soudano-sahélien à partir de l'implantation de brise-vent, de l'établissement de bois de village, de la délimitation des parcelles paysannes par des haies vives, de la conservation des sols et de l'eau par des aménagements de lutte contre l'érosion par ruissellement;

2) Intégration de spéculations ligneuses dans les préoccupations des agriculteurs, grâce à des recherches sur des productions forestières et agricoles combinées durant une rotation complète (exemple : association avec l'eucalyptus) et grâce, aussi, à des associations agro-sylvicoles intéressantes des essences à croissance lente (*Acacia albida*, *Prosopis cineraria*, *Cordyla pinnata*, *Parkia biglobosa*, *Poupartia birrea*, *Borassus aethiopicum*, etc.);

3) Intégration de l'arbre dans l'aménagement des parcours pastoraux et pour une sédentarisation des troupeaux;

4) Enfin, aménagement pilote d'un terroir et étude des répercussions socio-économiques, au niveau des agriculteurs, de l'ensemble de ces recherches.

Une part importante revient à l'étude du transfert de technologie en milieu paysan et de l'intégration de ces nouvelles techniques dans un système d'exploitation.

Le deuxième facteur dont dépendent l'efficacité et le développement des recherches forestières est la structure dans laquelle ces recherches évoluent, ainsi que les moyens, tant humains que financiers, qui lui sont affectés.

Parmi toutes les recherches agricoles entreprises dans les pays du Sahel, les recherches forestières sont certainement celles qui ont eu le développement le plus faible et le plus tardif et, ceci, pour les raisons les plus évidentes qui soient, à savoir : la forêt sahélienne n'est pas, ou peu, productrice de bois d'oeuvre et n'intervient que peu dans l'alimentation humaine. Aussi, tant que cette forêt est apparue comme étant en équilibre et susceptible de fournir ce qu'on lui réclamait de tout temps, il ne paraissait pas nécessaire de faire des recherches à son sujet. A ceci près tout de même que les forestiers de l'époque, chargés de la conserver, ont souvent laissé des observations et des comptes rendus d'expérimentation personnelle dont l'intérêt aujourd'hui est accentué par le contraste dû au climat et à l'évolution de la végétation de ces dernières décennies.

Structure et organisation

Quel que soit le type d'organisation adopté par les États, il faut que les facteurs suivants soient respectés :

Maîtrise financière

Le financement des programmes doit être assuré pendant la durée prévisible des recherches. Aucun retard de financement ne peut être toléré à un moment quelconque de la réalisation d'un budget, sous peine de compromettre la fiabilité de l'ensemble du programme et de réduire à néant le travail déjà réalisé.

Liaison recherche – développement

Des relations étroites entre la recherche et le développement sont indispensables, tant pour l'élaboration des programmes que pour le suivi de ces expérimentations. Les ingénieurs et agents techniques du Service de développement devraient, dans la mesure du possible, faire des stages de 1 ou 2 ans dans les services de recherches, afin d'acquérir, puis transmettre à leur service d'origine les techniques et méthodes mises au point par la recherche.

Coordination des recherches concernant le milieu naturel

L'ensemble des recherches forestières doit être mené par un organisme national ayant autorité tant sur les recherches qui lui sont directement confiées que sur les recherches d'accompagnement liées à

des projets de développement. Cet organisme devrait coordonner également l'ensemble des études menées sur le milieu naturel qui peuvent être réalisées par d'autres organismes tels que l'Université.

Nécessité de mener des recherches pluridisciplinaires et plurisectorielles

Les relations entre les différents secteurs de recherches de la branche agricole doivent être plus importantes qu'une simple coordination. La concertation permanente doit être de mise et la réalisation de programmes pluridisciplinaires et plurisectoriels, une règle dans un grand nombre de cas.

Ceci étant affirmé, il convient également de fixer un certain nombre de conditions et limites à une intégration pure et simple de l'ensemble des secteurs de recherches de la branche agricole :

- Un premier préalable est l'existence d'une véritable équipe de chercheurs forestiers.

Si cette équipe n'existe pas, il est à notre avis, illusoire et dangereux de vouloir pallier (ou camoufler) un manque de moyens humains et matériels par une intégration à l'intérieur d'une structure plurisectorielle, car cette fusion sera, en fait, une absorption par le secteur le plus important qui orientera et organisera les programmes «pluridisciplinaires» à sa guise, au risque d'oublier les recherches concernant les peuplements naturels, ou d'assimiler le forestier à un spécialiste du secteur agricole au même titre qu'un spécialiste sur le soja ou l'arachide.

Il est malheureusement encore trop fréquent (et en particulier dans les missions d'évaluation de sources de financement se proclamant «pluridisciplinaires») de constater que le terme de «forestier» est pris dans un sens restrictif qui ne tient pas compte du milieu original en équilibre ou de l'écosystème complexe qu'il représente. La foresterie recouvre de nombreuses disciplines qui sont soit originales, soit complémentaires de celles concernant l'agriculture.

Aussi, ces intégrations ne pourront-elles être réalisées qu'entre partenaires égaux conscients, de ce qu'ils représentent et pouvant chacun s'appuyer sur une équipe pluridisciplinaire d'un secteur donné.

- Une deuxième nécessité, c'est de respecter les contraintes naturelles des recherches forestières (temps et espace) et de ne pas vouloir à tout prix les assimiler à des recherches agricoles en fixant, par exemple, des règles administratives inadéquates ou en les intégrant dans des stations à organisation agricole. Les moyens dont doivent disposer les recherches forestières ne sont pas complémentaires d'un centre agricole mais supplémentaires, car la

main-d'oeuvre et le matériel (sans parler du matériel forestier) sont utilisés durant les mêmes périodes et les travaux n'ont aucune raison de s'intégrer dans les calendriers culturels agricoles pour ce qui concerne le traitement des forêts naturelles ou artificielles.

Ces deux conditions étant respectées, il peut être admis par tout le monde que les études concernant le paysan ou le pasteur doivent être menées de concert par l'ensemble des secteurs de la branche agricole, et qu'une certaine intégration des structures plurisectorielles puisse avoir lieu.

Coordination et concertation des recherches entre les États

Les pays du Sahel sont pauvres et la similitude des problèmes que chacun doit résoudre est grande. Aussi est-il indispensable, si ce n'est de rassembler nos moyens humains et matériels, du moins de les coordonner afin que chacun participe à l'élaboration des programmes qui l'intéressent et suive l'avancement des travaux, afin d'éviter au maximum des répétitions toujours très coûteuses.

Moyens humains et formation

L'un des problèmes les plus importants à résoudre est celui des moyens humains. En effet, sur l'ensemble des pays du Sahel, le nombre de chercheurs nationaux (et expatriés) est très limité; pourtant, la réalisation des programmes prévus passe nécessairement par l'augmentation du nombre de ces chercheurs.

Or, la situation présente n'est guère brillante. En effet, les formations proposées par les pays étrangers sont très diverses, tant au niveau du recrutement, que par la nature des études poursuivies et la valeur du diplôme obtenu. Mais aucun n'a véritablement d'enseignements adaptés à la zone sahélienne.

