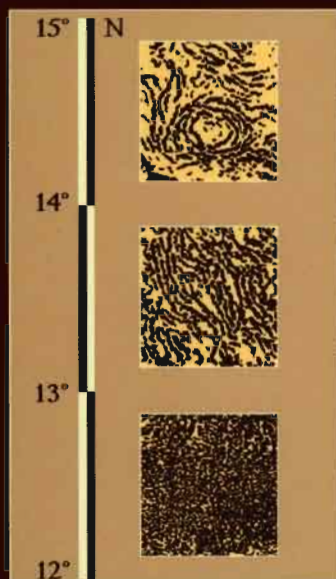
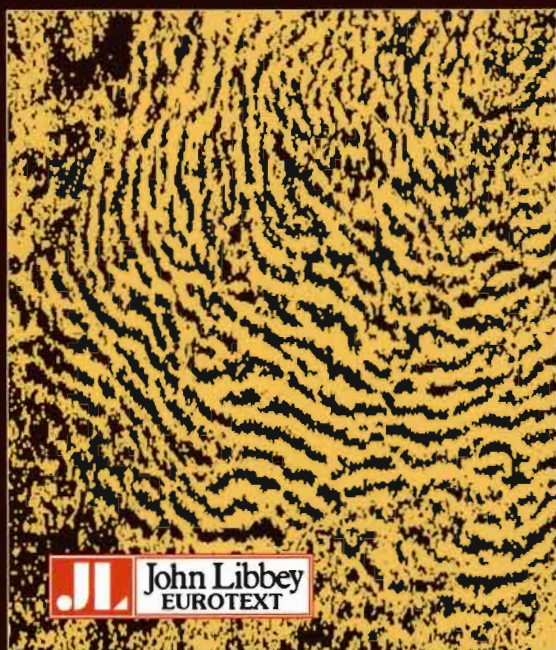


Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens

J.M. d'Herbès, J.M.K. Ambouta, R. Peltier



**Fonctionnement et gestion
des écosystèmes forestiers
contractés sahéliens**



Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens

TEXTES RASSEMBLÉS SOUS LA DIRECTION DE

J.-M. d'Herbès

J.-M.-K. Ambouta

R. Peltier



ISBN : 2-7420-0193-X

Éditions John Libbey Eurotext

127, avenue de la République, 92190 Montrouge, France.

Tél : 01.46.73.06.60

John Libbey and Company Ltd

13, Smiths Yard, Summerley Street, London SW18 4HR, England.

Tel : (1) 947.27.77

John Libbey CIC

Via L. Spallanzani, 11, 00161 Rome, Italy.

Tel : (06) 862.289

© John Libbey Eurotext, 1997, Paris.

Préface

Les sécheresses des dernières décennies au Sahel ont mis cruellement en évidence le décalage entre la capacité de production des écosystèmes et les besoins d'une population croissante. Parmi les préoccupations de la communauté internationale, le problème de la déforestation pour la satisfaction des besoins énergétiques, en particulier des centres urbains, a donné lieu à de vastes programmes visant à reboiser, protéger les ressources existantes ou modifier la nature de la demande.

Ces programmes, menés parfois dans l'urgence, ont connu des succès divers, car s'appuyant trop souvent sur des modèles inversés de la dégradation des systèmes forestiers. Les tentatives de restauration du capital forestier perdu, menées souvent empiriquement au début, constituent cependant des expérimentations dont il convient de tirer les leçons et qui doivent alimenter la recherche. Inversement, les projets de développement doivent prendre conscience de la nécessité de recenser les connaissances et d'effectuer des recherches d'accompagnement et de suivi de leurs actions, afin d'en comprendre les causes d'échec ou d'en connaître les conditions de reproductibilité.

C'est avec la volonté de réunir les opérateurs du développement et des chercheurs, des pays du Nord comme des pays du Sahel, que l'Atelier «Fonctionnement et Gestion des Écosystèmes Forestiers Contractés» a été organisé du 20 au 25 novembre 1995 à Niamey. Il a été rendu possible par la conjonction au Niger des expériences du Projet Énergie II, Volet Offre, mis en œuvre par la Direction de l'Environnement du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement de la République du Niger, avec l'assistance technique de SEED et du CIRAD, et des équipes de l'ORSTOM engagées dans des travaux de recherche sur les «brousses tigrées», manifestation la plus spectaculaire de la contraction des écosystèmes forestiers. Les fréquents échanges entre les intervenants du Projet Énergie II, chargés de promouvoir une politique forestière pour le Niger, et les chercheurs ont fait prendre conscience aux uns et aux autres de l'intérêt de faire partager cette expérience à la communauté nationale et internationale.

Trois sessions se sont succédé au cours de l'Atelier :

- La première, concernant les «usages et fonctions des écosystèmes forestiers contractés sahéliens», a rassemblé trois communications portant sur les droits d'usage traditionnel sur les espaces ruraux, l'usage pastoral des forêts et leurs conséquences en particulier sur la régénération forestière, enfin l'usage principal représenté par le bûcheronnage pour l'approvisionnement en bois des centres urbains.
- La deuxième a traité du fonctionnement de ces écosystèmes forestiers à partir de la présentation de onze communications (dont neuf apparaissent dans le présent ouvrage) exposant l'état actuel des connaissances sur les mécanismes impliqués dans la contraction de la végétation forestière induisant généralement deux éléments, l'un végétalisé, l'autre dénué de végétation : comment reconnaître et classer les différentes structures obtenues, quelle en est la dynamique, quels en sont les déterminants biologiques et physiques, quelle est la productivité correspondante ? sont quelques-unes des questions exposées et débattues durant cette session. Le débat principal

devait porter sur le rôle de la zone dénudée dans l'approvisionnement hydrique par ruissellement de la zone boisée et les moyens de décider de l'opportunité d'aménagements destinés à optimiser la capacité de production de ces écosystèmes.

- La troisième session a vu la présentation de neuf communications (dont huit font partie de cet ouvrage) portant sur l'expérience des projets d'aménagement, de gestion et d'exploitation des formations forestières. La politique et les outils mis en œuvre dans le cadre du Projet Énergie II ont fait l'objet de plusieurs communications exposant une démarche intégrée (juridique et fiscale, socio-économique et technique) incitant les populations rurales à gérer et exploiter elles-mêmes les ressources de leurs terroirs, impliquant dans le même temps une redéfinition du rôle des agents forestiers.

Cent vingt-cinq participants actifs, chercheurs, agents de l'administration forestière, représentants d'ONG ou d'organisations professionnelles ont participé aux débats à la suite des exposés oraux. Deux tournées de terrain ont permis aux participants de visiter les sites expérimentaux des équipes de l'ORSTOM à Banizoumbou (70 km à l'est de Niamey), puis de prendre contact avec les responsables de différents «marchés ruraux de bois-énergie» dans les régions de Torodi et de Say (rive droite du fleuve Niger).

Les travaux se sont poursuivis en huit commissions d'une quinzaine de participants chacune, au cours desquelles ont été débattus les points proposés par un «questionnaire», publié en fin d'ouvrage, rédigé suite aux exposés et aux discussions entendus durant les séances plénières. Une restitution des résultats des travaux des commissions par les rapporteurs de chacune des commissions a ensuite donné lieu à la rédaction d'une synthèse des travaux sous forme de «liste de recommandations de l'Atelier», apparaissant également à la fin de l'ouvrage. Cette synthèse a fait l'objet d'une publication immédiatement après la tenue de l'Atelier dans la revue *Bois et Forêts des Tropiques* (n° 247, 1^{er} trimestre 1996).

A la suite de cet Atelier, rassemblant chercheurs et gestionnaires de l'espace, un symposium international a été organisé à Bondy, dans la région parisienne, France, au mois de mai 1996 (*Banded vegetation patterning in arid and semi-arid environment*). Il avait pour objectif de confronter les résultats des recherches conduites en Afrique sahélienne et ceux obtenus sur divers continents (Australie, Amérique centrale) sur lesquels ont été décrits et étudiés les phénomènes de contraction de la végétation en bandes régulières. Certaines communications écrites pour le présent ouvrage ont pu intégrer les apports des présentations faites à ce symposium, actualisant ainsi des travaux esquissés lors de l'Atelier de Niamey.

A la faveur des délais, toujours trop longs, d'édition des actes de cet atelier, il est possible de saluer deux initiatives qui constituent une forme de prolongement des recommandations issues des débats : la première est la mise en œuvre d'un Projet Énergie au Mali, sur les mêmes bases que celui dont il est rendu compte ici pour le Niger ; la seconde est la mise en place et le suivi d'un réseau nigérien de parcelles destinées à évaluer la productivité forestière sahélienne en conditions naturelles et soumises à des coupes afin de préciser les fameux «quotas» d'exploitation permettant de satisfaire les besoins des populations sans préjudice pour le capital forestier menacé.

Les éditeurs

Jean-Marc d'Herbès, ingénieur agronome, docteur en Écologie Terrestre formé au Centre d'Études Phytosociologiques et Écologiques Louis Emberger (actuel CEFE-CNRS) à Montpellier, est aujourd'hui écologue à l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en coopération (ORSTOM). Après des séjours en Tunisie, au Chili puis au Niger, accumulant des expériences sur le fonctionnement et la gestion des zones arides, il collabore actuellement à la définition du contenu scientifique du Réseau d'Observations de Surveillance Écologique à Long Terme (ROSELT) de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS).

ORSTOM, 500 rue J.F. Breton, 34093 Montpellier Cedex 05 (France).

Téléphone : (33 ou 0) 4.67.54.87.16 ; Fax : (33 ou 0) 4.67.54.87.00 ; E.mail : dherbes@teledetection.fr

Jean-Marie Ambouta Karimou, pédologue, est actuellement doyen de la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. Il est à l'origine du renouvellement de l'intérêt pour les brousses tigrées nigériennes, à travers sa thèse présentée en 1984 à l'Université de Nancy. Également auteur d'un travail de Ph.D sur les conditions d'encroûtement des sols sableux de la zone sahélienne, il partage son temps entre la gestion de la formation universitaire, la recherche et l'évaluation des projets de développement.

Faculté d'Agronomie, BP 12627, Niamey (Niger).

Téléphone : (227) 73.32.38

Régis Peltier, après avoir effectué diverses recherches forestières puis agroforestières, est actuellement chef du département «Foresterie Rurale et Tropicale» (FRT) de l'École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF) à Montpellier. A ces titres divers, il a contribué à relancer l'intérêt pour la gestion des forêts sèches, puis a effectué plusieurs missions d'appui au Projet Énergie II au Niger, à partir de 1989. Son apport original a consisté à traduire les résultats de recherches en termes très simples qu'il a fait utiliser à grande échelle par les groupements villageois. Par ailleurs, il a créé un module d'aménagement forestier villageois au sein de la formation de l'ENGREF pour vulgariser ces méthodes dans différents pays tropicaux.

CIRAD-Forêt / ENGREF, BP 5093, 34033 Montpellier Cedex 01 (France).

Téléphone : (33 ou 0) 4.67.04.71.22 ; Fax : (33 ou 0) 4.67.04.71.01 ; E.mail : peltier@engref.fr

Remerciements

L'organisation de cet atelier et l'édition des actes ont été rendues possibles grâce aux financements de plusieurs institutions, aux premiers rangs desquelles :

- l'Union Européenne,
- la Direction de l'Environnement du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement du Niger,
- l'ORSTOM, à travers ses diverses structures (Commission Scientifique, Département Milieux et Activités Agricoles, le Centre de Niamey),
- le CIRAD-Forêt.

Le Centre AGRHYMET / CILSS de Niamey a accueilli cette manifestation et mis les locaux à sa disposition.

Le programme ROSELT (Réseau d'Observations de Surveillance Écologique à Long Terme) de l'OSS (Observatoire du Sahara et du Sahel) a financé le séjour de ses représentants nationaux du Sénégal, du Mali et du Burkina Faso.

Le Projet Énergie II a contribué à l'organisation et mis ses véhicules à disposition pour les visites de terrain.

Le secrétariat de préparation et de déroulement de l'Atelier a été assuré par Muriel Larchevêque. Georges Rolland a contribué à l'organisation logistique de l'Atelier et des visites de terrain.

L'infographie et la mise en page des textes de cet ouvrage, ainsi que la maquette de couverture, ont été réalisées par Marie d'Herbès.

Sommaire

Préface	V
Les éditeurs	VII
Remerciements	VIII
Discours d'ouverture	XIII

Atelier I. Usages et fonctions des écosystèmes forestiers contractés sahéliens

- 1. Droits d'usage traditionnel locaux et demande externe des populations urbaines au Niger**
H.A. Sidikou (IRSH, Université de Niamey, Niger)..... 3
- 2. Pastoralisme et écosystèmes forestiers contractés du sud du Niger : ressources fourragères et impact du pâturage sur la forêt**
F. Achard (ORSTOM, Niamey, Niger) 15
- 3. Le Schéma Directeur d'Approvisionnement en bois de la ville de Niamey**
B. Attari (Direction de l'Environnement, Niamey, Niger) 25

Atelier II. Fonctionnement des écosystèmes forestiers contractés sahéliens

- 4. Définition et caractérisation des structures de végétation contractée au Sahel : cas de la brousse tigrée de l'ouest nigérien**
J.M.K. Ambouta (Faculté d'Agronomie, Niamey, Niger)..... 41
- 5. Les possibilités de classification des formations contractées à partir de la télédétection aérienne et satellitaire. Exemple dans l'ouest nigérien**
B. Mougnot (ORSTOM, Niamey, Niger)
S. Hamani (Direction de l'Environnement, Niamey, Niger) 59
- 6. Contractions du couvert végétal et sécheresse. Exemples au nord-ouest du Burkina Faso**
P. Couteron (ENGREF, Montpellier, France) 69
- 7. Rôle des termitières de *Macrotermes subhyalinus* Rambur dans une brousse tigrée (Yatenga, Burkina Faso)**
P. Ouédraogo (Université de Ouagadougou, Burkina Faso)
M. Lepage (ENS, Paris, France) 81

8. **Synthèse des espèces des domaines sahélien et soudanien qui se multiplient naturellement par voie végétative**
R. Bellefontaine (CIRAD-Forêt, Nogent-sur-Marne, France) 95
9. **Fonctionnement hydrique et biologique à l'échelle locale. Cas d'une brousse tigrée au Niger**
S. Galle, J. Seghieri, H. Mounkaila (ORSTOM, Niamey, Niger) 105
10. **Productivité comparée des formations structurées et non structurées dans le Sahel nigérien. Conséquences pour la gestion forestière**
A. Ichaou (Direction de l'Environnement, Niamey, Niger)
J.M. d'Herbès (ORSTOM, Niamey, Niger) 119
11. **La brousse tigrée au Niger : synthèse des connaissances acquises. Hypothèses sur la genèse et les facteurs déterminant les différentes structures contractées**
J. M. d'Herbès, C. Valentin (ORSTOM, Niamey, Niger)
J. Thiéry (CEA, France) 131

Atelier III. Modes de gestion. Impact de l'administration et des projets

12. **Les grands axes stratégiques du Projet Énergie II - Volet Offre pour une gestion rationnelle des écosystèmes forestiers péri-urbains au Niger**
L.E. Mahamane, P. Montagne (Projet Énergie II, Niamey, Niger) 155
13. **Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : le mode de développement**
P. Montagne, M. Housseini, L.O. Sanda
(Projet Énergie II, Niamey, Niger) 169
14. **Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : outils de développement rural local**
P. Montagne (Projet Énergie II, Niamey, Niger) 185
15. **L'aménagement villageois sylvo-pastoral de la formation de brousse tachetée de Tientiergou (arrondissement de Say, Niger)**
H. Djibo, P. Montagne (Projet Énergie II, Niamey, Niger)
D. Geesing (Service Allemand de Développement, Niamey, Niger)
R. Peltier (CIRAD-Forêt, Montpellier, France)
A. Touré (Projet Énergie II, Niamey, Niger) 203

16. Méthodologie de passage d'une exploitation orientée à une exploitation contrôlée : cas du village de Degma (canton de Torodi, Niger)	
<i>D. Knapp (Service Allemand de Développement, Niamey, Niger)</i>	
<i>A.N. Mazou (Projet Énergie II, Niamey, Niger).....</i>	<i>217</i>
17. Les systèmes d'information géographique au service des aménagements villageois	
<i>C. Bernard (CIRAD-Forêt, Nogent-sur-Marne, France)</i>	
<i>A. Boureima (Projet Énergie II, Niamey, Niger)</i>	
<i>N. Fauvet (CIRAD-Forêt, Nogent-sur-Marne, France)</i>	
<i>R. Peltier (CIRAD-Forêt, Montpellier, France)</i>	
<i>O. Yaye (Projet Énergie II, Niamey, Niger)</i>	<i>225</i>
18. Évolution de la végétation spontanée sur plateaux latéritiques traités par des travaux anti-érosifs dans le département de Dosso (Niger)	
<i>P. Torrekens (PDAAT, Dosso, Niger)</i>	
<i>J. Brouwer (ICRISAT-Centre Sahélien, Niamey, Niger)</i>	
<i>P. Hiernaux (ILRI, Niamey, Niger)</i>	<i>235</i>
19. Résultats techniques et économiques de l'exploitation «contrôlée» d'un massif forestier sahélien au nord de Niamey (Niger)	
<i>J.M. Jolly (IRAM / PGTF, Niamey, Niger).....</i>	<i>247</i>
Questionnaire remis aux commissions de travail	263
Synthèse des travaux en commissions	267
Liste des participants	271

Discours d'ouverture

Discours de Monsieur le Représentant de l'ORSTOM au Niger

Monsieur le Ministre de l'Hydraulique et de l'Environnement,
Monsieur le Ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de la Technologie,
Monsieur le Ministre de l'Agriculture et de l'Élevage,
Monsieur le Délégué de la Commission des Communautés Européennes,
Monsieur le Représentant du CILSS,
Monsieur l'Ambassadeur de France,
Monsieur le Directeur de l'Environnement,
Monsieur le Représentant du CIRAD,
Mesdames, Messieurs,

Il m'appartient de prononcer le premier discours de cette cérémonie inaugurale de l'Atelier «Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens» organisé par la Direction de l'Environnement, le CIRAD et l'ORSTOM.

Après avoir remercié tous les participants qui ont bien voulu répondre à notre invitation, je voudrais vous expliquer pourquoi l'ORSTOM s'est investi dans l'organisation de cet atelier.

Comme vous le savez sans doute, l'ORSTOM est un Institut français qui a vocation à mener des recherches dont les résultats doivent servir au développement des pays dans lesquels nous travaillons, ces recherches étant menées en collaboration avec les institutions nationales.

Le thème de l'atelier qui s'ouvre aujourd'hui nous a semblé exemplaire pour plusieurs raisons :

La première, c'est la vocation régionale et internationale de ces recherches. Les formations végétales contractées se retrouvent dans toutes les zones arides et semi-arides du monde : ensemble du Sahel, mais aussi Amérique centrale, Australie, *etc.*

La seconde raison, c'est que la plupart des résultats qui vont vous être exposés résultent d'études multi-disciplinaires, regroupant Agro-forestiers, Pédologues, Hydrologues, Écologues... On sait que ce type d'études systémiques est le seul envisageable si l'on veut saisir toute la complexité du fonctionnement des systèmes écologiques.

La troisième raison, c'est que les résultats scientifiques qui vont être exposés résultent, pour la plupart, des travaux, sur un même sujet, d'équipes conjointes des Institutions du Nord et du Sud. Les collaborations qui se sont établies, notamment au Niger, entre ces équipes ont été fructueuses et doivent se poursuivre à l'avenir.

La principale raison de l'intérêt de l'ORSTOM pour cet atelier, c'est qu'il devrait favoriser un dialogue entre les producteurs et les utilisateurs de la Recherche, c'est-à-dire entre les chercheurs et les opérateurs du développement.

Les recherches que mène l'ORSTOM sont ou paraissent souvent très en amont des problèmes de développement. Leurs résultats prévisibles sur le développement ne peuvent être le plus souvent attendus qu'à moyen, sinon à long terme.

Sans vouloir anticiper sur les présentations qui seront faites au cours de l'Atelier, on peut déjà citer quelques résultats de la recherche qui trouvent une application immédiate dans les projets de développement.

L'étude du fonctionnement des systèmes forestiers contractés, c'est-à-dire présentant d'importantes surfaces de sol nu juxtaposées à des surfaces boisées, montre qu'il n'est pas pertinent de reboiser ou de traiter en Défense et Restauration des Sols toutes les zones nues, dans la mesure où ces zones constituent des impluviums pour la végétation naturelle qui serait privée, en cas d'aménagements mal conduits, de ces apports supplémentaires indispensables à son bon fonctionnement et à sa croissance. Les options d'aménagement doivent donc privilégier, chaque fois que possible, des interventions douces, telles que le paillage ou branchage dans les zones les plus aptes à garantir une régénération naturelle accélérée. Ces interventions ont, de plus, l'intérêt d'être à la fois peu onéreuses et facilement praticables par les populations rurales.

De même, les études scientifiques montrent que l'utilisation pastorale des formations forestières contractées n'est pas incompatible avec une bonne régénération forestière, à condition de respecter quelques règles simples sur la charge maximale autorisée ou les périodes de pâturage.

Ces informations, qui formeront probablement une partie des résultats de l'atelier, devraient persuader les forestiers qu'il convient de bien connaître les systèmes écologiques avant toute intervention. On éviterait ainsi des projets parfois mal ciblés, onéreux et souvent inefficaces.

Un autre des objectifs de cet atelier est d'exposer l'approche privilégiée par la Direction de l'Environnement du Niger à travers le Projet Énergie II, qui consiste à responsabiliser les populations locales en leur confiant l'exploitation contrôlée de leurs ressources forestières ainsi que leur commercialisation à travers les «marchés ruraux». Les agents forestiers n'ont plus dans ce contexte un rôle répressif, mais plutôt un rôle technique d'accompagnement de cette politique.

Mesdames, Messieurs, c'est pour toutes ces raisons que nous attendons beaucoup des résultats de vos travaux et discussions au cours de cet atelier. Nous sommes persuadés que vous ne décevrez pas notre attente.

Je vous remercie.

Alain Casenave

Représentant de l'ORSTOM au Niger

Discours du Chef de la Délégation de la Commission Européenne au Niger

Vu les pressions qui existent sur les écosystèmes forestiers du Sahel, on ne peut que se féliciter de la tenue d'un tel séminaire. Face à une situation préoccupante, ce sont à des «experts» auxquels gouvernements et donateurs font appel pour des missions d'instruction de quelques semaines, voire quelques mois. Trop souvent, ce travail est effectué sans l'établissement d'un lien avec le travail des chercheurs qui se penchent pourtant sur ces problèmes depuis des décennies. Ce séminaire n'est donc pas de trop pour rappeler à tous l'indispensable coopération entre les services de l'État, vos scientifiques et nos organismes de développement.

Dès mon arrivée au Niger, j'ai été émerveillé par la structure de l'une des formations forestières auxquelles se rapporte ce séminaire. Émerveillé par le fonctionnement de cette brousse tigrée dans laquelle la végétation s'est organisée pour optimiser les maigres quantités d'eau qui tombent ou ruissellent et pour s'épanouir malgré tout. Car il s'agit bien pour elle d'un épanouissement, et pour nous d'un ravissement devant cette richesse végétale sur des terres si pauvres.

La faune a également joué son rôle dans le fonctionnement de la brousse tigrée. L'Union Européenne a financé il y a deux ans une étude sur la contribution de la girafe à cet écosystème. Cet atelier bénéficierait certainement d'une présentation des résultats de ce travail. C'est sur la base de ces résultats que l'Union Européenne finance actuellement un projet de gestion de terroirs sur la région de Kouré et du Dallol Bosso nord. Dans le cadre d'une recherche d'un équilibre plus harmonieux entre la vie des populations locales et leur environnement naturel, il s'agit de sauver les derniers troupeaux de girafes d'Afrique de l'Ouest.

Le travail des chercheurs est de mieux comprendre le fonctionnement de ces écosystèmes qui nous préoccupent parce qu'ils sont très fragiles. La connaissance de ce fonctionnement devrait permettre de mieux protéger flore et faune. Elle devrait permettre aussi d'établir les rythmes d'exploitation compatibles avec la régénération naturelle du peuplement forestier. Cette connaissance nous aide à mieux comprendre les risques d'une extension anarchique des cultures ou le danger d'un reboisement inadéquat.

Les services de la Direction Faune Pêche et Pisciculture et de la Direction de l'Environnement, et surtout leurs forestiers, doivent se tenir au courant des progrès de cette connaissance. Elle leur permettra de jouer davantage un rôle de soutien aux populations rurales et de réduire ainsi la nécessité même d'un rôle répressur. Les forestiers ont déjà une bonne formation. Ils doivent la poursuivre. Proches des populations locales, ils sont plus conscients de leurs problèmes. Ils devraient donc pouvoir jouer davantage un rôle de *feedback* pour les scientifiques. Des efforts de perfectionnement, le dialogue tant avec les paysans qu'avec les scientifiques, rendront le travail des forestiers plus utile, surtout plus intéressant pour eux, et aidera les plus faibles à mieux résister à certaines tentations.

Le progrès des recherches dans d'autres secteurs peut apporter des éléments nouveaux au domaine qui nous intéresse ici : de même que le scientifique ne finit jamais ses recherches, le forestier, comme tout un chacun, ne finit jamais d'apprendre.

Gouvernements et nous, donateurs, devrions donner davantage d'importance à l'établissement de ces relations entre ces partenaires. Nous contribuerions ainsi à promouvoir un développement plus soucieux des équilibres naturels, plus soucieux de l'intérêt véritable des bénéficiaires de l'aide extérieure, autrement dit un développement durable.

Quelque soit l'avidité, tant des gouvernements que des donateurs, à promouvoir un développement rapide, il faut d'abord faire confiance aux paysans eux-mêmes et leur rendre le contrôle des zones d'exploitation de leurs terroirs, sans les priver pour autant de l'appui de services de vulgarisation avertis du résultat des recherches scientifiques.

Sur le plan régional, en Afrique de l'Ouest, l'Union Européenne finance le projet Amélioration de la Jachère, mettant en jeu l'Université et l'ORSTOM : il s'agit, dans ce projet, de définir des systèmes d'amélioration de la gestion de la jachère et de les introduire dans les terroirs, d'expérimenter de nouvelles techniques et de mettre en place un réseau de recherche d'accompagnement entre les différents pays.

Nous devons impliquer plus souvent l'Université et les instituts de recherche dans les projets de développement que nous finançons. Je lance un appel pour que soient établis les contacts afin de remédier au plus tôt à cette lacune. En réponse à une demande du Recteur, je m'efforcerai pour ma part, de voir les possibilités de promouvoir cette approche pour les projets financés par l'Union Européenne au Niger.

Il s'agira au cours de cet atelier de parler plus spécifiquement du projet Énergie II. Ce projet cherche à limiter les dégâts des coupes de bois indiscriminées et anarchiques en remettant la gestion de l'exploitation du bois aux mains des paysans et de leurs coopératives. Mais Hamadou Habdou, le président de l'Association Nationale des Exploitants de Bois (ANEB), attirait récemment notre attention sur les trop nombreuses coupes de bois vert qu'accompagne ce projet. Comme il le suggère, un travail plus soigné d'inventaire et de contrôle devrait sans doute être accompli afin d'éviter tout abus d'exploitation. C'est la nuit que j'ai vu des camions chargés de bois entrer dans Niamey : pourquoi ces transporteurs travaillent-ils la nuit ? Même en saison plus fraîche ?

Au vu des ressources restant disponibles, la ville de Niamey consomme une quantité impressionnante de bois. Quels que soient les efforts, le projet Énergie II même ne fait que limiter les dégâts d'un déboisement qui deviendra irréversible si des alternatives ne sont pas trouvées rapidement. Nous nous en préoccuons. Sur un appel de Mahamane Habdou, nous relançons actuellement une étude pour considérer les possibilités de promouvoir l'usage du charbon. Au plan régional, un projet de promotion du gaz n'a pas eu les résultats attendus et nous préparons actuellement un nouveau projet régional qui offrirait des alternatives. Mais je sors là quelque peu de l'objet de cette réunion. Je vous remercie de m'avoir invité à l'ouverture de cet atelier si utile et intéressant.

Bon courage à tous pour en faire un nouveau départ à une prise de conscience si nécessaire à un développement plus harmonieux du Sahel. Merci.

Jean-Claude Heyraud
Chef de la Délégation de la
Commission Européenne
en République du Niger

Discours de Monsieur le Ministre de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de la Technologie

Monsieur le Ministre de l'Hydraulique et de l'Environnement,
Monsieur le Représentant du CILSS,
Monsieur le Directeur de l'Environnement,
Messieurs les Représentants de l'ORSTOM et du CIRAD,
Mesdames, Messieurs,

Les pays sahéliens en général et le Niger en particulier ont à faire face à un défi permanent : celui de la grande rigueur et de l'extrême variabilité des conditions climatiques, s'ajoutant à la forte croissance de nos populations. Ces deux conditions nous obligent à fournir un effort particulièrement élevé pour maîtriser notre environnement, stabiliser le contexte de notre production pour la satisfaction des besoins élémentaires de notre population.

Mesdames et Messieurs, ce défi exige de notre part de comprendre d'abord l'ensemble des facteurs qui conditionne cette production, afin de pouvoir intervenir à bon escient, au bon endroit. Il faut également tout mettre en œuvre pour découvrir de nouvelles techniques de gestion du milieu, qui respectent la règle élémentaire de toute exploitation des ressources renouvelables : si l'on prélève plus que ce que le milieu est capable de fournir, celui-ci se dégrade progressivement jusqu'à un seuil au-delà duquel il est irrémédiablement perdu pour la production.

La connaissance de ces limites, la mise en œuvre de techniques nouvelles, passent obligatoirement par un effort de recherche sans précédent face aux enjeux de cette fin de siècle. Recherche sur l'environnement, mais aussi recherche sur les hommes chargés d'exploiter cet environnement, sur leurs techniques, leur savoir ancestral, leurs espoirs.

La Communauté internationale a pris conscience de ces enjeux, comme il est ressorti de la Conférence de Rio, la Convention sur la Désertification, desquelles un grand nombre d'initiatives régionales et nationales sont issues. Nos institutions de recherche y sont associées, à travers l'INRAN, l'Université Abdou Moumouni et d'autres.

Mais, Mesdames et Messieurs, la recherche pour la recherche, si brillante et nécessaire soit-elle, ne servirait à rien si des passerelles n'étaient jetées vers l'application, vers le développement. Il faut que les chercheurs se risquent à sortir de leurs laboratoires et s'exposent à communiquer leurs connaissances, même si, comme c'est le cas dans le domaine de l'écologie et de l'environnement, il ne peut jamais y avoir de certitudes, seulement des probabilités.

C'est pourquoi il me plaît de saluer l'initiative de cette rencontre entre les chercheurs et les agents chargés de la gestion des milieux naturels. Les problèmes abordés sont ambitieux, puisqu'il s'agit de notre énergie, de nos forêts, de notre cadre de vie. Nous avons la fierté de reconnaître que ces recherches doivent beaucoup à l'un de nos chercheurs, actuellement

doyen de la Faculté d'Agronomie, qui a, dès 1984, analysé ces «systèmes forestiers contractés», plus communément appelés dans certains cas «brousses tigrées».

L'investissement dans la recherche prend ici tout son sens, si le savoir engendré résulte dans une gestion plus efficace de nos ressources, des interventions moins coûteuses pour le pays et la communauté internationale. Il prend toute sa signification si cette recherche se prolonge par une formation théorique et pratique des jeunes de nos universités.

Mesdames et Messieurs, l'atelier auquel vous allez consacrer vos travaux est en ce sens exemplaire, puisqu'il réunit les efforts de ceux qui cherchent à comprendre comment fonctionnent les milieux qu'ils étudient et ceux des agents chargés de gérer, d'exploiter ces milieux. Il est exemplaire, parce qu'il réunit diverses disciplines, divers organismes, divers pays ; il associe dans une collaboration étroite des institutions nationales et des institutions internationales au service d'une même cause : l'amélioration des conditions de vie dans notre pays.

Mesdames et Messieurs, je souhaite un plein succès et une large audience à vos travaux.

Ministre de l'Enseignement Supérieur,
de la Recherche et de la Technologie

Discours de Monsieur le Représentant du CIRAD

Monsieur le Ministre de l'Hydraulique et de l'Environnement,
Monsieur le Ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de la Technologie,
Monsieur le Ministre de l'Agriculture et de l'Élevage,
Monsieur le Délégué de la Commission Européenne,
Monsieur le Représentant du CILSS,
Monsieur l'Ambassadeur de France,
Monsieur le Directeur de l'Environnement,
Monsieur le Représentant de l'ORSTOM,
Messieurs les Représentants des différents pays du Sahel,
Mesdames, Messieurs, Chers Collègues et Amis,

Qu'il me soit tout d'abord permis de remercier tous les membres du gouvernement, les représentants des organisations internationales et des pays partenaires qui ont accepté de libérer un peu de leur temps précieux pour venir nous écouter, nous «les gens de la brousse». Je remercie également tous ceux qui sont venus de loin et ont laissé leur famille et leurs tâches quotidiennes si absorbantes pour faire de longues heures de véhicule ou d'avion et se joindre à nous aujourd'hui. J'espère que leur séjour à Niamey sera heureux et fructueux.

C'est une grande semaine qui commence, une semaine dont je me souviendrai toute ma vie et j'espère qu'il en sera de même pour la plupart d'entre vous. En effet, il faut bien prendre conscience qu'à travers la centaine de participants, cette réunion concerne, à des degrés divers, tous ceux qui tirent des produits directs ou indirects des brousses sahéliennes, ce qui signifie pratiquement tous les habitants de la longue bande de terre qui va de Dakar à N'Djamena et au-delà. Je n'en citerai que quelques uns : bûcherons qui coupent le bois et le vendent, transporteurs, commerçants de gros ou de détail, ménagères des villes et des campagnes qui achètent ou récoltent le bois et cuisent les aliments, consommateurs de ces aliments, éleveurs qui font pâturer leur bétail en forêt, cueilleurs de gomme, de fruits, d'écorces, de fleurs, de feuilles, de racines *etc.*, chasseurs, agriculteurs dont les champs reçoivent l'eau qui ruisselle des forêts, administration de tous types qui gèrent ces innombrables acteurs ou consommateurs, représentants politiques.

Cette réunion restera, j'en suis certain, comme une pierre angulaire sur le long chemin de la foresterie sahélienne. En effet, si des congrès comme celui de Rio ont valeur de symbole et marquent une évolution générale de la conscience mondiale envers l'environnement, ceux-ci n'ont aucun sens s'ils ne sont pas suivis d'ateliers, certes beaucoup plus modestes, comme celui que nous ouvrons aujourd'hui. Ces réunions permettent de s'intéresser à un milieu écologique bien défini (dans notre cas les formations contractées sahéliennes), de décrire le fonctionnement de ces écosystèmes et d'en déduire des décisions concrètes de gestion en faveur de la conservation du patrimoine et de la satisfaction des besoins des populations actuelles et futures.

L'organisme que je représente, dénommé aujourd'hui CIRAD-Forêt et autrefois CTFT, étudie la forêt sahélienne (entre autres) depuis plus d'un demi-siècle. Il y eut tout d'abord

l'époque de la découverte des espèces, de la constitution d'herbiers et de collections de bois. On fit de nombreux inventaires forestiers et pastoraux pour quantifier le bois-énergie et le bois de service et de sciage que l'on pouvait extraire de ces formations et la valeur des différents types de pâturage.

Au cours des dernières décennies on s'est aperçu que l'augmentation de population, en particulier urbaine, entraînait une sur-exploitation du bois des massifs situés près des villes et des routes qui y mènent. Avec les années de sécheresse, on constata également que l'afflux massif de troupeaux venus du nord menaçait fortement la végétation du sud-Sahel, que ce soit les herbacées ou les ligneux, en particulier les jeunes semis d'arbres ou les rejets de souche après exploitation. La tendance générale fut alors de dire qu'il fallait protéger les forêts contre la coupe du bois et le pâturage par un contrôle répressif de la population. Par ailleurs, on espérait, avec l'aide de grands projets, satisfaire le besoin en bois par des plantations et réduire l'impact du pâturage par une diminution des troupeaux et la création de ranchs d'élevages.

Or, au milieu des années 1980, il fallut bien constater que la répression n'avait pas réussi à empêcher la coupe du bois vert ou le pâturage en forêt. Par ailleurs, les plantations ont bien marqué leurs limites. Elles ne peuvent réussir que si l'on fait un fort investissement pour leur installation et leur entretien. C'est pourquoi elles ne peuvent être réalisées qu'à petite échelle par des agriculteurs individuels. Ou bien ces reboisements peuvent être créés par des collectivités ou par l'État, le plus souvent avec l'aide de financements extérieurs, en particulier lorsqu'il s'agit de protéger une zone de surface limitée particulièrement dégradée. Quant aux ranchs d'élevage, je pense également qu'ils ont bien montré leurs limites du point de vue technique et financier.

Il a donc fallu faire le constat suivant : aujourd'hui et pendant les prochaines décennies, l'essentiel de la production de bois et de viande des pays sahéliens se fait et continuera de se faire dans les espaces naturels !

Or, la gestion actuelle n'est pas durable, certaines zones sont surexploitées, cela constitue un front de dégradation qui progresse aux dépens de zones encore fertiles, productives et sous-exploitées qui sont transformées, en quelques années en semi-désert. C'est donc le devoir de l'État de ralentir, puis de stopper et si possible d'inverser ce processus de dégradation pour conserver le patrimoine aux générations futures.

Il faut donc, très rapidement, comprendre le fonctionnement des grands systèmes écologiques sahéliens : les bas-fonds argileux inondables où poussent les forêts d'*Acacia nilotica*, les dunes sableuses où l'on trouve les *Guiera senegalensis*, les parcs agroforestiers à *Faidherbia albida* des Dallols, les parcs à Combretacées des jupes sableuses et les formations contractées de plateaux latéritiques qui nous intéressent aujourd'hui. Il faut, en même temps, démarrer des tests de gestion durable de ces écosystèmes, peu coûteux et applicables rapidement à la grande majorité des zones concernées. Il faut enfin évaluer en continu l'impact de ces types de gestion, de façon à pouvoir interpellier les scientifiques en leur demandant de lancer de nouvelles recherches pour résoudre les problèmes rencontrés et de proposer rapidement une modification efficace et réaliste du système de gestion.