Aussi la seule solution véritablement viable est-elle la création d'un Institut agronomique et forestier sahélien par l'ensemble des pays du Sahel. Toute solution purement nationale est vouée à l'échec; il est grand temps qu'un consensus sahélien s'amorce à ce sujet, car c'est sûrement là que se joue l'avenir du Sahel.

Moyens financiers et sources de financement

Les moyens financiers consacrés aux recherches forestières sont très faibles; ce n'est d'ailleurs pas un caractère propre aux pays du Sahel, mais un fait que l'on retrouve également dans les pays dévelop-

pés. La forêt a toujours été sacrifiée au profit de l'alimentation ou au profit d'autres activités moins nobles. Mais cette similitude n'est pas une excuse, parce que la dégradation du milieu naturel dans les pays sahéliens a atteint un degré nul part égalé, dont les conséquences sont dramatiques pour la population locale et pour l'équilibre même des pays concernés. Aussi, l'effort à fournir dans ce domaine doit être beaucoup plus important que nul part ailleurs, d'autant que son incidence sur l'agriculture est incontestable.

En fait, les sources de financement étrangères se comportent un peu, vis-à-vis de ces problèmes, comme s'ils n'en avaient pas conscience, car ils n'ont pas modifié leur comportement de choix et de décision valables pour le monde entier. Ainsi, leur propension à financer des recherches forestières est faible et leur orientation générale est quasi exclusivement tournée vers l'amélioration des ressources alimentaires; de plus, leurs préférences vont vers des recherches dont les résultats peuvent être obtenus rapidement pour éviter de s'engager trop longtemps.

Si les termes «intégration» et «pluridisciplinaire» se retrouvent souvent sous leurs plumes, force est de constater que la foresterie n'en fait pas partie, car des missions d'évaluation s'intéressant, en théorie, à des projets globaux agro-sylvo-pastoraux ne comportent souvent aucun forestier et tirent un trait sur les volets forestiers au moment de remettre leurs conclusions, sous prétexte de dépassement de l'enveloppe.

Compte tenu de cet état de choses, les différentes recommandations que l'on peut formuler pourraient être les suivantes :

- constatant cette carence étrangère, les États doivent prendre en charge, sur leur propre budget, une part plus importante de ces préoccupations;
- une partie des recettes provenant des produits d'exploitation doit être réservée à la recherche;
- tout projet de développement devrait comporter des recherches d'accompagnement assorties de bourses de formation;
- les États recevant des missions d'évaluation étrangères doivent veiller à ce qu'elles comprennent des forestiers pour tout projet concernant le développement rural;
- les sources de financement doivent augmenter leurs quotas réservés au domaine forestier.

Bien qu'actuellement les recherches forestières au Sénégal ne représentent que 3 % du budget global de l'ISRA, un certain nombre d'initiatives allant dans le sens exprimé plus haut viennent d'être prises conjointement par le Secrétariat d'État à la recherche scientifique et technique et par le Secrétariat d'État aux eaux et forêts que font

augurer, pour les recherches forestières du Sénégal, de meilleurs lendemains.

Conclusions

La lutte contre la désertification au Sahel et la satisfaction des besoins en énergie de la population ne pourront trouver des solutions que par des actions conjointes menées à la fois dans les domaines sahélien et soudanien, priorité devant être donnée à :

- des plantations intensives à haut rendement, de façon à diminuer la pression exercée sur les peuplements du Sahel et satisfaire les besoins de la population des agglomérations;
- l'aménagement des forêts naturelles, en privilégiant toute production pouvant contribuer à l'amélioration du niveau de vie de la population;
- la réintroduction de l'arbre dans le paysage agricole par des démonstrations en milieu paysan.

Le succès de ces trois entreprises, menées de front, devrait aboutir à un nouvel équilibre du milieu sahélien, à condition toutefois que le climat nous soit un tant soit peu plus favorable.

En ce qui concerne les recherches, il est tout à fait fondamental de rentabiliser au maximum les faibles moyens qui leur sont consacrés dans l'ensemble des pays du Sahel, en se concertant pour coordonner et pour attribuer des sujets de recherche à tel ou tel État, quitte à réaliser par la suite des points d'appui dans chacun des États non hôtes pour tester les résultats acquis par ailleurs.

Résumé des commentaires et discussions

• M. Touré, après avoir indiqué que la recherche forestière en Mauritanie est encore embryonnaire, et regretté que les résultats des recherches effectuées dans le Sahel soient trop peu diffusés, se demande si la réduction de la pression sur les peuplements sahéliens ne pourrait être obtenue plutôt par la recherche d'une complémentarité entre régions, et par une utilisation plus intensive des ressources existant dans les régions les plus forestières. *Réponse* : cela est en effet souhaitable, mais il faut tenir compte de l'incidence des distances de transport (par exemple charbon de bois transporté de Casamance à Dakar).

• M. Charfi remarque qu'au Sénégal on ne s'est pas intéressé aux possibilités d'utilisation des Eucalyptus comme bois d'oeuvre. *Réponse* : cet aspect n'est en effet pas inclus dans les priorités

immédiates de la recherche forestière, les expérimentations poursuivies notamment à Bandia visant essentiellement la production de combustible ligneux.

- M. Mhlanga fait observer que la distinction généralement admise entre essences indigènes à croissance lente et essences exotiques à croissance rapide n'est pas toujours justifiée. *Acacia nilotica* par exemple présente une croissance que l'on peut qualifier de rapide. Réponse : la rapidité de croissance n'est pas toujours le critère principal considéré lorsqu'on introduit de nouvelles essences, exemple : acacias australiens.

- M. Diguera pense qu'il faut s'attacher dans les zones sahélienne et soudanienne à restaurer un équilibre qui autrefois résidait dans les déplacements saisonniers des troupeaux entre le nord et le sud. Les problèmes actuels proviennent du fait que la sécheresse et la dégradation des pâturages ont refoulé les populations pastorales vers le sud. Il indique qu'au Tchad on a instauré un système efficace de réunions périodiques entre autorités

administratives et représentants des pasteurs et des agriculteurs, qui permettent de confronter les points de vue et de rechercher des solutions aux conflits donnant satisfaction à tous.

- M. Hamel précise que lorsqu'il parle de «fixer» les populations pastorales, il n'entend pas qu'il faut les «sédentariser», mais qu'il faut les maintenir dans la zone sahélienne et éviter leur exode vers les villes; cela n'exclut pas un système comportant des déplacements saisonniers des troupeaux pour une exploitation rationnelle et équilibrée des pâturages.

- M. Sène observe qu'il y a à la fois une tendance à la descente des troupeaux vers le sud, et à la remontée des cultures vers le nord. En ce qui concerne les problèmes de la recherche forestière et notamment de la formation des chercheurs, il souligne la nécessité d'une coopération entre États et d'un partage des moyens, mais aussi les difficultés très grandes auxquelles on se heurte pour y parvenir.