C'est ce type de raisonnement pragmatique qui est mené par la Direction de l'Environnement au Niger avec l'appui du Projet Énergie II, auquel participent le CIRAD-Forêt et des scientifiques de l'ORSTOM et de l'Université. Les formations contractées ont été

grossièrement cartographiées et inventoriées, les grands principes de leur fonctionnement ont été décrits par les chercheurs, les utilisateurs et ayant-droits ont été identifiés, les filières commerciales ont été décortiquées. On a pu alors identifier des pistes pour ralentir la dégradation de ces formations. Les différents acteurs potentiels de la gestion des forêts ont ainsi pu être mis autour d'une table de négociation (ou plutôt sous un arbre à palabres). On a pu en tirer des règles qui permettent : de redonner la gestion des forêts aux populations riveraines, de limiter la coupe du bois à un certain quota égal ou inférieur à la capacité du massif, d'équilibrer la pression d'exploitation entre les différentes forêts villageoises et, à l'intérieur de celles-ci, entre les parcelles de coupe. Les droits de pâturage ont été garantis aux éleveurs sédentaires et aux transhumants à condition de respecter certaines règles simples mais efficaces pour permettre une régénération de la végétation herbacée (annuelle ou pérenne) et ligneuse. Les droits des commerçants ont également été garantis, en respectant la libre concurrence, à condition de payer les droits et taxes fixés par l'État.

Les agents de l'administration forestière étaient souvent démotivés, sans moyens de fonctionnement, ne pouvant gérer seuls tous ces immenses territoires et étant contraints de faire la police du transport de bois au bord de route. Cette administration s'est vu confier le rôle plus noble d'animer, d'encadrer et d'aider les villageois à gérer leur forêt, et a reçu l'assurance de moyens de fonctionnement durables grâce à la perception locale d'une partie des taxes sur le bois. Les populations villageoises bénéficient des caisses financées par les marchés ruraux de bois-énergie et peuvent améliorer leurs équipements (écoles, dispensaires, lieux de culte, puits, moulins, *etc.*) et financer des campagnes de vaccination qui sauvent de nombreuses vies humaines ainsi que les troupeaux, *etc.*

Les consommateurs urbains se voient garantir l'approvisionnement en bois-énergie pour plusieurs décennies, à un prix légèrement plus élevé au départ, en raison des taxes, mais certainement moindre dans quelques années, que si on avait laissé la forêt se dégrader. Cette évolution s'inscrit parfaitement dans le processus de démocratisation, de libéralisation contrôlée et de décentralisation du pays.

Mais tout ceci n'est possible, et ne sera possible que si les chercheurs aident l'administration à guider les populations vers de bons systèmes de sylviculture, de pâturage et de cueillette et «rectifie le tir» aussi souvent que cela sera nécessaire, en fonction d'évolutions écologiques, sociologiques ou économiques. La réussite de cet atelier est absolument nécessaire pour que cette politique de gestion durable de l'environnement puisse se poursuivre et s'améliorer.

Je demande à tous les participants de s'investir totalement dans cet exercice de réflexion, en défendant leurs propres idées mais dans un esprit d'ouverture et d'écoute pour que nous puissions nous enrichir mutuellement de nos expériences et repartir plus instruits et plus décidés vers nos forêts, nos villages, nos laboratoires ou nos bureaux.

Vive la forêt sahélienne, vive les peuples qui l'habitent, vive la coopération !

Bernard MALLET
Représentant du CIRAD
Chef du programme Agroforesterie
du CIRAD-Forêt

ATELIER I

Usages et fonctions des écosystèmes forestiers contractés sahéliens

Multi-fonctionnalités des écosystèmes forestiers et multi-usages de l'espace et des ressources caractérisent les écosystèmes forestiers sahéliens.

Le problème essentiel de l'approvisionnement en bois des centres urbains est rappelé par la communication de B. Attari.

Il faut cependant tenir compte de l'ensemble des acteurs intervenant sur ces espaces, ainsi que des règles d'accès aux ressources, déterminées par le statut juridique des espaces de production :

H.A. Sidikou expose les difficultés potentielles posées par la superposition d'une réglementation forestière et des droits d'usage traditionnels.

F. Achard aborde plus spécifiquement les aspects liés aux usages pastoraux, à la fois par l'importance des ressources fourragères des espaces forestiers et par l'impact potentiel du pâturage sur la régénération forestière.

Avertissement : sauf indications contraires, la nomenclature des espèces végétales citées dans cet ouvrage suit la «Flore du Sénégal» (Berhaut J., 1954. *Flore du Sénégal. Clé pratique permettant l'analyse facile et rapide des plantes*. Librairie Clairafrique, Dakar, Sénégal. 300p.)

1

Droits d'usage traditionnel locaux et demande externe des populations urbaines au Niger

H.A. SIDIKOU

IRSH, Université de Niamey, Niger.

Résumé

Le ravitaillement des centres urbains en produits de consommation et plus particulièrement en céréales et en bois de feu, constitue un important enjeu économique et financier. Or, on a tendance à oublier que la disponibilité de ces produits sur les marchés urbains est également liée au statut juridique des espaces de production car c'est ce statut qui détermine les conditions de leur accessibilité. Cette accessibilité est libre ou restrictive selon le statut du support physique de la production, c'est-à-dire la terre.

L'accès à la terre peut se faire par défrichement, succession, donation, prêt, gage, achat, location. Le mode d'accès à la terre détermine le régime de la propriété dont le type dominant est la propriété privée.

Les politiques forestières étatiques, en réglementant l'accès à certains espaces territoriaux, en procédant à leur classement ou à leur protection, tout en créant des sources potentielles de conflits, affectent en même temps les conditions de l'accessibilité aux produits qui pourraient en provenir.

La déstabilisation des systèmes de production locaux, sous l'effet de plusieurs facteurs et plus particulièrement la rareté et l'appauvrissement des terres, engendre une compétition de plus en plus rude pour l'accès à la terre en général, aux espaces classés ou protégés en particulier.

Introduction

Les estimations démographiques les plus courantes créditent le Niger d'une population de 8,5 millions d'habitants en 1993 et près de 9 millions en 1995 alors que le recensement général de la population de 1988 faisait état d'une population de 7,2 millions d'habitants. C'est donc une population en forte croissance (3,2 %) qui, si le taux de fécondité demeure inchangé, atteindrait 17,4 millions d'habitants en l'an 2015 et 31,2 millions en 2030 (Banque Mondiale, 1989 ; 1993). L'accélération de la croissance de la population globale va de pair avec celle de la population urbaine. En effet, si en 1960 environ 5 % seulement des Nigériens vivaient dans des agglomérations urbaines, cette proportion est passée, selon les recensements généraux de la population, à 13 % en 1977 et 15 % en 1988. Actuellement on estime que 20 % des Nigériens sont des citadins, constitués majoritairement de ruraux urbanisés. Cette population urbaine en forte croissance doit évidemment satisfaire des besoins divers, au nombre desquels d'importants besoins alimentaires et énergétiques. Ces derniers sont globalement couverts à hauteur de 85 % par les seuls combustibles d'origine végétale, essentiellement sous forme de bois de feu. Ce bois provient exclusivement des exploitations familiales et/ou des espaces communautaires, constitués surtout de massifs forestiers de brousse tigrée, très nombreux dans les arrondissements de l'ouest du pays.

La présente communication a pour objet d'analyser brièvement les rapports qui régissent la pratique des droits d'usage traditionnel et la satisfaction de la demande externe des populations urbaines en matière de ravitaillement en produits végétaux et plus particulièrement en bois de feu.

Nature et importance de la demande externe des populations urbaines

La structure de la demande externe des populations urbaines est aussi diverse que variée. Elle concerne les produits issus tant des formations naturelles, qui en fournissent les plus grosses quantités, que des rares plantations exécutées par l'homme.

Ces produits comprennent :

- les céréales et le bois de feu, de loin les plus importants parce que les plus demandés ;
- les feuilles, les racines de plantes et les écorces utilisées à des fins pharmaceutiques ;
- les feuilles, les fruits et les fleurs intervenant dans le régime alimentaire ;
- le bois d'œuvre utilisé dans les constructions ou pour l'artisanat.

Selon les résultats de l'enquête de la phase urbaine sur le budget et la consommation des ménages (Ministère des Finances et du Plan, Direction de la Statistique et des Comptes Nationaux, août 1992), le montant global des dépenses annuelles de consommation des citadins nigériens s'élèverait à 99 892 500 000 FCFA en 1989. La part des dépenses pour l'acquisition des produits céréaliers se chiffre à 19 379 145 000 FCFA (19,4 %) et celle des dépenses de combustibles constitués exclusivement de bois de feu à 4 095 592 500 FCFA (4,1 %).

Concernant plus particulièrement le bois de feu, le Plan National de Lutte contre la Désertification évaluait en 1990 les besoins des populations nigériennes en ce combustible

de la manière suivante : grands centres urbains : 0,6 kg/personne/jour ; villes moyennes : 0,7 kg/personne/jour ; zones rurales : 0,8 kg/personne/jour.

Le Projet Énergie II quant à lui estime en 1991 que la vente du bois dans la seule ville de Niamey générerait un chiffre d'affaires annuel de 2 à 3 milliards de Francs CFA (Schéma directeur d'aménagement en bois-énergie de Niamey, 1991). La satisfaction de la demande externe des populations urbaines constitue par conséquent un énorme enjeu, financier et économique en particulier. Or, la disponibilité de tous ces produits sur les marchés urbains dépend d'un certain nombre de facteurs sous-jacents aux conditions de production et dont on établit parfois difficilement les liens avec cette disponibilité, tant ils ne sont pas toujours évidents et ne paraissent pas à première vue déterminants. Il en est ainsi des régimes fonciers qui influencent pourtant fortement les conditions de production. La disponibilité des produits de grande consommation, comme les céréales et les combustibles d'origine végétale, le bois de feu en particulier, tant pour les besoins des villageois eux-mêmes que pour satisfaire la demande des populations urbaines, dépend des conditions de coupe ou de ramassage, fortement influencées par les règles d'usage traditionnel des terres. En effet, le statut juridique du support physique de la production constitué par la terre et le sol détermine le choix des cultures pratiquées, la tenure des arbres, de même que les conditions de la coupe ou du ramassage du bois. Si la production de céréales et plus particulièrement de mil continue de relever incontestablement du régime de la propriété privée, il est intéressant de se pencher également sur les conditions de disponibilité et de cession des autres ressources végétales, le bois en particulier. Aujourd'hui plus qu'hier, du fait de l'importance croissante de la valeur économique des ressources végétales, leur statut est lié à celui de la terre qui les porte.

Les populations rurales s'approprient maintenant l'espace non seulement à des fins agricoles, mais en préservent et sélectionnent également la végétation en fonction de préoccupations d'ordre économique et financier. L'arbre, surtout dans les exploitations familiales, n'est plus un don de Dieu, c'est-à-dire une ressource commune accessible à tout le monde. C'est de plus en plus une ressource privée, le fruit d'un travail.

Principaux types de statuts des terres de production des ressources végétales

Les ressources végétales commercialisées proviennent de quatre catégories principales de terres : les terres familiales, les terres communautaires et assimilées, les terres de chefferie, enfin les terres étatiques.

Les terres communautaires et assimilées sont constituées en général par les terres de plateaux impropres à l'agriculture traditionnelle et par les terres d'autres unités géomorphologiques, de vallée en particulier, devenues vacantes pour une raison ou pour une autre et dont la gestion relève provisoirement et parfois durablement du patrimoine commun. Les terres de chefferie sont celles dont la gestion est exclusivement attachée à la fonction de chef coutumier. Elles sont distinctes du patrimoine foncier privé de l'individu.

Les systèmes de tenure des terres aux fins de la production agricole en général, de la production de céréales en particulier, qui constitue l'activité économique dominante,

éclipse totalement ceux rattachés aux autres formes de production dont précisément celle relative au bois de feu, qui s'y superpose et s'y confond.

Selon leur nature et selon qu'elles se rattachent à l'une ou l'autre de ces catégories, le prélèvement de ressources végétales sur les différentes catégories de terres relève du statut privé ou du statut communautaire ou public, voire d'une combinaison de ces différents statuts. En règle générale, et à l'exception des plantations privées, des espaces protégés ou classés et des espaces récemment aménagés et appropriés dans le cadre de certains projets de développement, les prélèvements de bois de feu sont libres sur toutes les terres et en premier lieu sur les terres communautaires et assimilées, dont la gestion est confiée aux chefs traditionnels. Cependant des restrictions peuvent être introduites ou s'imposer de fait, lorsqu'il s'agit de bois provenant de défrichements dont l'usage revient prioritairement à leurs auteurs, ou de bois issu d'une zone de prélèvement faisant l'objet d'une réglementation, comme dans le cas des concessions rurales des marchés ruraux de bois.

La tenure des arbres, à l'exception du cas des oasis et des cuvettes dans certaines régions, est pratiquement la même que celle de la terre qui les porte, terre privée ou terre communautaire. Le droit de propriété sur la terre implique maintenant *de facto* le droit de propriété sur les arbres qui y ont poussé naturellement. Cependant ce droit de propriété, à l'origine, était exclusif des feuilles, fruits et parfois des racines de certaines essences végétales (*Acacia albida*, *Balanites aegyptiaca* notamment) dépourvues d'intérêt pharmaceutique qui demeurent de ce fait libres d'accès. La nature de l'espèce végétale acquiert une importance grandissante dans le mode de tenure des arbres, surtout lorsqu'il s'agit d'individus isolés, ou en peuplement peu dense, comme dans le cas, par exemple, du palmier doum (*Hyphæne thebaïca*) dont l'exploitation revient exclusivement au propriétaire.

Les modes traditionnels d'accès à la terre

Le contexte socio-économique

La raréfaction des ressources végétales et l'augmentation de leur valeur économique incitent à une gestion économique et de moins en moins sociale de ces ressources et introduisent de ce fait d'un point de vue qualitatif, un changement significatif dans leur statut. Le ravitaillement des populations nigériennes en produits végétaux et plus spécialement en bois de feu s'inscrit actuellement dans un contexte où les systèmes traditionnels de production sont déstabilisés. Dans de nombreuses régions de la zone agro-pastorale, la raison principale en est la pression démographique, qui a conduit au défrichement et à l'occupation intégrale de toutes les terres disponibles à des fins agricoles. Il reste cependant des zones à pression démographique plus faible, dans lesquelles la disponibilité en terres autorise la pratique des cultures itinérantes.

Du fait de la forte croissance de la population et plus particulièrement celle de la population urbaine, les besoins en combustibles et plus particulièrement en bois de feu se sont accrus dans des proportions encore plus importantes, augmentant de ce fait considérablement la pression sur le couvert végétal. Les coupes de bois, en général libres de tout contrôle, pour les besoins propres des populations rurales ou pour la vente en ville, se sont accélérées au cours des trente dernières années durant lesquelles des sécheresses

récurrentes ont entraîné par ailleurs la destruction irrémédiable de certains peuplements végétaux.

Parallèlement, la réduction sinon la disparition totale des périodes de jachère du fait de la raréfaction des terres cultivables et la faible pratique de l'utilisation de l'engrais, ont conduit rapidement à une baisse de la fertilité des sols, qui n'est pas sans incidence sur la quantité de biomasse et donc sur les perspectives de ravitaillement en bois de feu. Les conditions d'accès aux ressources végétales et plus particulièrement au bois de feu ainsi que la gestion de celles-ci, donc leur degré de disponibilité, sont étroitement dépendantes des modes de tenure des terres.

Principaux modes d'accès à la terre

Traditionnellement, les principaux modes d'accès à la terre sont le défrichement, la succession, la donation, le prêt et le gage. Ces différents modes d'accès à la terre et les modes de tenure foncière correspondants se sont plus ou moins modifiés, parfois profondément altérés, au cours du temps. Sont apparus, parfois de façon diffuse, et surtout à partir des années 1960, de nouveaux modes d'accès à la terre. Il en est ainsi de la vente et de l'achat de terres, longtemps bannis, dans les sociétés traditionnelles. Le statut d'accès à la terre est lié à des considérations diverses, dont les plus fréquentes sont :

- la position géographique, qui implique l'appartenance à une zone écologique qui, à son tour, détermine le type d'activité dominant et son évolution dans l'espace et dans le temps ;
- la dynamique interne des groupes sociaux et plus particulièrement les rapports de force en leur sein ;
- les conditions et la durée de l'occupation humaine initiale ;
- les contraintes liées à l'évolution économique et qui altèrent les rapports sociaux ;
- les politiques étatiques.

Le défrichement

C'est généralement le mode d'accès originel à la terre. Il découle du droit du premier occupant. Le défrichement confère le droit de propriété. Il est le fait des groupes sociaux arrivés et installés les premiers sur place et qui se répartissent l'espace en fonction de considérations diverses propres à chacun d'eux, fondées très souvent sur un ordre hiérarchique déterminé. A partir de là, aucun défrichement ne peut se faire sans l'autorisation des membres du groupe initial ou de leurs descendants. Les chefs coutumiers, généralement descendants de chefs de migrations ou de groupes guerriers sont les dépositaires actuels du pouvoir de l'accession à la terre au moyen du défrichement. Dans les régions faiblement islamisées ou à syncrétisme religieux, ils partagent cette prérogative avec les chefs religieux gardiens de la terre et dépositaires des rites agraires.

Dans les régions à faible occupation humaine associant parfois droits d'usage traditionnel et statut public du domaine protégé ou classé, comme dans le sud de l'arrondissement de Say, le défrichement est théoriquement censé ne pas conférer le droit de propriété, du moins tant qu'il fait l'objet d'un contrat régulier de culture avec les services de l'Environnement représentant l'État.

La succession

La règle successorale d'accès à la terre découle des droits que confère l'occupation initiale. A l'exception du groupe tamasheq, les sociétés nigériennes sont toutes patrilinéaires. En vertu du principe selon lequel la force d'un groupe donné est liée à l'importance de son patrimoine foncier, la femme n'hérite pas de la terre. Dans le cas contraire, rare, elle peut la transmettre à ses descendants dans les conditions suivantes :

- soit par la force des choses lorsque les ayants-droit sont tous de sexe féminin ;
- soit en application de certaines dispositions du droit musulman selon lesquelles la femme hérite de toute chose entrant dans la succession, selon la règle «une part pour la femme, deux parts pour l'homme» ;
- soit enfin en application de règles spécifiques au groupe social concerné relatives à certaines catégories de terres, dont l'usufruit est réservé exclusivement aux personnes de sexe féminin.

Dans le cas de la deuxième hypothèse, on note d'ailleurs que la femme confie généralement la gestion de sa part de terre à ses frères de même mère quand ils existent, ou même à d'autres frères de mère différente avec lesquels elle entretient de bonnes relations, plutôt qu'à son mari et à sa belle famille. La règle à ne pas transgresser est qu'il ne faut pas modifier, sous aucun prétexte, les rapports de force au sein du groupe en renforçant l'une ou l'autre de ces composantes en augmentant la seule richesse qui vaille, c'est-à-dire la terre. Or cette terre a été généralement conquise à la force du poignet. Il ne faut donc pas, pour quelque raison que ce soit, renforcer une composante du groupe quelle qu'elle soit en lui donnant l'opportunité d'accroître à bon compte son patrimoine foncier et donc son importance sociale et sa capacité de domination. C'est pourquoi dans certaines régions comme à Tondikandia (arrondissement de Filingué), la coutume prive la femme du droit de procéder à des transactions d'ordre économique sur la terre, même si c'est sa propriété, si ce n'est prioritairement au bénéfice des éléments mâles de sa famille (enfants, frères).

La donation

La donation de terre est une pratique rare mais qui existe. Elle s'effectue en général au profit d'un neveu ou d'une personne de sexe féminin, qui peut alors la transmettre par héritage. La déclaration de donation se fait toujours devant témoins du vivant de celui qui la fait. La donation confère le droit exclusif de propriété sur la terre et les arbres qu'elle porte. Des cas nombreux et de plus en plus fréquents de remise en cause de donation à la mort du donneur sont relevés, surtout lorsque le bénéficiaire est de sexe féminin.

Le prêt

La pratique du prêt de terre était très courante dans les sociétés traditionnelles nigériennes. C'est une opération qui s'effectue devant témoins et entre gens de confiance (parents, amis ou épouses). Les chefs coutumiers et les Alkali (juges musulmans) y sont généralement associés ou sont simplement informés.

De nos jours le prêt est en net recul, du fait précisément des nombreuses contestations auxquelles il donne lieu et des mesures conservatoires que prennent de plus en plus

fréquemment les propriétaires terriens, surtout depuis la promulgation de l'ordonnance n° 93-015 du 2 mars 1993. Celle-ci porte les principes directeurs du Code Rural, dont l'interprétation de certaines dispositions, tout comme l'ambiguïté qui entoure certaines autres et l'absence de textes d'application, suscitent beaucoup d'inquiétude.

Le prêt est en général à durée limitée. La durée du prêt peut être précisée ou non ; elle est généralement renouvelable. Cette durée est souvent longue dans les régions où la terre est abondante et la pression démographique faible. L'emprunteur ne jouit que de l'usufruit de la portion de terre prêtée, jouissance qu'il peut transmettre à ses ayants-droit si tel est leur vœu et si les relations avec le prêteur ou ses ayants-droit demeurent bonnes.

Le prêt comporte souvent des clauses restrictives pouvant faire l'objet de plusieurs combinaisons attachées à la qualité des relations entre les différents acteurs et destinées à préserver le droit de propriété du prêteur. Il s'agit la plupart du temps de prévenir toute opération susceptible d'altérer ou d'aliéner ce droit de propriété. Ainsi est introduite fréquemment l'interdiction de planter des arbres fruitiers ou des essences végétales pouvant donner lieu à exploitation commerciale, le forage d'un puits ou l'érection de bâtiments en matériaux définitifs. Le prêt peut être assorti ou non (pays songhaï par exemple) de l'acquittement d'une redevance (*labou albarka* en pays songhaï-zarma) sur les récoltes de céréales. Cette redevance constitue la preuve du statut de la terre prêtée ; elle est différente de la dîme socio-économique (*fakourma* ou *foukourma*) perçue sur les terres en gérance et de la dîme religieuse (*zakat*) à laquelle sont astreints même les revenus tirés des ressources végétales (vente de bois et de produits artisanaux).

Le gage

La pratique du gage permet à un propriétaire terrien de faire face à des besoins urgents ou imprévus d'argent. Les clauses du contrat sont généralement verbales. Le gage tend à disparaître, il n'existe d'ailleurs plus dans de nombreuses sociétés.

La transaction se fait devant témoins, mais les chefs coutumiers n'y sont pas toujours associés. Le principe du gage repose sur la remise par le créancier gagiste d'une somme d'argent au débiteur gagiste contre l'usage d'un fonds de terre. Le gage prend fin à la réalisation du délai, si tant est qu'il a été convenu d'avance, mais en tout état de cause lorsque le débiteur gagiste ou ses ayants-droit remboursent intégralement la somme initiale engagée. Cette somme pourrait du reste avoir été augmentée à plusieurs reprises à la demande du créancier gagiste. C'est pourquoi certains contrats de gage finissent par être assimilés à des contrats de vente déguisée dès l'instant où la somme engagée atteint le prix supposé du fonds de terre. Dans tous les cas le créancier gagiste n'a que l'usage du fonds de terre. Les clauses du contrat peuvent spécifier ou non les conditions de l'usage des arbres qui s'y trouvent.

L'achat de terre

Dans toutes les sociétés nigériennes, la terre était à l'origine un bien inaliénable et imprescriptible. Cependant, du fait de l'évolution socio-économique liée notamment à la déstructuration des sociétés traditionnelles et les conséquences des sécheresses récurrentes,

la terre s'est désacralisée. Un marché de la terre, florissant, est apparu dans toutes les régions de la zone agro-pastorale. Dans son sillage sont apparus de véritables propriétaires fonciers. L'achat de terre confère le droit exclusif de propriété tant sur le fonds de terre que sur les arbres qu'il porte.

La location

La location de fonds de terre est une pratique de plus en plus courante qui concerne surtout certaines catégories de terres, en général les plus riches, comme les terres de vallée et de bas-fonds. Les arbres, et donc les conditions de leur exploitation, sont en principe exclus des clauses du contrat.

En conclusion, notons que les droits d'usage traditionnel attachés aux modes de tenure foncière se sont progressivement modifiés au cours du temps. En ce qui concerne les ressources naturelles, du fait de l'accroissement de leur valeur marchande et du développement du bûcheronnage, activité très lucrative, tout indique que l'on s'achemine progressivement vers une appropriation individuelle, c'est-à-dire un renforcement des droits d'usage privés.

Impact des politiques foncières étatiques sur les modes de tenure foncière

Les politiques foncières étatiques pratiquées depuis le début du siècle ont modifié plus ou moins profondément les droits d'usage traditionnels. C'est le décret du 23 octobre 1904 et le décret du 24 juillet 1906 qui organisent le Domaine et le régime de la propriété foncière en Afrique Occidentale Française. Ces textes introduisent deux notions importantes : celle de terres vacantes et sans maître et celle de l'immatriculation. Les terres vacantes et sans maître sont déclarées appartenir à l'État. Les terres formant la propriété collective des indigènes, ou que les chefs indigènes détiennent comme représentants de collectivités indigènes, ne peuvent être cédées à des particuliers par voie de vente ou de location qu'après approbation par arrêté du Lieutenant-Gouverneur (article 10).

Mais les deux textes n'ont pas reçu des populations tout l'accueil escompté, en raison des difficultés nées de la complexité de la procédure, des coûts qu'elle entraîne et aussi des dispositions parfois contraires à leurs habitudes, comme par exemple la méconnaissance dans leurs sociétés de la notion de terres vacantes et sans maître, par laquelle l'autorité coloniale refuse de «supposer à leur consentement la même valeur juridique qu'au consentement des majeurs dans le droit français», pour reprendre une expression couramment employée à l'époque. Car la terre a toujours un propriétaire (individu ou collectivité) dans les sociétés agraires nigériennes. C'est pourquoi, en dehors des populations européennes vivant plus particulièrement dans les colonies à climat tropical humide propice aux cultures d'exportation, très peu d'actes d'immatriculations ont été enregistrés.

Aussi, dès 1925, le décret du 8 octobre a apporté les correctifs qui s'imposent aux décrets précédents en instituant un mode spécial de constatation des droits fonciers des indigènes

en AOF. L'objectif consistait, sans toucher à la législation existante, à assurer la transition entre la tenure coutumière et le régime de la pleine propriété au sens du code civil français, en délivrant aux personnes intéressées un titre de propriété à moindres frais. Ce fut un échec et le régime de la propriété foncière a dû être de nouveau réorganisé par un décret en date du 26 juillet 1932. Ce décret, tout en conservant l'ordonnancement et la plupart des dispositions antérieures, introduit d'autres dispositions censées être plus simples et plus pratiques tout en rétablissant, du reste sous la pression des établissements de crédit foncier, la purge des hypothèques par le tiers détenteur sur expropriation forcée ou sur expropriation pour cause d'utilité publique.

A partir des années 1930, les rapports des droits d'usage traditionnel à l'arbre seront essentiellement régis par les différentes dispositions de la réglementation forestière mise en place, dont celles du code forestier institué par un décret en date du 4 juillet 1932. Les aspects les plus importants ont trait à la protection de certaines espèces dont la coupe est interdite et à la structuration du domaine forestier privé de l'Etat en un domaine classé et un domaine protégé, selon la forme de droit qui s'exerce sur les produits forestiers et leur exploitation. Le *domaine classé* est constitué par les forêts soumises à un régime spécial restrictif concernant leur exploitation et l'exercice des droits coutumiers d'usage. Le classement donne libre droit aux populations, individuellement ou collectivement, pour des besoins non commerciaux, l'usufruit gratuit des produits de la forêt classée. Ce droit s'exerce toutefois sous contrôle strict des autorités forestières. Il concerne le ramassage du bois mort, le prélèvement des fruits, des plantes médicinales et alimentaires. En revanche le classement interdit le pâturage et l'ébranchage des arbres. Le *domaine protégé* correspond aux espaces du domaine public non classés mais susceptibles de l'être ultérieurement. Droits coutumiers d'usage et réglementation étatique s'y exercent simultanément. La plupart des forêts classées ou protégées actuelles doivent leur statut aux dispositions prises pendant la période coloniale. C'est au cours de cette période que l'on a procédé au classement et à la protection de 63 forêts et réserves couvrant une superficie de 206 396 hectares (Yamba, 1993, page 156). Si l'on y ajoute les 220 000 hectares de la Réserve totale de faune du Parc National du «W» créée en 1954 et protégée des activités humaines à partir de 1962 par deux réserves tampons, c'est finalement plus de 426 000 hectares de terres qui ont été ainsi soustraits du contrôle de la gestion coutumière.

Les politiques étatiques de l'Etat indépendant du Niger en matière de gestion de l'espace rural en général, de foresterie en particulier, diffèrent peu de celles de la période coloniale dont elles constituent en réalité le prolongement. Des dispositions d'ordre institutionnel et dualistes continueront d'être prises après l'indépendance pour améliorer la gestion de l'espace rural. Elles concernent non seulement le renforcement de l'emprise de l'Etat sur le patrimoine foncier national, mais également la protection et la sécurisation des droits fonciers traditionnels. Parmi les nombreux textes réglementaires promulgués, citons ceux qui nous paraissent le plus affecter les droits d'usage traditionnels dans leur rapport avec la satisfaction de la demande externe des populations urbaines :

- La Loi n° 60-28 du 25 mai 1960 fixant les modalités de mise en valeur et de gestion des aménagements hydro-agricoles réalisés par les pouvoirs publics.
- La Loi n° 60-29 du 25 mai 1960 portant interdiction de la dîme et de la redevance (*Achoura*).

- La Loi n° 61-05 du 26 mai 1961 fixant une limite nord des cultures, réaménageant en réalité les dispositions d'un arrêté de 1954 relatif au même objet (arrêté n° 311/SAdu 10 février 1954).
- La Loi n° 61-30 du 19 juillet 1961 fixant la procédure de confirmation et d'expropriation des droits fonciers coutumiers dans la République du Niger.
- La Loi n° 62-07 du 12 mars 1962 supprimant les privilèges acquis sur les terrains de chefferie.
- L'Ordonnance n° 92-037 du 21 août 1992 portant organisation de la commercialisation et du transport de bois dans les grandes agglomérations et la fiscalité qui lui est applicable.
- Le Décret n° 92-279/PM/MHE du 21 août 1992 portant application de l'ordonnance n° 92-037 du 21 août 1992 .
- L'Arrêté n° 09/MHE/DE du 23 février 1993 portant tarification des redevances perçues à l'occasion de la délivrance du permis d'exploitation de bois.
- L'Ordonnance n° 93-015 du 2 mars 1993 portant principes directeurs du Code Rural.

Quelques clarifications s'imposent concernant le contenu de certains textes en rapport avec notre propos. D'abord concernant la Loi n° 60-29, l'article premier dispose : *«Sont interdits sur l'ensemble du territoire de la République du Niger, toute exigence, toutes pressions et toutes manœuvres tendant, de la part d'une autorité coutumière, administrative ou religieuse, à bénéficier d'une dîme ou d'un pourcentage, ou d'une redevance quelconque prélevée sur les récoltes, les produits agricoles ou artisanaux en nature ou en espèces, versée par le producteur ou ses ayants-droit. L'interdiction ci-dessus ne saurait s'opposer à l'exécution libre et volontaire de prescriptions religieuses, laissée à la seule conscience des individus. Elle ne saurait concerner non plus la dîme locative, ou les droits de métayage, légitimement exigibles par le propriétaire ou l'usufruitier de biens fonciers et de terres de culture, sur le locataire, métayer ou exploitant précaire.»*

Sont visés donc essentiellement les avantages que tiraient les autorités traditionnelles des dispositions coutumières ou religieuses offertes par la dîme. Ces dispositions sont à rapprocher de celles de la loi n° 62-07. On notera alors que : (1) les deux textes n'ont jamais fait l'objet de textes d'application ; (2) les restrictions qu'ils comportent ou les instructions interprétatives qui leur sont données par l'autorité politique les vident de leur contenu. Ainsi concernant la loi n° 62-07, la circulaire présidentielle n° 21 PRN/SEP du 10 avril 1962, en donnant la définition du terrain de chefferie, déterminé par le fait «qu'il est attaché non à la personne du chef mais à ses fonctions, et qu'il se transmet d'un titulaire de chefferie à son successeur», exclut du champ de la loi les immenses patrimoines fonciers, les plus nombreux, détenus en propre par les chefs coutumiers ; ils demeurent par conséquent dans le domaine privé. De plus, en attendant le recensement des terrains de chefferie, procédure pour laquelle des instructions ont été données, les chefs de circonscription sont habilités à attribuer les terrains de chefferie vacants à ceux qui en feront la demande, notamment ceux qui ne jouissent d'aucune propriété. Toutefois, les instructions précisent que les terrains ainsi attribués ne pourront être aliénés à un titre quelconque, ni même loués. Il s'agit donc d'un simple droit d'usufruit, permanent certes, dans la mesure où le terrain attribué consacre tous les droits successoraux et qui s'apparente au droit d'usage traditionnel, à la différence qu'il a été exempté des contraintes particulières liées à l'exploitation coutumière.

La deuxième observation concerne plus particulièrement l'ordonnance n° 92-037 du 21 août 1992 qui institue des marchés ruraux de vente de bois, «qui s'entendent comme des places et endroits où sont installées des structures organisées pour l'exploitation du bois à des fins commerciales hors des grandes agglomérations». Ces marchés ruraux de bois, qui du point de vue du statut, sont des concessions rurales immatriculées au nom de la structure locale de gestion, peuvent revêtir deux formes : (1) la forme contrôlée, lorsqu'ils sont approvisionnés à partir de zones délimitées et aménagées, et (2) la forme orientée, quand ils sont approvisionnés à partir de zones délimitées mais non aménagées.

La troisième observation enfin, porte sur l'ordonnance n° 93-015 du 2 mars 1993 portant principes directeurs du Code Rural. Cette loi, qui n'a toujours pas de textes d'application et qui en prévoit de très nombreux, consacre le principe de la propriété du sol par la coutume (succession, attribution définitive par une autorité coutumière compétente, ou tout autre mode d'acquisition prévu par la coutume) et par les moyens du droit écrit (immatriculation au livre foncier, acte authentifié, attestation d'enregistrement au dossier rural, acte sous seing privé).

De même, la loi n'exclut pas l'existence de terres vacantes, celles «sur lesquelles aucun droit de propriété n'a pu être établi» et qui sont versées au patrimoine de l'État ou de la collectivité décentralisée sur le territoire de laquelle elles se trouvent. Les droits fonciers, au terme de l'ordonnance n° 93-015, se prouvent par les modes de preuve reconnus par le droit civil. C'est dire que les conditions de la satisfaction de la demande externe des populations urbaines ne changeront pas fondamentalement et continueront d'être dépendantes des droits d'usage traditionnels locaux. A ce titre, et conformément aux dispositions de la loi qui institue des commissions foncières d'arrondissement, notons que deux commissions tests fonctionnent depuis 1994 à Mainé-Soroa et Mirriah, en l'absence de toute disposition d'ordre juridique (Allagbada et Sidikou, 1995). Elles ont reçu et enregistré respectivement 73 et 512 déclarations de propriété de champs à la période de juin 1995. La délivrance de titres de propriété est envisagée ultérieurement, du fait de l'absence de textes réglementaires régissant les conditions de cette délivrance.

Un aspect très important et récent des droits d'usage traditionnels, dans la zone des formations forestières contractées, concerne l'exploitation minière. En effet, les espaces couverts par les permis miniers, dont neuf ont été récemment délivrés dans la seule zone du Liptako-Gourma, constituent autant de superficies, susceptibles d'être cultivées, soustraites de la gestion coutumière des terres villageoises. L'exploitation des terres couvertes par les permis miniers relevant dorénavant de la Loi minière qui, à la différence des autres textes organiques relatifs au foncier, fait des ressources minières des ressources nationales, il se posera inévitablement un problème d'ordre juridique qu'il faudra nécessairement résoudre en liaison avec les populations. La question sera d'autant plus ardue lorsque ces terrains correspondront avec des cultures riches et/ou de l'arboriculture.

Conclusion

Il existe des liens étroits, quoique pas toujours apparents, entre les droits d'usage coutumiers locaux et la satisfaction de la demande externe des populations urbaines. La disponibilité des produits de consommation en milieu urbain reste dépendante d'un certain

nombre de paramètres, au nombre desquels les conditions physiques, qui elles-mêmes relèvent d'un statut juridique déterminé. Ce statut relève encore très largement du domaine de la propriété privée. La juxtaposition de dispositions coutumières et islamiques d'une part, et de dispositions relevant du droit écrit d'autre part, faisant également autorité, n'affecte pas les conditions de la production au point de compromettre la régularité de la disponibilité des produits en ville. Le danger viendrait plutôt du manque de terres du fait de la pression démographique et de la faible performance des moyens de production, ainsi que du rétrécissement, voire de la disparition des espaces communautaires.

Concernant plus particulièrement le bois de feu, on notera qu'il provient exclusivement des espaces communautaires, des espaces protégés et des exploitations familiales, presque jamais d'espaces plantés ou immatriculés, qui constituent toujours l'exception. Or l'accroissement des besoins en bois de feu dans les villes conduira inévitablement à terme à rechercher davantage les solutions d'un ravitaillement sous cette forme de production.

Références

Allagbada E. et Sidikou H.A., 1995. *Étude sur les statuts et les modes de fonctionnement des commissions foncières et propositions de projets de textes réglementaires*. Secrétariat Permanent du Comité du Code Rural, DANIDA.

Banque Mondiale, 1989. *Niger, stratégie pour le secteur agricole*. World Bank, Africa Region, Sahelian Department, Washington.

Banque Mondiale, 1993. *Niger country environmental strategy paper*. Africa Region, Sahelian Department, Washington.

Niger (République du), Ministère des Finances et du Plan, Direction de la Statistique et des Comptes Nationaux, 1992. *Enquête sur le budget et la consommation des ménages au Niger. «Phase urbaine» (1989-1990)*.

SDAN, 1991. *Schéma directeur d'approvisionnement en bois énergie de Niamey*. Groupement SEED/CIRAD-Forêt, Niamey, Niger.

Yamba B., 1993. *Ressources ligneuses et problèmes d'aménagement forestier dans la zone agricole du Niger*. Thèse de Doctorat, Univ. Bordeaux III, France.

2

Pastoralisme et écosystèmes forestiers contractés du sud du Niger : ressources fourragères et impact du pâturage sur la forêt

F. ACHARD

ORSTOM, Niamey, Niger.

Résumé

L'importance des écosystèmes forestiers contractés pour la production pastorale, ainsi que l'impact du pâturage sur la régénération forestière ont été évalués sur les 8 020 hectares de brousses constituant la première zone d'exploitation forestière de l'unité de Fayra, à 80 km au sud-ouest de Niamey.

Quatre unités de végétation herbacée ont été reconnues en 1990, constituées essentiellement de graminées annuelles nord-soudaniennes. Leurs recouvrements et leurs productions (respectivement de 25 à 46%, et de 200 à 1985 kg MS.ha⁻¹) autorisent une capacité de charge évaluée à 966 UBT (800 bovins). La production fourragère des ligneux, faible (30 kg MS.ha⁻¹), est très peu affectée par le pâturage.