Acacia senegal, une espèce bien adaptée aux conditions du milieu.

1. Projet de fixation des dunes à Kébémér

Le district des Niayes présente une physionomie particulière due à la présence de dunes parallèles à la côte, orientées N.-E./S.-O., entre lesquelles se trouvent des dépressions, appelées «niayes», où sont pratiquées des cultures maraîchères.

En partant du rivage vers l'intérieur on trouve successivement, sur un substratum secondaire ou tertiaire :

- «— une plage de sable coquillier marin;
- une bande de dunes blanches et vives, large de quelques centaines de mètres dont le sable est continuellement repris par les vents;
- un système de dunes jaunes ou roses, semi-fixées, mises en place au Dunkerquien qui s'étendent sur un à trois kilomètres de largeur et qui dominent l'intérieur du pays par un front abrupt et festonné;
- une série de cuvettes plus ou moins inondées périodiquement par la nappe phréatique des sables quaternaires;
- des dunes rouges fixées datant de la phase éolienne correspondant à la régression préouldjienne qui forment actuellement les lignes directrices de tout le district et de son arrière-pays.» (Giffard, 1974).

Giffard précise par ailleurs : «L'harmattan et l'alizé qui se combattent au niveau de la côte provoquent des tourbillons susceptibles de déclencher une érosion éolienne intense dès que le terrain est mis à nu. Le processus est irréversible et, une fois l'étroit chapelet des «niayes» enfoui sous les sables, il deviendrait impossible de le récupérer, quels que soient les moyens techniques et financiers mis en oeuvre.»

C'est pour arrêter cet envahissement des niayes par les sables et éviter la perte irrémédiable de précieuses terres maraîchères qu'a été lancé le projet FAO/PNUD SEN/73/012, qui a pour objet la protection des niayes par fixation des dunes et établissement de brise-vent, et la régénération des sols dior des dunes ouldjiennes par plantation d'*Acacia albida* et *A.tortilis*.

La fixation des dunes littorales se fait par la méthode classique de quadrillage du terrain par des branchages, suivi de plantation de *Casuarina equisetifolia* à écartement de 2 × 3 m. Entre 1975 et 1979 environ 370 ha ont été plantés.

La protection des niayes est assurée par des bandes brise-vent constituées par deux lignes d'eucalyptus à écartement de 2 × 1,50 m, et distantes d'environ 100 m. Entre 1976 et 1978, 162 km ont été ainsi réalisés, et en 1979 on a effectué des plantations en plein entre ces bandes.

La plantation d'*Acacia albida* et *A.tortilis* sur les sols dior a porté entre 1975 et 1979 sur une superficie totale d'environ 600 ha.

Résumé des commentaires et discussions

- M. Ferlin estime que la mobilisation des sables dunaires est due essentiellement à la disparition du couvert végétal spontané par suite du surpâturage et de

l'extraction abusive de végétaux ligneux, et que la première mesure à prendre serait de supprimer ces causes de dégradation.

- M. Seif el Din suggère que l'on cherche à utiliser pour la fixation des sables des végétaux de la flore spontanée.

- La vitesse de déplacement des dunes mobiles serait de 8 à 12 m par an.

- Le coût des plantations de Casuarina, y compris le quadrillage de branches préalable, serait d'environ 300 000 CFA/ha. La production escomptée est de 5 à 6 m³/ha/an, soit à 10 ans 50 à 60 m³ pouvant donner 150 kg de charbon par m³, soit 7 500 à 9 000 kg de charbon à 1 200 CFA le sac de 50 kg, représentant un revenu brut de l'ordre de 200 000 CFA/ha, dont il faut évidemment déduire les frais d'abattage, de carbonisation, de transport et de commercialisation. Une telle plantation n'est donc pas économiquement rentable, mais les produits obtenus diminueront cependant dans des proportions appréciables le coût de la protection.

- Le problème de la fixation des dunes continentales est différent de celui qui se présente dans la zone littorale des Niayes. Selon M. Touré, il est essentiellement dû au fait qu'à la saison des pluies ces dunes se couvrent de végétation herbacée qui attire les troupeaux, et à la saison sèche cette végétation disparaît entièrement, et les sables se déplacent sous l'action des vents forts qui soufflent à cette époque de l'année.

2. Projet de reboisement en zone pastorale à Mbiddi

Résumé des commentaires et discussions

Acacia senegal

- Les premières plantations d'*Acacia senegal* ont été faites à écartement de 5×5 m, en comparaison avec un espacement de $2,50 \text{ m} \times 2,50 \text{ m}$ qui s'est avéré trop dense. Par la suite, d'autres essais ont été faits à 6×6 m et 8×8 m. Du point de vue de la croissance, les larges écartements sont les plus favorables (à condition d'éliminer la concurrence de la végétation herbacée). Cependant M. Abul Gasim souligne qu'une densité plus forte permet d'obtenir un peuplement fermé dans lequel les conditions microclimatiques sont plus favorables à la production de gomme; au Soudan on considère que sous une pluviométrie de 300 à 400 mm un écartement de 4×4 m représente l'optimum. Avec une pluviométrie plus faible, il faudrait un espacement plus large, mais la production de gomme sera alors moins forte.

- On peut se demander s'il est souhaitable ou non d'admettre le bétail dans les plantations de gommiers, et par conséquent si l'on doit tenir compte de ce facteur pour déterminer la densité optimale. Le pâturage du bétail peut permettre d'éliminer l'herbe, par contre il entraînera un tassement du sol s'il est pratiqué à la saison des pluies. M. Abul Gasim indique qu'il faut attendre pour introduire le bétail que le sol soit suffisamment sec après la fin des pluies, mais qu'il faut éviter de le faire lorsque le gemmage a commencé, parce que le piétinement du bétail soulève de la poussière qui se colle sur les nodules de gomme et en diminue la qualité.

- La récolte de la gomme arabique est traditionnellement effectuée par les pasteurs maures nomades venant de Mauritanie, mais depuis la grande sécheresse les pasteurs peuls, cherchant à améliorer leurs revenus, la pratiquent aussi dans les gomméraires naturelles, d'où parfois des conflits.

- Le coût des plantations d'*Acacia senegal* indiqué par les responsables du projet est d'environ 60 000 CFA/ha. Ce coût se justifie s'il s'agit de créer de petites surfaces de gomméraire intensive autour des forages, à la fois pour améliorer l'environnement et pour fournir aux pasteurs une ressource complémentaire, mais il est évident que l'on ne pourrait envisager de plantation à grande échelle à ce coût. M. Poulsen pense qu'il faut étudier des méthodes plus économiques, notamment par semis direct de graines enrobées. MM. Lessard et Le Houérou suggèrent de localiser les plantations dans les dépressions où les conditions hydriques dans le sol sont beaucoup plus favorables.

- Le mode de préparation du sol par sous solage, pour lequel un tracteur à roues de 64 CV s'avère suffisant (quoiqu'une puissance un peu plus élevée, 80 CV par exemple, soit souhaitée), paraît le plus approprié.