L'étude conclut qu'il n'est pas indispensable de protéger les parcelles exploitées contre le bétail, tant que l'exploitation des ressources fourragères reste raisonnable. Seules les espèces ligneuses de bonne qualité fourragère souffrent d'un émondage sévère et risquent de disparaître.

Introduction

Les forêts à végétation contractée, brousses tigrées et brousses tachetées des départements de Tillabéri et Maradi, au sud du Niger, sont réputées pour leur production de bois de feu, principal combustible des villes de Niamey et Maradi (Bertrand, 1991).

Moins connu est le rôle qu'elles jouent dans les systèmes d'élevage des populations riveraines. Ces milieux, en effet, offrent à côté du bois énergie une autre ressource très importante : leur production fourragère, largement exploitée par les troupeaux locaux ou transhumants.

- Quelle est la production fourragère des brousses tigrées et tachetées, quelle place tient-elle dans les ressources fourragères des terroirs qui les bordent, comment est-elle utilisée par le bétail ?
- Quelles sont les interactions pâturage-écosystème forestier ?
 - le pâturage est-il un facteur de dégradation de ces écosystèmes ?
 - le pâturage empêche-t-il la régénération normale des arbustes après l'exploitation forestière ?

Ces questions se posent couramment, et c'est pourquoi le Projet forestier IDA/FAC/CCCE, en 1990, avait demandé que ces thèmes soient étudiés au sein de la première zone d'exploitation de Fayra.

Les résultats, présentés ici, seront ensuite confrontés aux résultats obtenus dans d'autres forêts du même type.

Matériel et méthodes

Le Projet forestier avait pour but «l'aménagement intégré, global et participatif» de la zone de Fayra, située à 80 km au sud-ouest de Niamey, de part et d'autre de la route nationale 6 qui conduit à la frontière avec le Burkina Faso. L'un de ses objectifs était l'exploitation forestière de 8 020 hectares de brousse tigrée et de brousse tachetée, sur les 36 185 ha qui couvraient la région. Ces 8 020 hectares, divisés en 15 parcelles, constituaient la «première zone d'exploitation de l'unité de Fayra». L'exploitation devait se faire, à raison d'une parcelle par an, par une coopérative de bûcherons dont les membres étaient issus des 7 villages entourant la forêt. La première parcelle a été coupée entre novembre 1989 et février 1990, et la parcelle 6 est exploitée en 1995.

Le massif forestier de Fayra est situé en zone sahélo-soudanienne. La pluviosité annuelle moyenne est égale à 535 mm (1969-1990), et la variabilité interannuelle des pluies est assez élevée (coefficient de variation = 25%). Il est peu dégradé, mis à part une auréole de quelques centaines de mètres de rayon autour des villages, car la densité de la population est faible (9 habitants/km²), les terres cultivables sont rares à l'intérieur de la forêt et, situé assez loin de Niamey, les commerçants en bois commencent juste à l'atteindre.

L'étude a porté sur la reconnaissance des principales unités de végétation herbacée (UV), et la mesure de leur production afin de déterminer la capacité de charge de la première zone d'exploitation, et par extension celle de l'ensemble des terroirs des 7 villages.

Les observations de terrain, ainsi qu'une enquête menée auprès des éleveurs, ont permis

de préciser les calendriers fourragers en vigueur dans la zone et l'effet de la pâture sur les ligneux.

L'analyse floristique a été réalisée, au cours de la dernière semaine de septembre, à l'intérieur de 4 parcelles représentatives des UV principales par la méthode des «points quadrats alignés» (Poissonet et César, 1972). Cette analyse a été complétée par des relevés effectués dans 8 autres parcelles afin d'apporter un complément d'informations. Là, les différentes espèces présentes ont été classées selon une échelle mixte d'abondance - dominance (Boudet, 1975).

Le recouvrement et la phytomasse herbacée résiduelle ont été mesurés du 3 au 9 octobre 1990 sur des transects tracés dans les parcelles. Pour estimer la phytomasse, 213 carrés de mesure de 1 mètre carré ont été disposés aléatoirement dans les zones enherbées traversées par les transects. La coupe a été faite au ras du sol, et la nécromasse de l'année (ou litière) récoltée et pesée avec la phytomasse épigée. Des échantillons ont ensuite été séchés à l'étuve à 85 °C jusqu'à poids constant pour déterminer le taux de matière sèche (MS).

La production fourragère consommable des ligneux, très longue à mesurer, a été estimée à 30 kg de matière sèche par hectare, d'après les résultats trouvés par Geerling et De Bie (1988), au Burkina Faso, dans des forêts physionomiquement assez proches.

Résultats

Ressources fourragères de la première zone d'exploitation

Le paysage de la brousse tigrée et tachetée de Fayra a l'allure d'une mosaïque dont les éléments sont :

- des plages recouvertes d'un peuplement arbustif dense et assez haut (4 à 8 mètres) d'où émergent quelques arbres : *Sclerocarya birrea*, *Lannea microcarpa*, *Anogeissus leiocarpus*, *Pterocarpus erinaceus* ;
- des plages avec un peuplement arbustif clair et bas composé de *Guiera senegalensis* et *Combretum micranthum*, surplombant un sol nu ou enherbé ;
- des plages enherbées qui peuvent être isolées sur des placages sableux, ou localisées sur la frange amont des parties boisées ;
- des plages nues, au sol encroûté, dont le ruissellement en nappe, important, va alimenter en eau les plages densément boisées (Ambouta, 1984 ; Thiéry *et al.*, 1995).

Le peuplement herbacé

Il est essentiellement constitué par des graminées annuelles nord-soudaniennes et une légumineuse à cycle court, caractéristique des sols dégradés, *Zornia glochidiata* (Tableau I).

Une graminée annuelle, *Diheteropogon hagerupii*, est présente dans tous les milieux. Sa contribution spécifique (CS) varie de 6,6% à 18,5%.

Les graminées vivaces - mis à part le petit *Tripogon minimus*, qui colonise les plages nues, mais avec une fréquence faible et une phytomasse négligeable - sont pratiquement

absentes. Le peuplement herbacé est composé par quatre unités de végétation :

- UV **Se - Ee** à *Schizachyrium exile* et *Elionurus elegans*
- UV **Dh - Df** à *Diheteropogon hagerupii* et *Diectomis fastigiata*
- UV **Mi - Zg** à *Microchloa indica* et *Zornia glochidiata*
- UV **Lt - Ee** à *Loudetia togoensis* et *Elionurus elegans*.

Les deux premières unités de végétation représentent 94% de la surface de la première zone d'exploitation.

Tableau I. Caractéristiques du peuplement herbacé de la première zone d'exploitation de Fayra.

Surfaces des unités de végétation (UV) observées en 1990, recouvrement herbacé dans chaque UV, contribution spécifique des graminées annuelles et des légumineuses, production annuelle moyenne en kg MS.ha⁻¹ et intervalle de confiance au seuil P = 5 %.

UV	Se - Ee	Dh - Df	Mi - Zg	Lt - Ee
Surface (ha)	5 720	1 830	300	170
Recouvrement %	46	69	25	66
Graminées %	90	67	73	85
Légumineuses %	3	10	15	4
Production	694 ±65	1 985 ±276	200 ±27	1 224 ±354

Le peuplement ligneux

Sa richesse floristique est élevée : 41 espèces regroupées en 19 familles.

Les Combrétacées dominent, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Guiera senegalensis*, espèces à feuilles caduques, représentent 78% de la population totale (Moussa, 1989). Ces trois espèces sont particulièrement exploitées comme bois de chauffage.

Deux autres familles, les Capparidacées à feuillage persistant (*Boscia senegalensis*, *B. angustifolia*, *Cadaba farinosa*), et les Mimosacées à feuilles caduques (*Acacia macrostachia* et *Dichrostachys cinerea*) sont bien représentées. Elles regroupent respectivement 12% et 5% de la population.

Cycle végétatif des herbacées et des ligneux

Le cycle végétatif des herbacées est calqué sur la pluviosité. Dans cette zone climatique, les premières précipitations surviennent en général fin mai début juin, elles sont fréquemment suivies par une période sèche de 2 à 3 semaines et les pluies ne s'installent vraiment qu'au cours des premiers jours de juillet. Elles sont assez fréquentes jusqu'aux environs du 15 septembre, après cette date elles s'espacent pour s'arrêter début octobre (Carbonnel et Hubert, 1992 ; Ozer et Erpicum, 1995).

Les herbacées qui germent avec les premières pluies se dessèchent et meurent pour la plupart au cours de la période de déficit hydrique du mois de juin. La végétation herbacée ne démarre vraiment qu'avec les pluies de début juillet. La fin du cycle végétatif a lieu du début du mois de septembre aux premiers jours d'octobre selon les espèces.

Le cycle végétatif de la végétation herbacée est court (60 à 100 jours) et la production herbacée, dont le démarrage est lent, ne fournit un pâturage assez abondant qu'à partir du mois d'août (Achard, 1993). L'apparition des feuilles chez les ligneux est moins soumise à la pluviosité, cependant les espèces principales (*Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Guiera senegalensis*) sont des espèces à débourrement tardif et échelonné (Tableau II).

Tableau II. Pourcentage de Combrétacées de la première zone d'exploitation de Fayra portant des jeunes feuilles à différentes périodes de la fin de la saison sèche 1990.

Dates	2/05	17/05	29/05	6/06	27/06
<i>Guiera senegalensis</i>	0	20	20	30	80
<i>Combretum micranthum</i>	10	15	30	70	80
<i>Combretum nigricans</i>	0	0	20	30	80

La mise à feuille des Combrétacées est tardive et se réalise progressivement de fin mai à début juillet.

Production fourragère et capacité de charge

La production herbacée mesurée sur les 8 020 ha est égale à 7 525 tonnes de matière sèche. Elle correspond à la phytomasse résiduelle après pâture de saison des pluies.

La charge effective de saison des pluies a été estimée à 600 unités bétail tropical ou UBT. L'UBT correspond à un animal d'un poids moyen de 250 kg consommant 6,25 kg de matière sèche par jour. La quantité d'herbe consommée pendant cette période équivaut donc à 345 tonnes de matière sèche.

La production herbacée totale de la première zone d'exploitation de Fayra atteint 7 870 tonnes de matière sèche, soit approximativement 980 kg MS. ha⁻¹ en 1990, année où les pluies (567 mm) étaient proches de la moyenne. Cette production est assez élevée eu égard à la pauvreté des sols et à la faiblesse du recouvrement herbacé : 50% en moyenne. Il faut cependant noter qu'elle peut fluctuer de façon importante : de 500 kg MS.ha⁻¹ à 1 200 kg MS.ha⁻¹ environ, selon le total et la distribution des précipitations de l'année (Achard, 1993). Toutain (1977) estime que le coefficient d'utilisation par le bétail de la production fourragère herbacée de ces zones est de 25%. La production herbacée consommable est donc de 245 kg MS.ha⁻¹, auxquels il faut ajouter 30 kg de matière sèche fournis par les ligneux, ce qui donne un total de fourrages disponibles de 275 kg MS.ha⁻¹. Les besoins théoriques d'une UBT sont de 2 280 kg MS.an⁻¹ : sur cette base 8,3 ha de forêt sont nécessaires, en 1990, pour nourrir une UBT. La capacité de charge potentielle de la première

zone d'exploitation de Fayra est donc de 966 UBT. Cela correspond par exemple à 3 300 petits ruminants ou 800 bovins.

La capacité de charge des terroirs des sept villages a pu être calculée en extrapolant les résultats de la première zone d'exploitation au reste de la forêt, auquel on a ajouté la production des résidus de culture et des jachères. En 1990 ces terroirs sont composés de 29 000 ha de forêt, 2 500 ha de terres cultivées et 3 000 ha de jachères (Mochi et Rapant, 1989). La capacité de charge potentielle des sept terroirs est voisine de 5 250 UBT, soit 6,6 ha.UBT⁻¹. La forêt s'étend sur 84 % de la superficie des terroirs et représente 67 % de leurs ressources fourragères.

Caractéristiques des ressources pastorales

Valeur fourragère des herbacées et des ligneux

La strate herbacée, dans laquelle les graminées nord-soudaniennes dominent, a une production assez élevée. Sa valeur fourragère est bonne en moyenne de juillet à octobre, mais la phytomasse est faible en juillet. En saison sèche sa valeur fourragère est basse et la consommation est réduite ; la ration journalière de paille ne permet même pas de couvrir les besoins d'entretien des animaux (Guérin *et al.*, 1991). A partir d'avril, il ne reste pratiquement plus de paille. Les Combrétacées, qui représentent près de 80 % des ligneux, ont une valeur fourragère médiocre et sont peu appréciées : taux de matières azotées moyen (113 g/kg MS), mais taux de tanins et de lignine élevés et digestibilité faible (Geerling et De Bie, 1988 ; Kone *et al.*, 1988 ; Lefèvre, 1990). Les autres espèces ligneuses, en particulier *Boscia angustifolia*, *Cadaba farinosa*, *Pterocarpus erinaceus* et *Acacia spp.*, ont une bonne valeur fourragère et sont très recherchées par le bétail, mais leur population est peu nombreuse et disséminée.

Ressources en eau d'abreuvement

Du début des pluies à fin novembre les possibilités d'abreuvement sont nombreuses. A partir de décembre il n'y a plus d'eau au cœur du massif forestier, car les gravières bordant la route N6 s'assèchent : les animaux se regroupent sur les puisards situés dans les bas-fonds qui, eux-mêmes, commencent à tarir au mois d'avril.

Calendrier fourrager des troupeaux des sept villages

Ses caractéristiques sont basées sur celles des ressources pastorales, et liées aux contraintes dues aux cultures (Figure 1).

- En saison des pluies, et jusqu'aux récoltes, les animaux sont éloignés des terroirs cultivés. Bovins et petits ruminants, regroupés en troupeaux d'une certaine importance, parcourent la forêt sous la conduite de bergers.
- En saison sèche, les troupeaux familiaux de petite taille, bovins et petits ruminants sont

laissés en divagation. Ils pâturent les résidus de culture dans les champs récoltés, les jachères et la forêt proche des habitations. Les troupeaux les plus grands, bovins mais parfois aussi petits ruminants, sont conduits au pâturage par un berger. Ils parcourent de grandes distances chaque jour (15 à 20 km) pour rechercher les meilleurs fourrages ligneux et herbacés dispersés.

A partir de la mi-mars, à la suite de l'épuisement des ressources pastorales, ils commencent à partir vers la région de Diapaga, au Burkina Faso, où les pluies sont plus précoces. Ils n'en reviendront qu'à la mi-juillet.

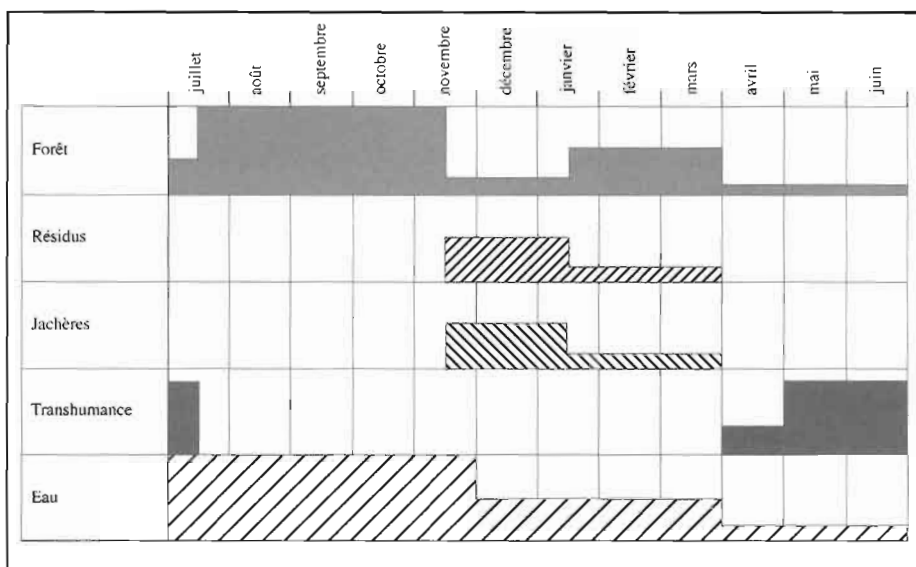


Figure 1. Calendrier fourrager de la région de Fayra (Niger).

Action du pâturage sur l'écosystème forestier

Les Combrétacées, qui sont pratiquement les seules espèces à être exploitées par la coopérative forestière, sont peu broutées par le bétail en dehors des zones proches des villages, même en fin de saison sèche quand les autres ressources fourragères font défaut. Cela est dû à leur débourrement tardif et au fait qu'une grande partie des bovins ont quitté la région quand celui-ci a lieu. De plus à cette période, les animaux qui subsistent dans le secteur sont plutôt attirés par le gazon, généré par les premières pluies, qui couvre les bas-fonds et les dépressions au bilan hydrique plus favorable que le reste du plateau.

Sur la parcelle 1, exploitée quelques mois plus tôt, seule une quinzaine de bovins et quelques chèvres erraient en mai et juin 1990, et moins de 10 % des rejets ont été broutés.

Il n'en est pas de même pour les espèces à bonne valeur fourragère, et en particulier *Boscia angustifolia* et *Pterocarpus erinaceus*. Les populations de ces deux espèces sont peu nombreuses et sont surexploitées par les bergers qui en coupent les branches. Elles risquent de disparaître du paysage végétal.

Discussion

La production herbacée mesurée en 1990 à Fayra est proche de celle trouvée par Chase et Boudouresque (1989) dans la forêt de Guesselbodi en 1983 et 1985, avec un total de pluies similaire : 890 kg MS.ha⁻¹ et 931 kg MS.ha⁻¹. Elle est supérieure à celle donnée pour les brousses tigrées dégradées de Hamadidé et Diakindi : 278 kg MS.ha⁻¹ à 570 kg MS.ha⁻¹ (pluies = 500 mm), et inférieure à celle observée par Geerling et De Bie (1988) dans les forêts de Bissiga et Nakabé, situées dans la même zone climatique au Burkina Faso : 2 150 kg MS.ha⁻¹.

D'assez nombreuses observations sur le comportement alimentaire des ruminants domestiques, ainsi que sur l'effet de la pâture sur la végétation des forêts sèches à Combrétacées, ont été réalisées ces dernières années au Niger : Achard (non publié), Djibo (1990), Hopkins (1992), Peltier *et al.* (1994), Projet Énergie II (1994), ainsi qu'au Burkina Faso : Geerling et De Bie (1988), ou au Nord-Cameroun : Peltier et Eyog-Matig (1989). Dans les forêts qui ne sont pas exploitées systématiquement, Geerling et De Bie (1988) remarquent que l'influence du bétail est assez limitée du fait de la faible qualité des fourrages offerts. Il n'y a surpâturage que le long des pistes suivies par les troupeaux pour aller s'abreuver à la rivière ; là, le nombre de jeunes pieds de ligneux inférieurs à 30 cm de hauteur est plus faible qu'ailleurs. Ils notent encore que *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Guiera senegalensis* sont les espèces les moins consommées par tous les types d'animaux. Djibo (1990) à Boyanga, dans son étude sur le comportement alimentaire des bovins et caprins, observe que les Combrétacées ne sont pas consommées en saison des pluies. En fin de saison sèche, en revanche, les jeunes feuilles et rameaux de *Combretum nigricans* sont broutés par les bovins, et peuvent constituer jusqu'à 17 % des prises alimentaires, mais délaissés dès que l'herbe a commencé à pousser. Cette espèce est aussi consommée par les caprins. La part des ligneux dans le régime de ces derniers atteint à cette époque 80 % dont 15 % pour *Combretum nigricans* et 9 % pour *Guiera senegalensis*. Djibo (1990) signale cependant que du fait de la faible fréquentation de la forêt, l'impact de la pâture est réduit.

Dans les forêts où un programme d'exploitation a été mis en place, Hopkins (1992) à Guesselbodi, Peltier *et al.* (1994), le Projet Énergie II (1994) à Tientiergou et Gombéwa, relèvent qu'il n'y a pas de différence significative entre la régénération des parcelles pâturées et mises en défens. Peu d'arbustes ont été broutés (2 % du total) et le taux de mortalité des tiges dans les parcelles pâturées est identique au taux de mortalité naturelle (environ 1 %).

Le Projet Énergie II (1994) observe encore que le nombre de pieds est semblable dans les parcelles non coupées, qu'elles soient mises en défens ou non, avec respectivement 6 400 tiges.ha⁻¹ et 7 000 tiges.ha⁻¹. Alors que dans les parcelles coupées au ras du sol il atteint 31 000 tiges.ha⁻¹ dans les parcelles pâturées et seulement 15 000 tiges.ha⁻¹ dans les parcelles soustraites à la pâture. Peltier et Eyog-Matig (1989) font la même observation et notent que le taux de reconstitution du volume initial de bois est plus fort sur les parcelles pâturées. Ils relient cela à la diminution de la concurrence entre l'herbe et les jeunes plants, ainsi qu'à la suppression des feux.

Conclusion

Les forêts contractées de la zone sahélo-soudanienne du Niger, outre l'accueil des troupeaux du nord-ouest du département de Niamey de janvier à mars, constituent l'élément majeur des systèmes d'élevage des éleveurs de cette région. Elles sont pâturées sans discontinuité de juillet à avril, servent de refuge aux animaux quand les surfaces cultivées et les jachères leur sont interdites, et renferment les deux tiers des ressources fourragères des terroirs. De plus la production des ligneux, bien que faible car les arbustes des espèces les plus appréciées sont peu nombreux, n'en constitue pas moins un complément indispensable de la ration de pailles de saison sèche, très pauvre en matières azotées, vitamines et éléments minéraux. Les observations réalisées sur le peuplement ligneux des 14 parcelles non coupées, ou sur la régénération de la parcelle I, récemment exploitée par les bûcherons, ont montré que seules les populations de *Boscia angustifolia* et *Pterocarpus erinaceus*, du fait de leurs qualités fourragères, souffrent d'un émondage trop sévère en fin de saison sèche et sont en voie de disparition. Le pâturage ne semble pas avoir d'effet sur les Combrétacées. Ce fait est confirmé par les auteurs qui ont abordé ce thème, tant au Niger que dans les pays voisins. Certains ont même observé une action favorable du pâturage sur la reconstitution du volume initial après coupe. Tous s'accordent à dire que la protection contre le bétail n'est pas indispensable.

L'exploitation raisonnable des ressources fourragères forestières, de même qu'une bonne gestion des ressources en bois, ne constitue pas, on vient de le voir, un facteur de dégradation de ces milieux. Mais cette exploitation raisonnable va-t-elle être encore possible dans l'avenir alors que la densité des populations humaines et animales de la région de Fayra, peu élevée en 1990, augmente rapidement, et que l'espace pastoral diminue partout ? Les limites de l'équilibre agro-écologique de la zone sont atteintes (Helmstetter, 1993) : le maintien du potentiel de production des ces brousses tigrées et tachetées, ainsi que du rôle qu'elles jouent dans la protection de l'environnement, nécessite la mise en place rapide d'une politique d'aménagement global des terroirs de cette zone, que le projet forestier, devenu projet d'appui à la gestion de terroir (PAGT), avait commencé à définir.

Références

- Achard F., 1993. *Evolution récente de la végétation dans six stations au Burkina Faso*. Thèse de doctorat. Inst. Nat. Polytechnique de Toulouse, France.
- Ambouta J.M.K., 1984. *Contribution à l'édaphologie de la brousse tigrée de l'ouest nigérien*. Thèse de docteur-ingénieur, Univ. Nancy I, France.
- Boudet G., 1975. *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*. I.E.M.V.T., Maisons-Alfort, France.
- Bertrand A., 1991. *Compléments méthodologiques et recommandations pratiques relatifs à la création, l'animation et le suivi des marchés ruraux de bois de feu et des aménagements forestiers villageois*. Doc. tech. n° 14, Projet Énergie II-Volet Offre, Niamey, Niger.
- Carbonnel J.P. et Hubert P., 1992. Pluviométrie en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne. Remise en cause de la stationnarité des séries. In : Le Floc'h E., Grouzis M., Cornet A., Bille J.C., eds. *L'aridité, une contrainte au développement*. ORSTOM éditions, coll. Didactiques, Paris : 37-51.

- Chase R.G. et Boudouresque E., 1989. A study of methods for the revegetation of barren crusted sahelian forest soils. In : *Soils, crop and water management systems for rainfed agriculture in the sudano sahelian zone* . Proceedings of an international workshop, 11-16 January 1987, ICRISAT Sahelian Center, Niamey, Niger : 125-135.
- Djibo B., 1990. *Contribution à l'étude de pâturage dans le cadre d'un aménagement des formations naturelles - cas de Boyanga*. Mémoire Ingénieur, Fac. Agron. Niamey, Niger.
- Geerling C. et De Bie S., 1988. *Forêts classées et élevage dans le Sanmatenga et l'Oubritenga, Burkina Faso*. Rapp. tech., Univ. Agron. Wageningen, Pays-Bas.
- Guérin H., Friot D., Mbaye Nd., Richard D., 1991. *Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéliens et sahélo-soudaniens. Etude méthodologique dans la région du Ferlo, au Sénégal*. Etudes et synthèses de l'I.E.M.V.T., 39. CIRAD-E.M.V.T., Maisons-Alfort, France et ISRA, Dakar, Sénégal.
- Helmstetter D., 1993. *Diagnostic régional global de la région de Torodi/Makalondi (canton de Torodi - Niger)*. Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Projet d'Appui à la Gestion de Terroirs (PAGT), Niamey, Niger.
- Hopkins C., 1992. *Réévaluation de 1992 portant sur la coupe test de 1982-83 effectuée dans la forêt de Guesselbodi*. Projet Énergie II-Volet Offre, Niamey, Niger.
- Kone A.R., Guérin H., Richard D., 1988. Contribution à la mise au point d'une méthode d'étude de la valeur nutritive des fourrages ligneux. Séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants, I.R.Z/I.E.M.V.T., N'Gaoundéré (Cameroun) 16-20 novembre 1987. *Etudes et synthèses de l'I.E.M.V.T.*, 30 : 789-809.
- Lefèvre P., 1990. *Les analyses de fourrages ligneux à l'I.E.M.V.T. d'après les dosages effectués au service alimentation*. Rapport I.E.M.V.T., Maisons-Alfort, France.
- Mochi S. et Rapant J., 1989. *Étude des connaissances de base des 7 villages et de leur terroir dans l'unité de Fayra*. Projet forestier IDA/FAC/CCCE. Fascicule I.
- Moussa L., 1989. *Contribution à l'aménagement de l'unité de Fayra. Inventaire forestier de la brousse tachetée de l'unité de Fayra*. Mémoire, DIAT - ENGREF, Montpellier, France.
- Ozer P. et Erpicum M., 1995. Méthodologie pour une meilleure représentation spatio-temporelle des fluctuations pluviométriques observées au Niger depuis 1905. *Sécheresse*, 6 : 103-108.
- Peltier R. et Eyog-Matig O., 1989. Un essai sylvo-pastoral au Nord-Cameroun : mise en place d'un dispositif d'étude de la régénération et de la gestion d'une savane arborée dégradée en zone soudano-sahélienne à Laf-Badjava, premiers résultats. *Bois et Forêts des Tropiques*, 221 : 3-24.
- Peltier R., Mahamane L.E., Montagne P., 1994. Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger. 1ère et 2ème parties. *Bois et Forêts des Tropiques*, 242 : 59-76 et 243 : 5-24.
- Poissonet J. et César J., 1972. Structure spécifique de la strate herbacée dans la savane à palmiers rôniers de Lamto, Côte d'Ivoire. *Annales Universitaires d'Abidjan*, sér. E, 5, 1 : 577-601.
- Projet Énergie II, 1994. *Marchés ruraux et aménagements forestiers : les sites témoins du Projet Énergie II-Volet Offre*. Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Niamey, Niger.
- Thiéry J., d'Herbès J.M., Valentin C., 1995. A model simulating the genesis of banded vegetation patterns in Niger. *Journal of Ecology*, 83 : 497-507.
- Toutain B., 1977. *Pâturages de l'ORD du Sahel et de la zone de délestage au nord-est de Fada N'Gourma*, Haute Volta. Tome I, I.E.M.V.T., Maisons-Alfort, France.

3

Le Schéma Directeur d'Approvisionnement en bois de la ville de Niamey

B. ATTARI

Direction de l'Environnement, Niamey, Niger.

Résumé

Au Niger, l'utilisation des ressources ligneuses à des fins énergétiques concerne plus de 98% des ménages. Les études réalisées en 1990 ont montré que la ville de Niamey consommait près de 133 000 tonnes de bois par an. La Direction de l'Environnement, à partir d'un diagnostic des besoins des populations, a proposé un cadre d'organisation de l'exploitation des ressources ligneuses à Niamey, Zinder et Maradi.

Des Schémas Directeurs d'Approvisionnement (SDA) en bois des villes ont été élaborés pour orienter et planifier spatialement et quantitativement l'exploitation forestière qui est, grâce aux nouvelles dispositions législatives, sous la responsabilité des populations riveraines des forêts. Les SDA ont permis de définir les grandes zones prioritaires d'intervention à partir d'une grille de décision prenant en compte tous les éléments identifiés, que cela soit sur le plan de la possibilité forestière, des grandes tendances démographiques ou des usages agro-pastoraux des terroirs.

Le SDA de la ville de Niamey (SDAN), disponible depuis 1991, a été réalisé à partir des travaux de terrain et des analyses bibliographiques des équipes du projet Énergie II-volet offre. La grille de décision permet de déterminer pour chaque zone : (1) le type de marché rural de bois-énergie qu'il convient de concevoir et d'installer et (2) le type d'aménagement des ressources ligneuses naturelles le mieux adapté aux conditions physiques et socio-économiques.

Introduction

Les massifs forestiers nigériens, soumis à de fortes contraintes climatiques et anthropiques (agriculture extensive, pâturage non contrôlé, exploitation anarchique des ressources ligneuses) sont dégradés. Avec l'accroissement démographique et l'augmentation de la demande des consommateurs urbains en bois-énergie, cette situation ne fait qu'empirer.

Ces constats ont amené la Direction de l'Environnement, à partir d'un diagnostic des besoins des populations urbaines et rurales, à proposer un cadre d'organisation de l'exploitation des ressources ligneuses, dans un premier temps péri-urbaines et, dans un second temps, rurales. Dans ce but, des documents de synthèse ont été élaborés dans les trois principaux chefs-lieux de département du pays, à savoir Niamey, Zinder et Maradi. Ces documents, intitulés Schémas Directeurs d'Approvisionnement en bois des villes, permettent d'orienter et de planifier l'exploitation forestière qui est, grâce aux nouvelles dispositions législatives, sous la responsabilité des populations riveraines des forêts (cf. Mahamane et Montagne, 1997). L'élaboration du Schéma Directeur de la ville de Niamey (SDAN, 1991) résulte de la synthèse de trois approches thématiques menées parallèlement :

- des études filières d'approvisionnement en bois-énergie ;
- de l'évaluation des ressources ligneuses disponibles à l'échelle du SDAN (défini comme étant l'espace occupé dans un rayon de 150 km autour de la ville de Niamey) ;
- des dynamiques agro-socio-économiques.

Eléments généraux du SDAN

Structure de l'exploitation du bois : études filières

Les premières études filières complètes ont été réalisées en 1984 par le Projet Forestier IDA-FAC-CCCE. Elles avaient une fonction plutôt descriptive et ont permis une prise de conscience des responsables sur l'importance des prélèvements de bois-énergie destiné aux besoins urbains, préparant ainsi la mise en oeuvre de la Stratégie Energie Domestique par la Direction de l'Environnement. Une deuxième série d'enquêtes réalisées dans le cadre du projet Énergie II en 1990-1991 à Niamey et à l'intérieur du pays ont permis de réactualiser les données précédemment établies et de faire un diagnostic plus qualitatif des filières d'approvisionnement en produits forestiers et donc de disposer d'un outil de compréhension et de décision. Ces résultats sont regroupés dans les SDA.

Les études filières bois du SDAN sont un ensemble d'enquêtes, notamment d'enquêtes «trafic», recensement «bord route» et recensement «commerce urbain», complétées par des sondages en zones d'exploitation et des entretiens avec les transporteurs commerçants. Elles visent à une parfaite compréhension du fonctionnement des chaînes en terme de :

- géographie de l'exploitation de la ressource : lieu d'exploitation et gestion de la ressource, traitement des coupes et élaboration des produits, cadence, prix et lieux de vente ;
- flux de produits : quantités et lieux de provenances, moyens de transport ;

- géographie de la distribution : où et comment sont stockés, distribués et vendus les différents produits et à quels prix de gros et de détail ?
- sociologie des chaînes : acteurs qui interviennent suivant les différentes chaînes d'approvisionnement, relations et stratégies respectives déterminant l'évolution des filières et donc la maîtrise et l'amélioration du système de contrôle ;
- dynamiques sociales : modes d'exploitation de la ressource et possibilités d'évolution ;
- structures des prix : analyse détaillée des diverses structures de prix pour améliorer les modes de taxation.

Principaux résultats

La quantification des flux (trafic) a montré, en 1990, une consommation annuelle de 133 000 tonnes pour la seule ville de Niamey. Les besoins allant crescendo compte tenu des flux migratoires et de l'accroissement naturel des populations (3,2%, RGP 1988), ils doivent se situer aujourd'hui aux environs de 150 000 tonnes.

Cette évaluation ne tient pas compte des quantités destinées à certains établissements de la place telles les garnisons, la prison civile, *etc.* et les cas inévitables de fraude. Elle n'inclut pas non plus les consommations exceptionnelles (fête de la Tabaski, en saison froide). En 1990, 93% du bois acheminé à Niamey entre par les axes routiers principaux, contre seulement 60% en 1984. L'axe Torodi domine très largement et supporte près de 44% du trafic. On trouve ensuite Filingué (11%), Dosso (8%), Kollo (6%) et Say (5%). Dix-huit autres axes se répartissent le reste du trafic. La part de l'axe Torodi a progressé de façon spectaculaire, entre 1984 et 1990, la rive droite du fleuve assurant 55% de l'approvisionnement en bois de Niamey, passant de 15 à 44%. Le trafic par camions apporte en ville presque les deux tiers du bois consommé (64%). Les camionnettes bâchées transportent 13% du bois. Les animaliers ne représentent que 12% du trafic.

Pour ce qui est des prix, il est important de noter l'importance de la chaîne dominante - exploitants/commerçants/camionneurs de l'axe Torodi - qui détermine un «prix de référence» en ville. L'objectif fixé aux marchés ruraux est de remplacer ce prix par un autre correspondant à leur prix de vente hors taxe (*cf.* Mahamane et Montagne, 1997).

Les éléments relatifs à la ressource forestière

Méthodologie

Les travaux d'évaluation des ressources forestières avaient pour objectif de définir une méthodologie aussi simple et fiable que possible pour connaître (1) la surface forestière «prospectable» par les exploitants-transporteurs qui approvisionnent Niamey, (2) le stock de bois disponible, en tenant compte des densités des peuplements arbustifs et (3) la productivité de ces formations, c'est-à-dire les volumes ou poids exploitables annuellement sans porter atteinte au capital forestier. Ces travaux sont les suivants :

- le point sur toutes les actions de planification antérieures afin de les comparer à la situation actuelle ;

- l'élaboration d'une carte de la ressource forestière à partir de l'interprétation visuelle d'images satellitaires LANDSAT TM ;
- l'évaluation du stock de bois disponible à partir de travaux d'inventaires des principaux massifs identifiés ;
- l'évaluation de la productivité forestière à partir des données bibliographiques issues des résultats de la Recherche (Issa, 1990 ; INRAN, 1989).

La stratification à partir des images satellitaires a permis d'identifier trois classes observées sur le terrain (inventaires). Ainsi, en fonction des trois taux de recouvrement, les hypothèses de base devant servir à l'évaluation du stock de bois apparaissent dans le Tableau I.

Tableau I. Hypothèses de base retenues dans les travaux d'évaluation de la ressource forestière.

Strate	Taux de recouvrement	Stock (stères/ha)	Productivité (stères/ha/an)
1	> 60 %	11	1,0
2	entre 20% et 60%	7	0,6
3	< 20 %	3	0,2

Situation détaillée des formations forestières du département de Tillabéry

Formations arbustives

Pour la zone d'approvisionnement du centre urbain de Niamey, les différentes formations forestières sur plateaux (donc hors des potentialités des terroirs agricoles) ont été cartographiées à l'échelle 1/500 000^e, dans un rayon de 150 km autour de la ville, soit la majeure partie du département de Tillabéry. Une stratification de ces formations faite à partir des différents taux de recouvrement a permis de les différencier et de les planimétrer (Tableau II). Il faut remarquer l'importance de la strate 3 (taux de recouvrement végétatif inférieur à 20%). La strate 1, qui est la plus riche, ne représente que 10% de la surface forestière totale.

Tableau II. Volumes exploitables dans les formations forestières des plateaux, dans un rayon de 150 km autour du centre urbain de Niamey.

Strates	Nb stères/ha sur pied	Surface (ha)	Surface (%)	Vol. stock (stères)	Nb stères ha/an	Vol. Exploitable (stères)
1	11	251 100	10	2 762 100	1,0	251 100
2	7	849 487	35	5 946 412	0,6	509 692
3	3	1 337 513	55	4 012 536	0,2	267 503
Total		2 438 100	100	12 721 048		1 028 295 ou ± 300 000 t

La ville de Niamey est approvisionnée en bois à partir d'un bassin d'approvisionnement comprenant 2 438 100 ha de surfaces que l'on peut assimiler à des formations forestières, soit près du tiers de sa superficie totale. On constate que le volume de bois exploitable annuellement est de l'ordre de 1 million de stères, dont près de la moitié est actuellement consommée par la ville de Niamey. Il ne reste donc pour la satisfaction des besoins des populations rurales qu'un peu plus de 500 000 stères par an (dans l'hypothèse où leurs prélèvements se feraient exclusivement à partir des plateaux à brousses tigrées).

Formations arborées des terroirs agricoles

Ces formations sont essentiellement représentées par les parcs à *Acacia albida*. La densité de ces peuplements varie de 1 à 3 pieds/ha pour ceux qui sont les moins riches et peut aller jusqu'à 30 ou 40 pieds/ha pour les plus riches. On peut retenir que des densités de 15 à 20 pieds/ha sont déjà très intéressantes.

Le bilan disponibilités - besoins

Pour ce département, l'autoconsommation rurale est estimée à 370 000 tonnes. Dans l'hypothèse que 100% des besoins des ruraux (calculés sur la base de 0,6 kg/jour/personne) sont couverts par des prélèvements dans les formations forestières, le déficit serait de 200 000 tonnes, mais dans l'hypothèse où 50% seraient prélevés dans les formations et 50% dans les jachères et le milieu agricole, ce déficit serait de 20 000 tonnes seulement. C'est surtout la nature de l'autoconsommation rurale qui détermine le surplus exportable ou la gravité de la dégradation. Le Tableau III montre le bilan qui peut être fait entre les disponibilités recensées en bois et les besoins évalués suite aux travaux d'analyse démographique et agro-socio-économique. Le bilan fait pour le bassin d'approvisionnement de Niamey est relativement équilibré en supposant que les ruraux trouvent une grande partie de leurs besoins dans les terroirs agricoles.