- La production de gomme est maximale lorsqu'on a une bonne saison pluvieuse, suivie d'une saison sèche avec des vents chauds; il ne faut cependant pas, selon M. Abul Gasim, que l'humidité atmosphérique soit trop basse immédiatement après la fin des pluies. Au Soudan on a fait 4 à 6 récoltes par an; l'exsudation de

gomme atteint son maximum vers février. On constate de très grandes variations selon les arbres, certains sujets donnant 5 à 10 kg de gomme, d'autres seulement 5 à 10 g, d'où l'intérêt de pratiquer une sélection génétique qui peut permettre de multiplier plusieurs fois la production par hectare. Il faut évidemment contrôler la production de gomme sur plusieurs années, pour faire la part des facteurs génétiques et des facteurs accidentels. Lorsqu'on maîtrisera les techniques de multiplication végétative, on pourra établir des vergers à graines avec des clones à haute productivité de gomme.

- M. Kane indique qu'à Mbiddi on a sélectionné des arbres plus en se basant sur les informations données par la population locale. Ces arbres plus sont repérés, et on y récolte des graines chaque année. Il s'agit d'une sélection massale peu intensive, mais l'aspect intéressant est la participation des populations locales à cette action d'amélioration génétique.

- Il convient de noter qu'au Soudan *Acacia senegal* s'insère dans un système agro-sylvicole traditionnel comportant une jachère à gommier («gum garden») alternant avec des cultures agricoles. La récolte de la gomme est donc pratiquée par des agriculteurs sédentaires, tandis qu'au Sénégal et en Mauritanie c'est une activité d'appoint des populations pastorales nomades.

Espèces fourragères

- Les acacias australiens ont donné d'une manière générale des résultats plutôt décevants. Certains tels qu'*Acacia holosericea* et *A. tumida* ont poussé avec vigueur au début, mais ont déperî au bout de 2 ou 3 ans. *A. linarioïdes* et *A. pyrifolia* ont mieux résisté. M. Le Houérou suggère de faire avec ces deux espèces des essais de recépage pendant la saison sèche fraîche, afin d'avoir une repousse en fin de saison sèche.

- Les espèces indigènes s'avèrent plus résistantes à la sécheresse, et certaines montrent une rapidité de croissance surprenante lorsqu'elles sont placées dans des conditions favorables, notamment *Acacia tortilis*, *A. nilotica* ssp. *adansonii*, *A. senegal*. *Balanites aegyptiaca*, par contre, a une croissance très lente. Une espèce particulièrement intéressante est *Poupartia birrea*, dont on a mis en place un essai en 1978.

- Il convient de noter que la pluviométrie à été très déficiente en 1977, où elle n'a atteint que 132 mm. Après une année assez pluvieuse en 1978 (environ 500 mm), la saison de pluies 1979 n'a apporté qu'environ 250 mm.

3. Roneraie classée de Thiès¹

Résumé des commentaires et discussions

- La roneraie classée de Thiès a une superficie de 9 000 ha. Le classement intervenu en 1946 avait pour but d'arrêter la destruction accélérée de cette roneraie, surexploitée par la récolte excessive des palmes et l'abattage des arbres pour la confection de poteaux et de poutrelles fendues.

- Le classement n'exclut pas les cultures agricoles. On dénombre d'ailleurs quelque 200 villages dans cette roneraie.

- Le service forestier a entrepris une action de régénération de la roneraie, par la distribution de noix aux paysans. Toutefois l'entretien des jeunes plants n'est pas assuré, et on constate une exploitation abusive des palmes dès le jeune âge, surtout pour la confection de paniers — dont la demande est forte dans la région, — en raison de l'expansion des cultures fruitières (manguiers).

- Les autres produits du ronier sont principalement les fruits, que l'on récolte verts pour consommer l'endocarpe à l'état gélatineux, le vin de palme et le coeur de palmier, dont le prélèvement est très nuisible à l'arbre.

- La densité optimale est estimée à 100 pieds à l'hectare. Il est à remarquer que le ronier n'a pas d'action améliorante sur le sol; il serait donc judicieux d'avoir un peuplement mixte de ronier et d'*Acacia albida*. On peut observer de nombreux semis d'*Acacia albida*, mais ils sont recépés chaque année et peu parviennent à l'état d'arbres.

- Les jeunes roniers devraient être préservés et les feuilles prélevées avec modération de façon à permettre au plant de s'affranchir, et de produire des fruits qui apparaissent normalement vers l'âge de 10 ans. Par ailleurs il faudrait, comme le remarque M. Taleb, laisser 1/3 environ des fruits sur l'arbre pour leur permettre de mûrir et de fournir des semences pour la régénération de la roneraie.

1. Voir l'étude de Madické Niang *Le ronier dans la région de Thiès* (cf. Bibliographie).

4. Zone de protection d'*Acacia albida* (région de Thiès)

Résumé des commentaires et discussions

- La parcelle visitée, d'une superficie totale de 7 500 ha, fait partie de la zone de protection du cad. Ce projet financé par le FED a démarré en 1967.
- La plantation des jeunes *Acacia albida* et la surveillance (un garde pour 500 ha) sont assurées par le service forestier.
- On estime que la densité optimale serait de 20 arbres à l'hectare. Cette densité est toutefois valable pour des arbres adultes, et on pourrait souhaiter avoir dans le jeune âge une densité plus forte, de 100 ou même 200 arbres/ha. L'objection est qu'une densité trop forte serait une gêne pour la culture attelée, et surtout pour la culture mécanisée.
- Les gousses doivent être autant que possible récoltées avant maturité (lorsqu'elles ont une couleur jaune d'or) afin d'assurer une germination facile des graines. Dans le cas contraire il faut les traiter en les jetant dans de l'eau bouillante que l'on a retirée du feu, et en les laissant ensuite tremper pendant 2 jours.
- Le semis direct est plus aléatoire que la plantation. La germination est bonne, mais très souvent les jeunes semis ne résistent pas à la première saison sèche.
- Les gousses de cad ont une excellente valeur fourragère. On mentionne pour des bovins de travail de 250 kg recevant une ration de 7 kg de gousses par jour un gain de poids journalier de 700 g.

5. Forêt classée et station d'essais de Bandia

Visite de la forêt classée

On y trouve des peuplements d'*Acacia seyal* indiquant des sols argileux, hydromorphes par endroits. Ces peuplements font l'objet d'un aménagement en taillis sur environ 5 000 ha. La durée de la révolution est de 18 ans; certaines parcelles en sont à la 3^e révolution. Les rendements indiqués sont de 45 stères/ha, soit un accroissement de 2,5 st/ha/an (Giffard indique 1 à 1,5 st/ha/an). On constate une baisse de rendement à la 3^e révolution.

Visite de la station d'essais

Cette station a été créée en 1976. Elle a pour premier but l'expérimentation d'essences à croissance rapide pour des reboisements industriels destinés à produire du bois de carbonisation, pour l'approvisionnement de Dakar en charbon de bois à usage domestique. Cette expérimentation porte essentiellement sur les Eucalyptus, notamment *Eucalyptus camaldulensis* dont des provenances intéressantes ont été identifiées.

Il paraît inutile d'insister ici sur le détail de ces essais, qui sortent du cadre du présent colloque. Il suffira d'indiquer que les essais portent principalement sur les espèces et provenances, la préparation du terrain, la densité de plantation, l'apport d'engrais, les entretiens.

On escompte des rendements de l'ordre de 10 m³/ha/an. Pour déterminer l'âge d'exploitabilité, on adopte une règle empirique très simple : on exploite lorsque la pluviométrie cumulée a atteint 2 500 mm, ce qui correspond en pratique, à Bandia, à 4 ou 5 ans (la pluviométrie moyenne est de 650 mm, mais elle n'a été que de 350 mm en 1976, 250 mm en 1977, pour remonter à 540 mm en 1978 et 640 mm en 1979).

Le projet de reboisement, financé par l'USAID, porte sur 6 000 ha. On estime qu'il permettra de couvrir 6 % des besoins en combustibles ligneux de l'agglomération dakaroise.

Un 2^e programme en cours à Bandia porte sur les essences locales pouvant être intégrées dans les forêts périurbaines et sur l'introduction d'essences exotiques, notamment pour la production de fourrage. Des résultats particulièrement intéressants ont été obtenus avec les acacias australiens, notamment : *Acacia holosericea*, *A. tumida*, *A. bivenosa*, *A. linarioides*, *A. pyriformis*, etc. *A. holosericea* est, dans les conditions locales, le meilleur fixateur d'azote, comparable à cet égard à *A. albida*.

Un essai d'association Eucalyptus – Acacia, comportant des rangs alternés d'*E. camaldulensis* et d'*A. holosericea*, a été mis en place en 1979. Il représente une nouveauté qui sera particulièrement intéressante à suivre.



Le baobab se prête à de nombreuses utilisations — ici fabrication de cordage à partir de l'écorce.

Conclusions et recommandations

La conclusion générale qui se dégage de ce colloque, qui réunissait non seulement des forestiers venus de divers pays sahéliens mais également des agronomes, pédologues, agroclimatologistes, pastoralistes, etc., est que l'on prend de plus en plus conscience du rôle essentiel que joue l'arbre dans le maintien et l'amélioration des conditions écologiques et dans l'économie pastorale et agricole du Sahel. Il en résulte qu'il faut une approche intégrée des problèmes et des actions multidisciplinaires, ce qui implique une révision profonde des méthodes de formation et de vulgarisation en usage jusqu'à ce jour.

L'un des objectifs fondamentaux du colloque est de dégager des priorités pour la recherche et des domaines dans lesquels des programmes spécifiques de recherche pourront être identifiés. A cet égard, on peut faire une nette distinction entre la zone sahélienne, à vocation sylvo-pastorale, et la zone soudanienne, à vocation sylvo-agricole.

Zone sahélienne

Systèmes sylvo-pastoraux

Le rôle essentiel de la végétation ligneuse apparaît nettement à la lumière des exposés présentés et des visites sur le terrain. Cette végétation ligneuse est en régression par suite des années de sécheresse et de la surexploitation; le problème fondamental est d'assurer sa régénération d'abord, son utilisation rationnelle ensuite.

La valeur fourragère des diverses espèces ligneuses sahéliennes est assez bien connue, et ce n'est pas un thème de recherche reconnu comme prioritaire par les participants du colloque, qui ont retenu les propositions suivantes :

1) Recherches sur la biologie, la multiplication, la production et l'exploitation d'espèces ligneuses fourragères indigènes, en donnant la priorité aux espèces de valeur reconnue et ayant une large aire de distribution dans la zone sahélienne.

2) Poursuite des essais d'introduction d'espèces ligneuses fourragères exotiques.

3) Étude des relations entre végétaux ligneux, tapis herbacé et sol.

4) Utilisation du fourrage ligneux — étude de l'évolution de la végétation ligneuse en fonction de divers systèmes d'utilisation — régénération naturelle.

Acacia senegal

Les domaines de recherche auxquels on doit accorder la priorité sont les suivants :

1) Sylviculture d'*Acacia senegal*, dont certains aspects nécessitent une étude plus poussée.

2) Exploitation de la gomme arabique : calendrier, application de produits chimiques pour hâter l'exsudation et réduire la durée de la période de formation de gomme, application d'engrais.

3) Recherches sur la génétique d'*Acacia senegal*, poursuite de la sélection d'arbres plus, création de banques de semences, échanges de semences entre pays, implantation de vergers à graines, mise au point de techniques de multiplication végétative devant permettre d'établir des vergers à graines clonales.

Zone soudanienne

Les espèces ligneuses associées à l'agriculture dans la zone soudanienne ont une très grande importance, tant par leur contribution à l'alimentation humaine et animale que par leur rôle de maintien et d'amélioration de la fertilité des sols.

Les participants au colloque notent la nécessité de procéder à des enquêtes systématiques afin de disposer de données plus précises sur ces différents rôles, et de quantifier l'impact socio-économique des diverses espèces arborescentes dans les systèmes agraires traditionnels.

Les principaux domaines de recherche à explorer sont les suivants :

1) Dynamique de l'eau, et relations arbre—cultures agricoles dans les divers systèmes et sous diverses conditions climatiques.

2) Recyclage des éléments nutritifs par les arbres, notamment en ce qui concerne l'azote et la matière organique.

3) Différentes structures possibles du paysage sylvo-agricole (distribution dans l'espace, succession dans le temps).

4) Systèmes de mise en valeur et d'aménagement agro-sylvicoles.

5) Introduction de nouvelles espèces ligneuses dans les systèmes traditionnels, exemples : *Prosopis cineraria*, *Acacia holosericea*, neem, etc.

6) Amélioration génétique des essences ligneuses associées à l'agriculture, exemple : *Acacia albida*.

Les participants au colloque sont unanimes à reconnaître la nécessité de mener de pair recherche et vulgarisation, et d'adapter la formation à tous les niveaux aux conditions spécifiques du Sahel, en faisant largement appel à toutes les ressources que peuvent apporter non seulement les sciences physiques et biologiques, mais également les sciences humaines.