Tableau III. Bilan prélèvement urbains et ruraux / possibilité de la ressource (en tonnes).

Centre urbain	Possibilité	Export vers les villes	Bilan	
			H1 ¹	H2 ²
Niamey	300 981	132 679	- 198 107	- 21 263

¹ Hypothèse 1: 100% de la population rurale consomme du bois en provenance des zones exploitées pour les besoins des populations urbaines.

² Hypothèse 2: 50% des besoins des populations rurales sont couverts par des zones non exploitées par les exploitants commerçants des villes.

Cela n'est pas sans poser des problèmes de gestion de la fertilité et, par effet d'entraînement, amène ces agriculteurs à augmenter les surfaces cultivées même si les surfaces cultivées par actif diminuent.

Les aspects sociologiques et humains

Le dernier élément qui fait l'originalité fondamentale du SDAN est l'ensemble des travaux liés aux aspects sociologiques et humains. Il a été ainsi possible de réaliser consécutivement un zonage agro-socio-économique, une étude des milieux humains (historique, dynamique et diversités) et enfin d'analyser les aspects démographiques et d'occupation de l'espace.

Ces éléments étaient indispensables pour être en mesure de décider des réorientations à l'exploitation du bois c'est-à-dire de décider à quel endroit il était nécessaire et possible de créer des marchés ruraux.

Zonage agro-socio-économique

L'objectif du zonage agro-socio-économique à l'échelle de la région était de ramener la diversité des situations locales à un petit nombre de modèles-types où la problématique de l'exploitation des ressources forestières se posait de façon homogène et soit susceptible d'appeler le même type d'intervention.

Pour la réalisation de ce travail, une méthodologie en quatre étapes a été retenue :

1. recherches documentaires (collecte de l'ensemble des travaux anciens traitant des aspects agro-socio-économiques de la zone SDAN) ;
2. enquêtes de terrain pour établir un diagnostic de la situation agro-socio-économique globale de la zone et donner des éléments sur les conditions locales d'utilisation des ressources naturelles. Ces enquêtes ont concerné une quarantaine de villages dans le département de Tillabéri, dont une bonne dizaine dans le seul arrondissement de Say ;
3. synthèse des données pour faire le choix des critères de zonage et mettre en évidence la dynamique de l'occupation de l'espace.

Le milieu humain : dynamique et diversité

L'environnement des sociétés rurales n'est pas seulement un environnement naturel mais aussi un environnement social et institutionnel pour lequel une simple description des systèmes de production ne suffit pas pour rendre compte des mutations internes et des comportements vis-à-vis des opérations de développement.

Pour parvenir à cette fin, il faut d'abord analyser les différents mécanismes de cette évolution et analyser les principaux aspects de la réalité humaine de la zone suivant trois axes principaux :

1. le peuplement, son histoire et ses composantes actuelles ;
2. les facteurs de cohésion sociale et de différenciation sociale à travers les structures politiques traditionnelles, ainsi que les disparités régionales ;
3. l'organisation de la production avec notamment les problèmes fonciers, les phénomènes migratoires, les activités nouvelles, particulièrement le bûcheronnage qui est en passe de devenir une activité permanente pour tout le monde.

Démographie et occupation de l'espace

La connaissance des composantes ethniques, des densités de peuplements et des tendances évolutives à court terme est nécessaire pour envisager le développement d'activités d'exploitation de ressources ligneuses permettant aux habitants de couvrir leurs propres besoins.

L'arrondissement de Say Exemple d'établissement d'une grille de décision

Les filières en provenance de la rive droite du fleuve Niger

Résultats des enquêtes trafic

Le Tableau IV confirme l'importance du prélèvement effectué par les commerçants-transporteurs dans l'arrondissement de Say : 74 308 tonnes de bois en provenance de cet arrondissement, et tout particulièrement du canton de Torodi, approvisionnent Niamey actuellement, couvrant 56% des besoins du centre urbain.

Tableau IV. Importance comparée des différents axes de l'arrondissement de Say pour l'approvisionnement en bois de Niamey (tonnes/an).

	Petit bois	Fagots	Bûches	Autres	Total	%
Cantons						
Enquête trafic 90 (approvisionnement de Niamey)					133 000	100 %
Torodi	728	884	50 908	5 512	58 032	44
Say	208	728	5 876	-	6 812	5
Namardé	208	520	572	0	1 300	1
Banga Bana 1 et 2	780	4 368	52	0	5 200	4
Kori	1 716	0	1 248	0	2 964	2
Total	3 640	6 500	58 656	5 512	74 308	56

Les recettes d'exploitation (permis de coupe)

Depuis la mise en application de l'ordonnance 92-037 (*cf.* Mahamane et Montagne, 1997), les règles fiscales en matière d'exploitation incontrôlée ont changé : une clé de répartition des recettes a été instituée et permet aux arrondissements de conserver 10% des recettes réalisées sur la vente des coupons de transport (le Trésor Public percevant le reste).

Cette modification fondamentale donne les moyens aux collectivités d'assurer elles-mêmes une partie des opérations techniques liées au processus de développement des marchés ruraux (notamment les actions de suivi administratif et de conseils à l'utilisation des fonds d'aménagement, cf. Montagne, 1997).

Le Tableau V fait apparaître les recettes forestières d'exploitation depuis 1990 entre les arrondissements et la régie de la communauté urbaine de Niamey (CUN). Il montre l'importance comparée des recettes perçues par l'arrondissement de Say avant et après la mise en place de la réforme.

Tableau V. Evolution de la répartition des recettes forestières d'exploitation en provenance de l'arrondissement de Say.

Année	Recettes régie CUN (en FCFA)	Recettes régie Arr. Say (en FCFA)
1990	24 931 545	5 417 890
1991	15 599 160	14 422 955
1992	12 898 835	17 430 045
1993	43 645 800	29 066 525
1 ^{er} semestre 94	12 577 260	30 017 100

Avec la mise en application de la nouvelle fiscalité, 1/10^e des sommes collectées vont permettre aux arrondissements de bâtir une politique forestière propre, qui s'inscrira dans le cadre des efforts faits pour une décentralisation réaliste, s'appuyant tant sur des compétences techniques que sur des moyens financiers. L'apport de ceux-ci sera régulier si les responsables du service de l'environnement ont les moyens de mettre en place cette politique sur le terrain, c'est-à-dire de dégager les ressources financières nécessaires auprès des collectivités.

Les chaînes dominantes

Dans l'arrondissement de Say, la forme d'exploitation dominante fait intervenir les transporteurs motorisés. La réforme fiscale a modifié les conditions de cette exploitation par la création des marchés ruraux (Mahamane et Montagne, 1997).

La réforme réglementaire et fiscale transfère donc aux communautés villageoises la responsabilité de la gestion des ressources forestières de leurs terroirs : elle leur donne le droit exclusif d'exploiter le bois-énergie et celui de percevoir des taxes, mais aussi le devoir de respecter certaines conditions d'exploitation (quota annuel, mise en défens, etc.). Cette forme d'exploitation représentait déjà 15% à la fin de l'année 1995.

Une deuxième chaîne intéresse plus directement la ville de Niamey : il s'agit de la filière animalière. L'exploitation des ressources est faite par les animaliers (âniers-chameliers) qui exploitent eux-mêmes le bois mort sur les terroirs proches de Niamey, à 20 ou 30 km environ. Ils transportent les charges en petites bûches liées ou en fagots pour les vendre par vente ambulante. Cette forme d'exploitation représentait 12% en 1990.

Les ressources forestières

Le Tableau VI donne les volumes de bois sur pied (stock) et exploitables (possibilité annuelle) de l'arrondissement de Say.

Tableau VI. Couverture forestière de l'arrondissement de Say, hors surfaces couvertes par le Parc du W et la Réserve de Tamou (d'après stratification SDAN, 1990).

	Strate 1	Strate 2	Strate 3	Total
Superficie couverte	93 150	213 637	236 925	543 712
Stock (stères)	1 024 650	1 495 463	710 775	3 230 888
Possibilité (stères)	93 227	128 843	47 385	269 455

L'arrondissement recèle près du quart des ressources forestières annuellement exploitables pour approvisionner la ville de Niamey, localisées principalement dans les zones suivantes : une grande partie du poste administratif de Torodi (sud, sud-est, nord-ouest et ouest de Torodi) et la zone de Tientergou et de Goroubi. La disponibilité en bois de l'arrondissement de Say (hors réserve de Tamou et parc du W) est donc évaluée à 3 230 888 stères, soit 1 076 963 tonnes (1 tonne = 3 stères).

L'évaluation des quantités de bois exploitables annuellement, ou productivité forestière, a été réalisée selon des paramètres issus de différents travaux de recherche (INRAN/DRF, CTFT, autres projets de développement, cf. SDAN, 1991). Les données généralement retenues pour les formations à Combretacées (majoritaires dans l'arrondissement) sont de l'ordre de 0,1 à 1 stère/ha/an, les hypothèses variant en fonction de la strate considérée. La productivité moyenne retenue est de 0,6 stère/ha/an. Ainsi, la productivité annuelle moyenne des formations naturelles de l'arrondissement de Say peut être estimée à 269 455 stères, soit environ 90 000 tonnes.

Aspects socio-économiques de l'arrondissement de Say

Zonage agro-socio-économique : de forts contrastes intra-régionaux

L'arrondissement de Say a été différencié en deux zones agro-socio-économiques, qui se différencient essentiellement sur la base de critères démographiques et du bilan réalisé sur les systèmes d'exploitation tant agricoles que pastoraux.

La première zone (F) se caractérise par un fort potentiel forestier mobilisable, une vocation agricole dominante, une autosuffisance alimentaire mais des problèmes de défrichements agricoles et d'exploitation anarchique du bois. On note également une forte immigration.

La seconde zone (E) présente les mêmes caractéristiques générales que la zone (F) avec une plus forte tendance à la dégradation accélérée des ressources naturelles.

La zone de Say constitue un domaine où existent des ressources naturelles importantes menacées par la croissance démographique. La densité actuelle de la sous-zone (F2) (sud

de Say) est de 15 hab/km². Cette densité a tendance à augmenter sous l'effet d'une part de l'accroissement naturel de la population et d'autre part en raison de l'afflux d'agriculteurs migrants du nord, qui fuient les conditions climatiques défavorables. En saison sèche, cette région se voit vidée de ses bras valides autochtones. Il y a un double mouvement de population (immigration et émigration) saisonnier avec arrivée de salariés agricoles des régions du nord à l'approche de l'hivernage et départ des jeunes émigrants vers le sud à la recherche de travail en période morte. La région de Say connaît d'importants clivages sociaux (anciens rapports de dépendance maîtres/esclaves, religion, immigration politique) ce qui suppose une difficile cohabitation entre les populations, entraînant une mauvaise cohésion sociale. Dans cette entité, l'ancien système agro-pastoral basé sur les cultures de mil et de sorgho auquel est associée la pratique d'un élevage de gros bétail assure la reproduction de la fertilité des sols, et une autosuffisance alimentaire de la population concernée. L'exploitation forestière proprement dite, en zone hors défrichement agricole, est relativement récente et engage une certaine catégorie d'individus, du fait d'innombrables préjugés liés à cette activité, qui était autrefois considérée comme un domaine strictement réservé à des personnes de condition servile. C'est donc dire que la base sociale de cette activité de bûcheronnage est relativement réduite au point que seules quelques ethnies considérées comme inférieures, les «Rimaïbés» en particulier, la pratiquent dignement au même titre que les autres activités.

Milieu humain : dynamique et diversité

Le peuplement est gourmantché, antérieur au xvii^e siècle, auquel est venu s'ajouter les zarma-songhay, les peuls, les bellas et enfin plus récemment les haoussas.

Dans le canton de Say, les structures sociales se caractérisent par des clivages sociaux intenses, une situation hétérogène des structures en place, un manque d'animation communautaire du fait d'une fragile cohésion sociale.

Dans le canton de Torodi, une bonne cohabitation règne, mais les clivages sociaux sont vivaces. Les structures d'animation communautaire sont peu dynamiques.

Le problème foncier se pose avec acuité dans le canton de Say, avec notamment l'afflux de réfugiés venant du Zarmaganda (sous-zone F1) créant une situation tendue. A cela vient s'ajouter une sorte de colonisation agricole par les commerçants et/ou fonctionnaires au sud de Say (sous-zone F2), accompagnée par la mécanisation et/ou le salariat.

Les disponibilités foncières sont plus importantes dans le canton de Torodi, mais des pressions fortes commencent à apparaître.

Densité démographique et évolution

De 8 hab/km² en 1978 la densité démographique est passée à 33,5 en 1990, ce qui correspond à un accroissement net de 15,3%/an, pour le canton de Say, subissant une forte colonisation agricole.

Dans le canton de Torodi, la densité varie de 7 à 30 hab/km², en croissance rapide du fait d'une forte immigration en provenance du nord du Niger et du Burkina Faso.

Systèmes agro-pastoraux

Dans le canton de Say, les principales cultures pratiquées sont le mil et le sorgho, associés à l'élevage, mais aussi le riz et le maïs cultivés sur des sols argileux. On note du maraîchage autour de quelques points d'eau. La jachère, qui durait 3 à 10 ans en 1978, n'excède guère 2 ans en 1990, quand elle est encore pratiquée. Dans cette zone de transhumance, on assiste à une augmentation des petits ruminants au détriment du gros bétail. Les deux tiers des villages ont des contrats de fumure et de gardiennage avec les transhumants.

Dans le canton de Torodi, les cultures dominantes restent le mil et le sorgho fortement intégrés à l'élevage. Les rendements sont élevés. Plus du tiers des familles pratiquent le maraîchage (moitié pour la vente et moitié pour l'autoconsommation). Cette zone se caractérise par une augmentation des superficies cultivées surtout pour le mil (de + 22%). En revanche, on observe une diminution de 25% des surfaces cultivées par habitant. Le rendement par habitant connaît également une baisse.

Ressources et exploitation forestières

Le canton de Say dispose d'importantes ressources forestières, dont l'exploitation n'a commencé que récemment (1970) par une partie de la population, les nobles et autres gens de condition intermédiaire n'étant pas intéressés par ce genre d'activité. La distance du village aux zones de coupe est faible (moins de 4 km). D'importantes défriches forestières à des fins d'extension de champs agricoles ont lieu. Ce canton contribue à l'approvisionnement de Niamey en bois-énergie pour plus de 5%, correspondant à 7 500 tonnes par an.

Le canton de Torodi dispose de ressources forestières importantes dont l'exploitation récente date de l'ouverture du pont Kennedy (1970, seul pont reliant Niamey à la rive droite du fleuve Niger), renforcée lors du goudronnage de la route du Burkina (1983). Dans le système d'exploitation incontrôlé, environ 25% des familles pratiquent le bûcheronnage et vendent par contrat de livraison à crédit aux transporteurs de Niamey. La filière dominante est celle des bûcherons salariés qui chargent sur le lieu de coupe. Les camions évacuent ensuite le bois sur Niamey. Le canton contribue pour 44% à l'approvisionnement de la zone.

Bilan

Dans le canton de Say, l'occupation humaine traditionnelle est peu dense, à dominante d'agro-pasteurs. Des ressources forestières importantes sont en voie d'exploitation accélérée sous l'influence : au nord, de l'accroissement démographique et de l'installation de paysans venus des zones défavorisées du Zarmaganda ; au sud, d'une exploitation anarchique des ressources agricoles et forestières dirigée par des néoruraux, à base de salariat et/ou de mécanisation.

Dans le canton de Torodi, le système agro-pastoral assure la reproduction de la fertilité des sols, l'autosuffisance alimentaire et permet une certaine capitalisation (croissance du troupeau bovin). Les ressources pastorales et forestières sont importantes et encore peu dégradées. Une forte croissance démographique entraîne l'accélération des défriches et de l'exploitation forestière.

La grille de décision pour l'arrondissement de Say

La synthèse de tous les éléments liés aux structures d'approvisionnement, à l'évaluation de la ressource et aux aspects agro-socio-économiques a permis l'élaboration de la grille de décision (Annexe 1). Pour le cas de l'arrondissement de Say, qui est un des arrondissements les plus riches en ressources forestières mais aussi l'un des plus exposés, les travaux liés au SDAN ont conclu à des interventions prioritaires pour trois des cantons, souhaitables pour deux autres.

Conclusion

Avec l'élaboration du SDAN, la Direction de l'Environnement s'est dotée d'un outil de planification de l'exploitation du bois destiné à approvisionner la ville de Niamey, fondé sur une connaissance de la ressource disponible, des conditions d'exploitation actuelles, et des conditions agro-socio-économiques de sa gestion.

L'élaboration des grilles de décision, pour l'ensemble des cantons de la zone d'approvisionnement, permet d'opérer les choix technico-politiques, conduisant à la mise en œuvre prioritaire de programmes de gestion dans les secteurs les plus productifs ou les plus menacés. Ces programmes sont centrés sur la création des marchés ruraux, et conduisent à la rétrocession du patrimoine forestier aux communautés rurales riveraines, pour l'aménagement, la gestion et l'exploitation de la ressource forestière.

Références

INRAN / DRF, 1989. *Le rôle des Combrétacées dans l'approvisionnement en bois de feu en Afrique sahélienne et nord-soudanienne : cas du Niger-Niamey*. Rap. mim., Niamey, Niger.

Issa O., 1990. *Diagnosics en vue du schéma directeur d'approvisionnement en bois-énergie de Niamey. Analyse démographique*. Mémoire méthodologique et interprétatif. Groupement SEED/CIRAD-Forêt, rapport technique n°12, Niamey, Niger.

Mahamane L.E. et Montagne P., 1997. Les grands axes stratégiques du projet Énergie II pour une gestion rationnelle des écosystèmes contractés péri-urbains au Niger. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 155-167.

Montagne P., 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : outils de développement rural local. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 185-202.

SDAN, 1991. *Schéma directeur d'approvisionnement en bois-énergie de Niamey*. Groupement SEED/CIRAD-Forêt, Niamey, Niger.

Annexe 1. Grille de décision par cantons. Exemple de l'arrondissement de Say.

Canton	Export (t/an)	Possibilité (t/an)	Solde (t/an)	Bilan		Chaîne dominante					Population	
				100% ¹ (t/an)	50% ² (t/an)	Production	Vente	Transport	Axe	Densité	Mouvement	Croissance
Torodi	31 594	47 562	15 968	- 8 754	3 607	salariés	s/coupe	camion	Torodi	11,9	immigration	8,1%
Lamorde	22 342	13 998	- 8 344	- 19 020	- 13 682	animaliers	chaîne dir.	âne	Say-Torodi	26,5	immigration	8,4%
Gueladjo*	4 475	9 264	4 789	1 493	3 141	paysans	s/coupe	camion	Say-Torodi	15,4	immigration	6,3%
Say*	16	4 455	4 439	1 621	3 030	paysans	s/coupe	camion	Say	33,5	immigration	15,3%
Tamou	4 272	17 461	13 188	4 484	8 836	paysans-sal.	s/coupe	camion	Say	15,8	immigration	14,8%

Canton	Zone agro-socio.	Cohésion sociale	Cultures		Cheptel	Marché rural			Carrés d'intervention prioritaire	
			surfaces	défriches		Quantité	Lieu	Seul		Aménagement intégré sylvo-pastoral
Torodi	E	médiocre	croît	oui	croît	réduire	réorienter	non	prioritaire	F9-F10-E9-E10
Lamorde	F1 -G2	moyenne	croît	non	important	réduire		non	souhaitable	
Gueladjo	F	médiocre	croît	oui	croît	favoriser		non	souhaitable	G12
Say	F	médiocre	croît	oui	croît	favoriser		non	prioritaire	G13
Tamou	F2	mauvaise	croît	oui		favoriser		non	prioritaire	F13-E13

* Considérer ensemble les cantons de Say et Gueladjo.