Bibliographie

- ADAMS, J.G., BRIGAUD, F., CHARREAU, C. ET FAUCK, R. 1965. Connaissance du Sénégal — fascicule n° 9 : Climat-sol-végétation. CRDS, Saint-Louis du Sénégal.
- AUBREVILLE, A. 1949. Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob, Paris-VI (France).
- AUDRU, J. ET LEMARGUE, G. 1977. Étude des pâturages naturels et des problèmes pastoraux dans le delta du Sénégal. IEMVT, Maisons-Alfort, 359 p.
- BALDY, C. 1964. Cultures associées et productivité de l'eau : l'eau et la production végétale. Bioclimatologie, INRA, Versailles.
- BILLE, J.C. 1977. Étude de la production primaire nette d'un écosystème Sahélien. Travaux et documents de l'ORSTOM, n° 65, Paris, 82 p.
- 1978a. Woody forage species in the Sahel : Their biology and use. 1st Rangeland Congress, Denver.
- 1978b. Le rôle des arbres et des arbustes en tant que sources de protéines dans la gestion des pâturages de l'Afrique tropicale. VIII^e Congr. forest. mondial, Djakarta, 21 p.
- BLANCOU, J., CALVET, H., FRIOT, D. ET VALENZA, J. 1977. Composition du pâturage naturel consommé par les bovins en milieu tropical. Note sur une technique d'étude nouvelle. Coll. Rech. sur l'élevage bovin en zone trop. humide, Bouaké (Côte-d'Ivoire).
- BOALER, S.B. 1959. *Conocarpus lancifolius* Engler in Somaliland Protectorate. The Empire Forestry Review, Vol. 38 (4), No. 98.
- BOIS ET FORÊTS DES TROPIQUES. 1962. *Prosopis juliflora* A. de Candolle. Caractères sylvicoles et méthodes de plantation. B.F.T., n° 82.
- BOSSHARD, W.C. ET VON WENDORFF, G.B. 1966. *Conocarpus lancifolius* and its possibilities in the Sudan. Rep. of the Sudan Forest Dept./UNDP For. Res. Ed. Proj., Pamphlet No. 18.
- BOUDET, G. 1969. Étude des pâturages naturels du Dallol-Maouri (Rép. du Niger). IEMVT, Maisons-Alfort, 309 p.
1972. Projet de développement de l'élevage dans la région de Mopti. IEMVT, Maisons-Alfort, 309 p.
- 1974a. Rapport sur la situation pastorale dans les pays du Sahel. IEMVT, Maisons-Alfort, 45 p.
- 1974b. Écosystèmes pâturés des régions tropicales : État des connaissances pour l'Afrique-francophone. IEMVT, Maisons-Alfort, 67 p.
1975. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. IEMVT, Maisons-Alfort, 254 p.
- BOUDET, G. ET DUVERGER, E. 1961. Étude des pâturages naturels sahéliens : le Hodh (Mauritanie). IEMVT, Maisons-Alfort, 160 p.
- BOUDET, G. ET ELLENBERGER, J.F. 1971. Aménagement du berceau de la race N'Dama dans le cercle de Yanfolila (Rép. du Mali). Étude agrostologique. IEMVT, Maisons-Alfort, 174 p.
- BOUDET, G. ET LECLERQ, P. 1970. Étude agrostologique pour la création d'une station d'embouche dans la région de Niono (Rép. du Mali). IEMVT, Maisons-Alfort, 269 p.
- BOUDET, G. ET RIVIÈRE, R. 1968. Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux. Rev. Élev. et Med. Vét. Pays Trop., 21 (2), 227-266.
- BREDON, R.M., TOELL, D.T. ET MARSHALL, B. 1967. Measurement of selective grazing of tropical pastures using esophageal fistulated steers. Journ. Range Mgt., 20, 317-320.
- BRINKMAN, W.L. ET DE LEEUW, P.N. 1975. The nutritive value of browse and its importance in traditional pastoralism. In Wildlife in savanna woodland. Amadu Bello Univ., Zaria.
- BURKART, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subf. Mimosoidae). Journal of the Arnold Arboretum, Part 1: 57 (3), 219-249; Part 2: 57 (4), 450-525.
- CALDWELL, J.C. 1975. La sécheresse dans le Sahel et ses conséquences démographiques. Cahier OLC, n° 8.
- CATINOT, R. 1974. Contribution du forestier à la lutte contre la désertification en zones sèches. Bois et Forêts des Tropiques, n° 155 (3), 13.
- CENTO. 1971. Agricultural aspects of arid and semi-arid zones. Séminaire à Téhéran (Iran), 19-23 septembre 1971.
- CHAPMAN, G.W. ET ALLEN, T.G. 1979. Les techniques de plantations forestières. Collections FAO : Forêts, n° 8.
- CHARREAU, C. ET VIDAL, P. 1965. Influence de l'*Acacia albida* Del. sur le sol, la nutrition minérale et les rendements des mils *Pennisetum* au Sénégal. Agronomie Tropicale, XX (7), 600-626.

- CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES SUR LA DÉSERTE-
FICATION. 1977. Projet transnational de ceinture
verte du Sahel. Nairobi (Kenya), 29 août-9 sep-
tembre, 1977.
- CTFT. 1973. Contribution à l'étude de la déserti-
fication de l'Afrique tropicale sèche. Bois et Forêts
des Tropiques, n° 148.
- CUNY, H. 1961. Les déserts dans le monde. Payot,
Paris.
- CURASSON, M.G. 1958. Pâturages et aliments du
bétail en régions tropicales et subtropicales. Vi-
got Éd., Paris, 344 p.
- DALE, I.R. ET GREENWAY, P.J. 1965. Kenya trees
and shrubs. Buchanan's Kenya Estates, Nairobi.
- DALZIEL, J.M. 1955. The useful plants of west
tropical Africa. Crown Agents, London, p. 612.
- DANCETTE, C. 1968. Note sur les avantages d'une
utilisation rationnelle de l'*Acacia albida* au Séné-
gal. IRAT-CNRA, Bambey (Sénégal),
juin 1968.
1976. Mesures d'évapotranspiration poten-
tielle et d'évapotranspiration d'une nappe d'eau
libre au Sénégal — Besoins en eau des cultures.
Agronomie Tropicale, n° 4.
1977. Agroclimatologie appliquée à l'écono-
mie de l'eau, en zone soudano-sahélienne. ISRA-
CNRA de Bambey (Sénégal), avril 1977.
- DANCETTE, C. ET POULAIN, J.F. 1969. Influence de
l'*Acacia albida* sur les facteurs pédoclimatiques
et les rendements des cultures. Sols Africains
(Paris), 14 (43), 84.
- DAUZIER, L. 1970. L'eau, les minéraux, les vita-
mines dans l'alimentation animale. Dunod,
Paris.
- DE LEEUW, P.N. 1975. Species preference of do-
mestic ruminants grazing Nigerian savanna. *In*
Wildlife in savanna woodland. Amadu Bello
Univ., Zaria.
- DELWAULLE, J.C. 1973. Désertification de l'Afri-
que au sud du Sahara. Bois et Forêts des Tropi-
ques, n° 149.
1978. Plantations forestières en Afrique tropi-
cale sèche. Bois et Forêts des Tropiques, n° 181,
15-28.
- DEMARQUILLY, C. ET WEISS, P. 1970. Tableau de
la valeur alimentaire des fourrages. INRA, Paris.
- DIALLO, A.K. 1968. Pâturages naturels du Ferlo-
Sud (Rép. du Sénégal). Étude agrostologique n°
23, IEMVT, Maisons-Alfort.
1973. Problèmes posés par l'utilisation des
espèces ligneuses dans l'alimentation des ani-
maux domestiques sénégalais. Journ. of
AAASA, V (1), 45-55.
- DOUGALL, H.W. ET BOGDAN, A.V. 1958a. Avera-
ge chemical composition of Kenya grasses,
legumes and browse. East Afr. Agric. Journ.
- 1958b. Browse plants of Kenya with special
reference to those occurring in South Baringo.
East Afr. Agric. Journ., 23, 236-245.
- DOUGALL, H.W., DRYSDALE, V.M. ET GLOVER,
P.E. 1964. The chemical composition of Kenya
browse and pasture herbage. East Afr. Wildlife
Journ., 2, 86-121.
- FAO. 1962. Influences exercées par la forêt sur son
milieu. FAO, Rome.
- FELKER, P. 1978. State of the art : *Acacia albida* as
a complementary permanent intercrop with an-
nual crops. Univ. of California, Riverside.
- FERLIN, G.R. 1977a. Rôle du forestier sahélien.
Bois et Forêts des Tropiques, n° 171.
- 1977b. La ceinture verte du Sahel. CERES,
vol. 10, n° 2.
- FOTINS, G. ET VALENZA, J. 1966. Étude des pâtu-
rages naturels du Ferlo oriental. IEMVT, Mai-
sons-Alfort, 180 p.
- GASTON, A. ET BOTTE, F. 1971. Étude agrostolo-
gique de la réserve pastorale de Tin Arkachen
(Rép. de Haute-Volta). IEMVT, Maisons-Alfort,
146 p.
- GASTON, A. ET DULIEU, D. 1975. Pâturages du
Kanem. Effets de la sécheresse de 1973 sur les
pâturages du Kanem. IEMVT, Maisons-Alfort,
175 p.
- GAUTREAU, P. 1967. Rapport de campagne 1966
— Essais sur les kads. IRHO-CNRA, Bambey
(Sénégal).
- GIFFARD, P.L. 1964. Les possibilités de reboise-
ment en *Acacia albida* au Sénégal. Bois et Forêts
des Tropiques, n° 95, 21-33.
1971. Recherches complémentaires sur *Acacia
albida* (Del.). Bois et Forêts des Tropiques, n°
135.
1972. Le rôle de l'*Acacia albida* dans la
régénération des sols en zone tropicale aride.
VII^e Congr. forest. mondial, Buenos Aires.
1974. L'arbre dans le paysage sénégalais.
Sylviculture en zone tropicale sèche. CTFT,
Dakar.
1975. Les gommiers, essences de reboisement
pour les régions sahéliennes. Bois et Forêts des
Tropiques, n° 161.
- GILLET, H. 1960. Étude des pâturages du ranch de
l'Ouadi-Rimé (Rép. du Tchad). Journ. Agr.
Trop. Bot. Appl., 7 (11), 465-528; 7 (12),
615-708.
- GOOR, A.Y. ET BARNEY, C.W. 1976. Forest tree
planting in arid zones. 2nd ed. The Ronald Press
Co., New York.
- GRANIER, P. 1977. Rapport d'activités agropasto-
rales en République de Niger. IEMVT, Maisons-
Alfort, 140 p.
- HIERNAUX, P., CISSÉ, M.I. ET DIARRA, L. 1978.
Rapport annuel d'activité de la section d'écologie.
CIPEA/Mali, Bamako, diff. restr., 200 p.
(ronéotypé).
1979. Rapport annuel d'activité de la section
d'écologie. CIPEA/Mali, Bamako, diff. restr.,
200 p. (ronéotypé).
- IRAT. 1967. Rapport de campagne 1966 de la
section de bioclimatologie. CNRA, Bambey (Sé-
négal).
- ISRA. 1977. Southern Sahara green belt. Note
interne, CNRA, Bambey (Sénégal).
- JUNG, C. 1966. Étude de l'influence de l'*Acacia
albida* sur les processus microbiologiques dans le

- sol et sur leurs variations saisonnières. ORSTOM (Sénégal).
- KAUL, R.N. ed. 1970. Afforestation in arid zones. W. Junk N.V. Publ., La Haye.
- LAURIE, M.V. 1974. Tree planting practices in African savannas. FAO, Rome, 185 p.
1975. Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines. Collection FAO : Mise en valeur des forêts, n° 19.
- LAWTON, R.M. 1968. The value of browse in the dry tropics. East Afr. Agric. and Forest. Journ., 33, 227-230.
- LEBRUN, J. 1968. A propos du rythme végétatif de l'*Acacia albida*. Collect. Bot., 7, 625, Barcelone.
- LEGRIS, P. ET BIASCO, F. 1969. Variabilité des facteurs du climat. Institut français de Pondichéry, tome VIII, fascicule 1.
- LE HOUÉROU, H.N. 1971. The useful shrubs of the Mediterranean basin and the arid tropical belt south of the Sahara. FAO, AGP Misc./24, Rome, 20 p.
- 1978a. The rôle of shrubs and trees in the management of natural grazing lands. Position paper, Item No. 10, VIIIth World Forest Congress, Jakarta. FAO, Rome, 34 p.
- 1978b. The rangelands of the Sahel. Journ. of Range Mgt., 18 p.
1979. Agroforestry techniques for the conservation and improvement of soil fertility in arid and semi-arid zones. Symposium on integration of research to the valorization of natural biological resources in the arid and semi-arid zones of Latin America. Instituto Italo-Latino Americano, Rome, 8 p.
- LE HOUÉROU, H.N. ET HOSTE, C. 1977. Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean basin and in the African Sahelo-Sudanian zone. Journ. Range Mgt., 30 (3), 181-189.
- MAHADEVAN, V. 1954. Composition and nutritive value of the pod of *Prosopis juliflora*. Indian Vet. Journ., 31, 185-187.
- MAHDI AMIN EL-TOM. 1973. The variability of the pentade rainfall in the Sudan. East Afr. Geogr. Rev. No. 11, 82-87.
- MEHER-HAMJI, V.M. 1971. The climate of Srinagar and its variability. Geographical Review of India, XXXIII (1), 1-4.
- MICHEL, P., NAEGELÉ, A. ET TOUPET, C. 1969. Contribution à l'étude biologique de Sénégal septentrional — Le milieu naturel. IFAN, tome 31, série A, n° 3.
- MONGODIN, B. ET RIVIÈRE, R. 1965. Valeurs bromatologiques de 150 aliments de l'Ouest africain. IEMVT, Maisons-Alfort.
- MOREAU, R.E. 1938. Climate classification from the standpoint of East African biology. Journ. of Ecology, XXVI (2), 467-495.
- MORNET, P. 1939. Les arbres fourragers des zones sahélienne et pré-sahélienne du Niger. Bull. Serv. Zoot. et d'Épiz. de l'Afr. Occ. Franc., II (2), 7-17.
- MOSNIER, M. 1961. Pâturages naturels sahéliens. Région de Kaedi (Mauritanie). IEMVT, Maisons-Alfort, 169 p.
- NAEGELÉ, A.F.G. 1967. Observations sur les pâturages naturels du ranch de Doli. FAO, Rome, 77 p.
1971. Étude et amélioration de la zone pastorale du Nord-Sénégal. FAO, Rome, 163 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1974. More water for arid lands : Promising technologies and research opportunities. NAS, Washington, DC, USA.
1975. Underexploited tropical plants with promising economic value. NAS, Washington, DC, USA, 188 p.
1977. *Leucaena*, promising forage and tree crop for the tropics. NAS, Washington, DC, USA, 155 p.
1979. Tropical legumes : Resources for the future. NAS, Washington, DC, USA, 331 p.
- NIANG, M. 1975. Le ronier dans la région de Thiès — Étude géographique. Notes africaines, n° 147, IFAN, Dakar (Sénégal).
- NSHUBEMUKI, I., SOMI, F.R.G. ET OLOTU, C. 1978. A forester's view on average monthly and annual rainfall and number of rain days over Tanzania. I. Regional comparisons. Tanzania Silviculture Technical Note No. 4.
- OBEID, M. ET SEIF EL DIN, A.G. 1970. Ecological studies of the vegetation of the Sudan. I. *Acacia senegal* (L) Willd. and its natural regeneration. Journ. App. Ecol., 7, 507-518.
- PÉLISSIER, P. 1966. Les paysans du Sénégal. Imprimerie Fabrège, 87-Saint Yrieux (France).
- PEYRE DE FABRÈGUES, B. 1963. Étude des pâturages naturels sahéliens. Ranch du Nord-Sanam (Rép. du Niger). Étude agrostologique n° 5, IEMVT, Maisons-Alfort.
1966. Étude des pâturages naturels sahéliens de la région du Nord-Gouré (Rép. du Niger). Étude agrostologique n° 10, IEMVT, Maisons-Alfort.
- 1970a. Étude agrostologique des pâturages de la zone nomade de Zinder (Rép. du Niger). Étude agrostologique n° 17, IEMVT, Maisons-Alfort.
- 1970b. Pâturages naturels sahéliens du Sud-Tamesna (Rép. du Niger). Étude agrostologique n° 28, IEMVT, Maisons-Alfort.
1975. Problèmes posés par l'évaluation du potentiel fourrager ligneux en zone sahélienne. Compte rendu, Coll. sur l'évaluation et la cartog. des pâturages tropicaux africains, 281-284. CIPEA, Addis-Abeba.
- PEYRE DE FABRÈGUES, B. ET RIPPSTEIN, G. 1972. Modernisation de la zone pastorale du Niger. Étude agrostologique, IEMVT, Maisons-Alfort, 307 p.
- PIOT, J. 1969. Végétaux ligneux et pâturages des savanes de l'Adamaoua au Cameroun. Rev. Élev. et Med. Vét. Pays Trop., 22, 541-559.
1970. Pâturage aérien au Cameroun. Utilisation des ligneux par les bovins. Rev. Élev. et Med. Vét. Pays Trop., 23, 503-517.

- PORTÈRES, R. 1957. Un arbre vivant à contre-saison en Afrique tropicale : *Faidherbia albida*. *Sces. et nature*, 19, 19–24.
- POUPON, J. 1973. Influence de la sécheresse de l'année 1972-1973 sur la végétation d'une savane sahélienne du Ferlo septentrional (Sénégal). La désertification au sud du Sahara. Coll. Nouakchott, 17–19 décembre 1973, 96–101.
1976. La biomasse et l'évolution de sa répartition au cours de la croissance d'*Acacia senegal* dans une savane sahélienne. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 166, 23–38.
- RAPP, A., LE HOUÉROU, H.N. ET LUNDHOLM, B., eds. 1976. Can desert encroachment be stopped? Report published in cooperation between the United Nations Environment Programme (UNEP) and the Secretariat for International Ecology, Sweden (SIES), *Ecological Bulletins/NFR* 24.
- ROSE, INNES R. Land and water survey in the Upper and Northern regions of Ghana. *FAO/SF IV* (31), GHA, 175–179. FAO, Rome.
- SCHOCH, P.C. 1966. Influence sur l'évapotranspiration potentielle d'une strate arborée au Sénégal et conséquences agronomiques. *Agronomie Tropicale*, nov. 1966.
- SEIFEL DIN, A.G. 1965. The study of the formation of gum arabic in relation to the anatomy of *Acacia senegal*. University of Maine, Orono, USA., (inédit).
1969. The natural regeneration of *Acacia senegal* (L) Willd. M.Sc. Thesis, University of Khartoum.
- SÉNÉGAL. 1977. Rapport national à la Conférence des Nations Unies sur la désertification. Nairobi (Kenya), 29 août–9 septembre 1977. Dakar (Sénégal).
- SMITH, J. 1949. Distribution of tree species in the Sudan in relation to rainfall and soil texture. *Min. of Agriculture, Bul. No. 4*, Sudan.
- TOUZEAU, J. 1973. Les arbres fourragers de la zone sahélienne de l'Afrique. Thèse, *Éc. Nat. Vét.*, Toulouse, 123 p.
- TROCHAIN, J. 1940. Contribution à la végétation du Sénégal. *Mém., IFAN, Dakar*.
1969. Le rythme biologique aberrant de *Faidherbia albida*. *Ann. Scient. Univ. Besançon*, 3 (6), 7–13.
- UNESCO. 1962. Recherches sur la zone aride (XVIII) : Les problèmes de la zone aride. Actes du Colloque de Paris.
1974. Programme sur l'homme et la biosphère (MAB). Réunion régionale sur les besoins en matière de recherche écologique intégrée et de formation dans la région du Sahel, Niamey, 9–15 mars 1974. Rapport n° 18, série des rapports du MAB.
- USDA FOREST SERVICE. 1972. Wildland shrubs : Their biology and utilization. An international symposium, Utah State University, Logan, Utah, July 1971. USDA Forest Service, General Technical Report INT-1, Inter-mountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, Utah, USA.
- VAILLANT, A. 1956. Les pâturages naturels du Nord-Cameroun. *Rev. Élev. et Med. Vét. Pays Trop.*, IX, 367–398.
- VALENZA, J. ET DIALLO, A.K. 1972. Étude des pâturages naturels du Nord-Sénégal. IEMVT, Maisons-Alfort, 311 p.
- VASSAL, J. 1967. La plantule d'*Acacia albida* Del. *Bull. Soc. Hist. Nat.*, Toulouse, 103, 3–4, 583–589.
- VIDAL-HALL, M.P. 1963. Report on gum arabic. Forests Department, Khartoum (inédit).
- WEBER, F.R. 1977. Reforestation in arid lands. Action/Peace Corps Program and Training Journal, Manual Series No. 5, VITA Publications, Manual Series No. 37e.
- WICKENS, C.E. 1969. A study of *Acacia albida* Del. *Kew Bul.*, 23, 181–202.
- WILSON, J.G. ET BREDON, R.M. 1963. Nutritional value of some common cattle browse and fodder plants of Karamoja, Northern province, Uganda. *East Afr. Agric. and Forest. Journ.*, 204–208.
- WILSON, P.N. 1957. Studies on the browsing and reproductive behaviour of the East African Dwarf Goat. *East Afr. Agric. Journ.*, 23, 138–147.