¹ Bilan 100% : 100% de la consommation rurale est prélevée en forêt.

² Bilan 50% : 50% de la consommation rurale est prélevée en forêt.

ATELIER II

Fonctionnement des écosystèmes forestiers contractés sahéliens

Après deux contributions destinées à rappeler les différents modes de contraction des écosystèmes forestiers sahéliens (J.M.K. Ambouta) et les possibilités de leur reconnaissance sur les images aériennes et satellitaires (B. Mougnot et S. Hamani), une communication de P. Couteron évoque les processus de contraction de la végétation sous l'influence d'une diminution des conditions pluviométriques au Burkina Faso.

Les aspects biologiques fonctionnels sont abordés à partir du rôle des termites, par P. Ouédraogo et M. Lepage, puis des possibilités de multiplication végétative des espèces ligneuses sahéliennes (R. Bellefontaine).

Les travaux des chercheurs de l'ORSTOM au Niger sont abordés par le rôle des processus hydrologiques dans le fonctionnement des structures contractées (S. Galle *et al.*) et leur influence sur la production de phytomasse ligneuse résultante (A. Ichaou et J.M. d'Herbès).

Une dernière communication vise à proposer une synthèse des connaissances scientifiques acquises et des problèmes de recherche soulevés par les structures forestières contractées et leur gestion (J.M. d'Herbès *et al.*).

4

Définition et caractérisation des structures de végétation contractée au Sahel : cas de la brousse tigrée de l'ouest nigérien

J.M.K. AMBOUTA

Faculté d'Agronomie, Université de Niamey, Niger.

Résumé

Au Sahel, la végétation des plateaux gréseux du Continental Terminal apparaît, sur photographies aériennes, sous forme de bandes alternativement claires (zones nues) et foncées (végétation), rectilignes ou sinueuses. Au Niger occidental, la brousse tigrée disparaît, au nord du 15^e parallèle, quand les précipitations insuffisantes ne permettent plus le développement des ligneux, au sud du 13^e parallèle quand la totalité des plateaux est recouverte d'une végétation homogène et uniformément répartie.

Entre ces deux extrêmes, la structure «brousse tigrée» subit de nombreuses variations. Au voisinage du 15^e parallèle, les bandes foncées sont courtes et discontinues à la manière de «tirets». La zone comprise entre 14°30' et 13° de latitude est le domaine de la «brousse tigrée typique». Vers le 13^e parallèle, la largeur des bandes se réduit, le contraste entre bandes s'atténue : c'est le domaine de la brousse «persillée». Plus au sud, la structure en bandes tend à s'estomper : sur un fond foncé, les plages claires paraissent ovales («brousse mouchetée») ou encore circulaires («brousse ponctuée»). On observe également des différenciations liées à la topographie de la surface des plateaux : faciès en «rosaces» sur plateau ondulé, faciès «linéaire» sur plateau à pente régulière et courte.

Un site de brousse tigrée typique est décrit comme la répétition, de l'amont vers l'aval, de la séquence ordonnée : zone boisée, frange à chicots, zone nue, frange de décantation et frange herbacée. La répartition des espèces ligneuses dans la bande végétalisée respecte et souligne cette zonation. Les zones les plus révélatrices de la dynamique évolutive du système sont, incontestablement, la frange à chicots (aval) et la frange herbacée (amont).

Introduction

En première approximation, deux grands domaines phytogéographiques se partagent le Sahel ouest africain : la savane arborée et arbustive au sud, la steppe arbustive au nord. Si, à l'intérieur de chacun de ces ensembles zonaux, la couverture végétale ligneuse semble répartie de manière relativement uniforme, il apparaît, du sud vers le nord, une nette réduction de la taille, du nombre et de la densité des espèces.

Cependant, à l'intérieur de ces domaines phytogéographiques zonaux, les grands traits de la végétation se trouvent profondément modifiés chaque fois que des conditions particulières du milieu interviennent, notamment pour influencer la circulation et la distribution de l'eau de surface ainsi que sa disponibilité dans le sol ; la couverture végétale se contracte et tend à se concentrer dans des sites préférentiels : creux interdunaires des formations réticulées du modelé dunaire, fonds de vallées sèches, *etc.*

Au cours des dernières décennies, parmi les formations contractées observées au Sahel, la végétation des plateaux gréseux du Continental Terminal avec la structure «brousse tigrée» comme faciès le plus typique semble être l'une de celles qui ont le plus suscité l'intérêt des auteurs (Clos-Arceuduc, 1956 ; Audry et Rossetti, 1962 ; White, 1970 ; Ambouta, 1984 ; Leprun, 1992 ; Thiéry *et al.*, 1995).

Au Niger occidental, où elle constitue l'unique réserve tant de bois de feu et de service pour les grands centres urbains que de terres cultivables, la végétation contractée des plateaux subit une très forte pression anthropique, faisant craindre à terme sa disparition. Dans l'optique de l'aménagement et la gestion de ces formations contractées, il convient donc de bien établir l'influence respective des divers facteurs contrôlant ce type de structures et d'en bien comprendre le fonctionnement.

Pour ce faire, ce travail a pour premier objectif de définir les grands types de formations contractées des plateaux gréseux à l'échelle régionale, en relation avec les principales caractéristiques physiques du Niger occidental. La caractérisation de la structure de la brousse tigrée typique, dans un site représentatif, conduira ensuite à proposer les bases des mécanismes d'évolution propres à ces structures contractées.

Présentation du Niger occidental

La partie occidentale du territoire nigérien correspond approximativement au «Bassin du Moyen Niger» de Greigert (1954).

Elle peut être subdivisée en deux grandes régions naturelles (Greigert, 1966 et Dubois *et al.*, 1978) : à l'ouest du fleuve Niger, le Liptako et le Gourma où affluent les terrains précambriens et leur lithomarge d'altération, à l'est le bassin des Iullemeden dont les formations sédimentaires ont été totalement remblayées par un puissant épandage détritique de grès et d'argile appelé Continental Terminal (Figure 1). La surface de la lithomarge des roches du socle et des formations du Continental Terminal, après un aplanissement généralisé prêté au Néocène supérieur, a ensuite été profondément disséquée par les cours d'eau quaternaires, conférant au modelé actuel son caractère particulier : la surface som-

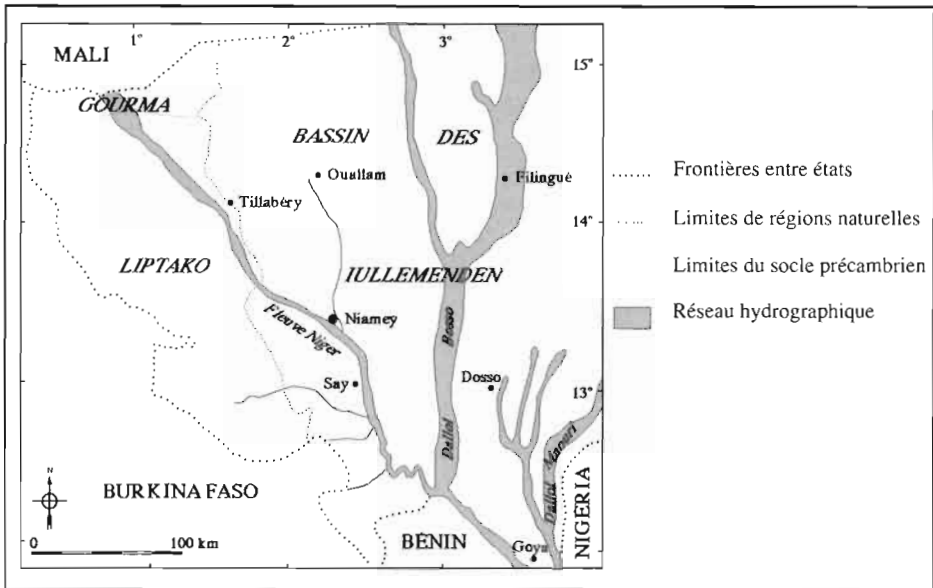


Figure 1. Régions naturelles du Niger occidental.

mitale plate, aux contours très découpés, souvent sinueux, désignée «plateau» et les vallées en contrebas, très larges, ayant souvent piégé des sables éoliens au cours des phases sèches du Quaternaire ; l'une de ces phases sèches, bien connue en Afrique (Monod et Toupet, 1961 ; Faure et Elouard, 1967 ; Servant, 1973), serait d'ailleurs à l'origine de la mise en place entre 20 000 et 14 000 ans B.P. de l'erg en longs cordons dunaires recouvrant le Continental Terminal au nord du 14° parallèle. Alors que les formations sableuses des vallées, aujourd'hui fixées, constituent les meilleures terres de culture pluviale, les plateaux en revanche demeurent généralement sous une couverture végétale naturelle, dont précisément la brousse tigrée.

Au Niger occidental, le climat de type sahélo-soudanien est caractérisé par une pluviosité moyenne passant d'environ 350 mm au voisinage du 15° parallèle à 750 mm à l'extrême sud de la zone. Le bilan très déficitaire entre les quantités d'eau apportées par les pluies et celles évaporées annuellement, est aggravé par la concentration des précipitations sur 3 à 4 mois seulement de l'année et par la mauvaise répartition des pluies dans le temps et dans l'espace.

La variation des précipitations moyennes du nord au sud de la zone permet de distinguer deux grands domaines phytogéographiques (Boulet, 1966 ; Gavaud, 1977) : un domaine sahélien septentrional, au nord du 14° parallèle, caractérisé par des espèces ligneuses peu nombreuses, rabougries et le plus souvent épineuses, surmontant un tapis graminéen court et discontinu (steppes), et un domaine soudanien, plus méridional, caractérisé par des espèces ligneuses plus nombreuses, plus denses et plus hautes, dominant une strate herbacée relativement fermée. A l'intérieur de ces grands domaines phytogéographiques zonaux, les

traits de la végétation sont souvent profondément modifiés par des conditions particulières du milieu, notamment lorsque certaines caractéristiques du sol imposent des contraintes à la circulation, au stockage et à la disponibilité de l'eau pour les plantes. Ainsi, la végétation tend à se concentrer dans les zones les plus favorables conférant à ces formations une structure contractée.

Au Niger occidental on observe trois grands ensembles de formations contractées :

- les formations réticulées du modelé dunaire, apparaissant au nord du 15° parallèle lorsque la végétation ligneuse se concentre dans les creux interdunaires,
- les formations des vallées sèches pouvant évoluer en véritables forêts lorsque la nappe phréatique devient sub-affleurante,
- la brousse tigrée des plateaux gréseux, lorsque les formations végétales se contractent pour former des bandes.

Domaine de la brousse tigrée de l'ouest nigérien

La brousse tigrée, formation caractéristique des sols sur grès argileux plus ou moins ferruginisés du Continental Terminal, disparaît au nord quand les précipitations insuffisantes et aléatoires ne permettent plus le développement de ligneux (le paysage est alors envahi par le sable dunaire) et, au sud quand la totalité du territoire est couverte d'une forêt claire ou d'une savane arborée homogène.

Au Niger occidental, le véritable domaine de la brousse tigrée s'étend entre le 15° parallèle au nord et le 13° parallèle au sud. Entre ces deux extrêmes, la structure «brousse tigrée» subit de nombreuses variations, qui ont été caractérisées à partir de l'analyse des photographies aériennes panchromatiques (IGN 75 NIG 40/600).

Variation latitudinale

Au voisinage du 15° parallèle, sur un fond plus clair, les bandes foncées apparaissent relativement courtes et discontinues à la manière de «tirets» (Figure 2a).

Entre 14°30' et 13° de latitude, la brousse prend un aspect très contrasté, sous forme de bandes parallèles alternativement claires et foncées, de largeur sensiblement identique (Figure 2b) : c'est la «brousse tigrée typique», particulièrement bien établie autour du 14° parallèle ; les bandes claires en photos aériennes correspondent à des zones complètement nues au niveau du sol, ayant entre 20 et 50 m de large, et de longueurs variables mais pouvant dépasser 2 km.

Vers le 13° parallèle, la largeur des bandes se réduit, le contraste entre bandes s'atténue : c'est le domaine de la brousse «persillée» (Figure 2c).

Au sud du 13° parallèle, la structure en bandes tend à s'estomper : sur un fond foncé, les plages claires paraissent ovales («brousse mouchetée») ou encore circulaires («brousse ponctuée») (Figure 2d) ; ces dernières structures sont remplacées ensuite par une savane arborée homogène.

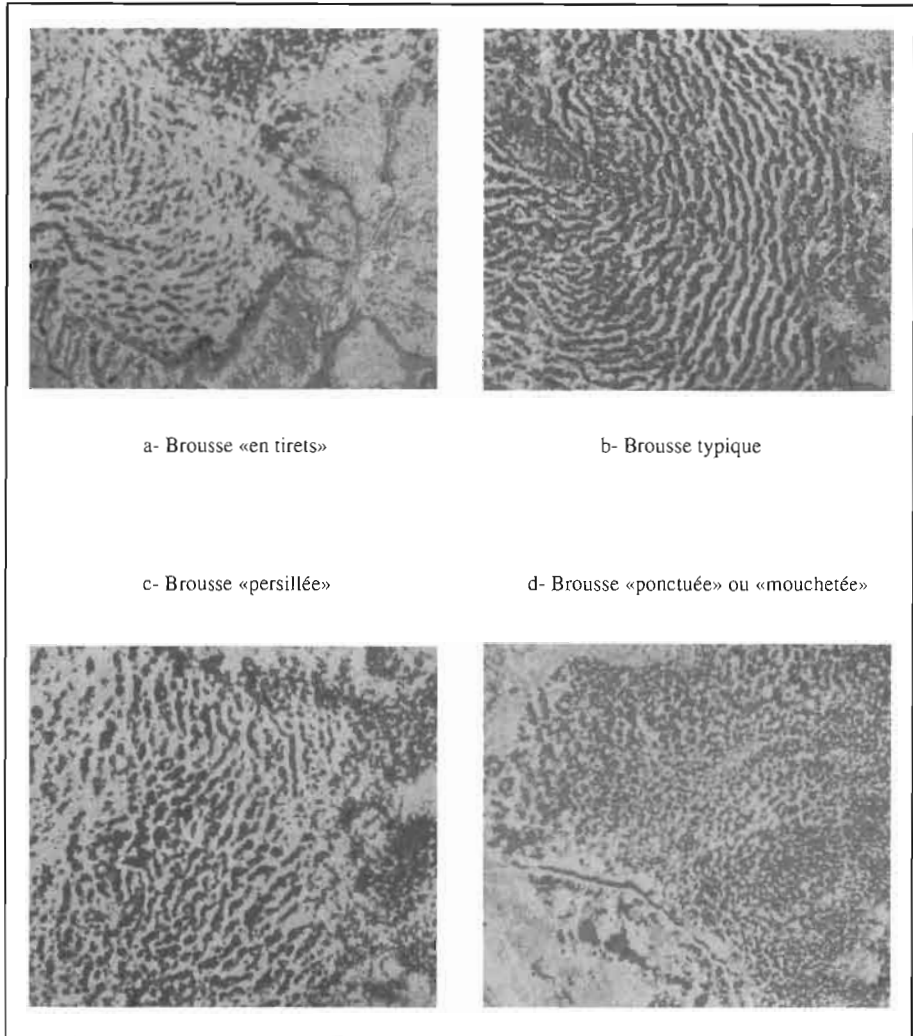


Figure 2. Variation latitudinale du faciès «brousse tigrée».

Variation selon la topographie

L'étude des photographies aériennes révèle que les bandes de végétation de brousse tigrée ont généralement tendance à s'agencer perpendiculairement à la ligne de plus grande pente :

- si la surface du plateau est ondulée, les bandes s'organisent en couronnes concentriques autour des dômes : c'est le faciès «en rosaces» (Figure 3a) ;
- si le plateau est réduit par l'érosion à une étroite lanière dont la surface est inclinée dans un seul sens, les bandes s'organisent parallèlement à l'escarpement bordier du plateau : c'est le faciès «linéaire» (Figure 3b) ;
- si la bordure du plateau est profondément entaillée par les têtes de ravines, les premières bandes en épousent la forme : c'est le faciès «flexueux» ou «incurvé» (Figure 3c).

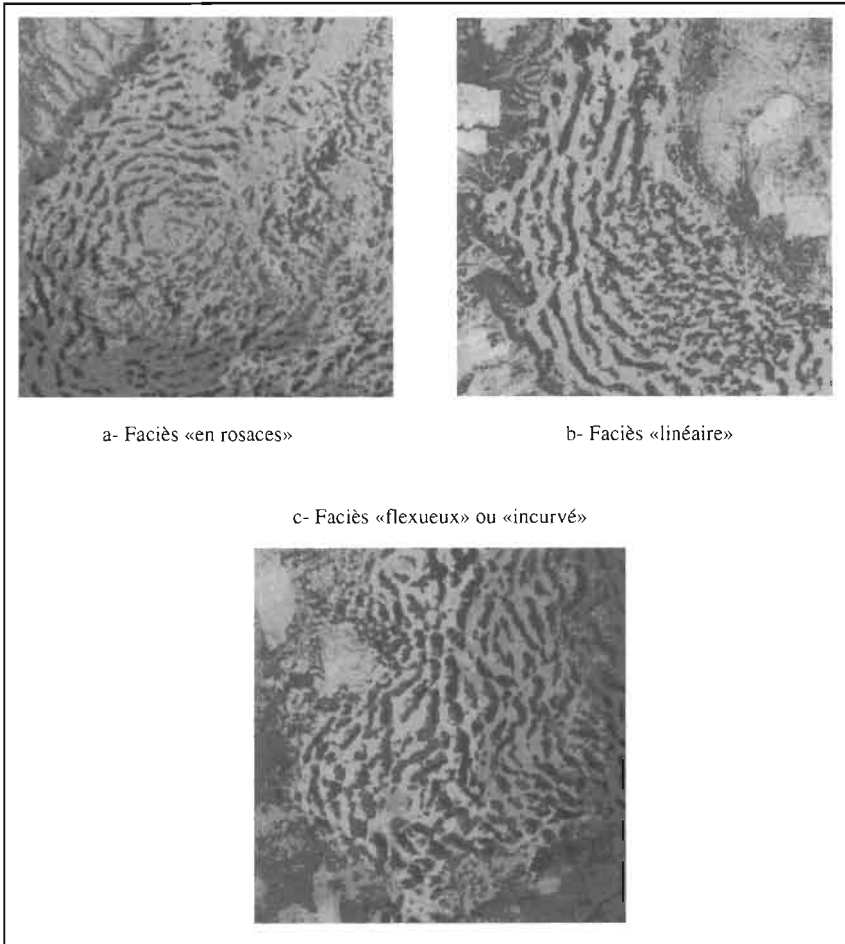


Figure 3. Variation du faciès «brousse tigrée» selon la topographie.

Etude d'un site de brousse tigrée

Le site d'étude retenu est celui de Goguezé Koara, village situé à environ 50 km au nord-est de Niamey, à la latitude de 13°37'. Sur le plateau, le faciès brousse tigrée typique est particulièrement bien exprimé : bandes très fortement contrastées, toujours plus longues que larges, disposées parallèlement à l'escarpement du plateau (Figure 4).

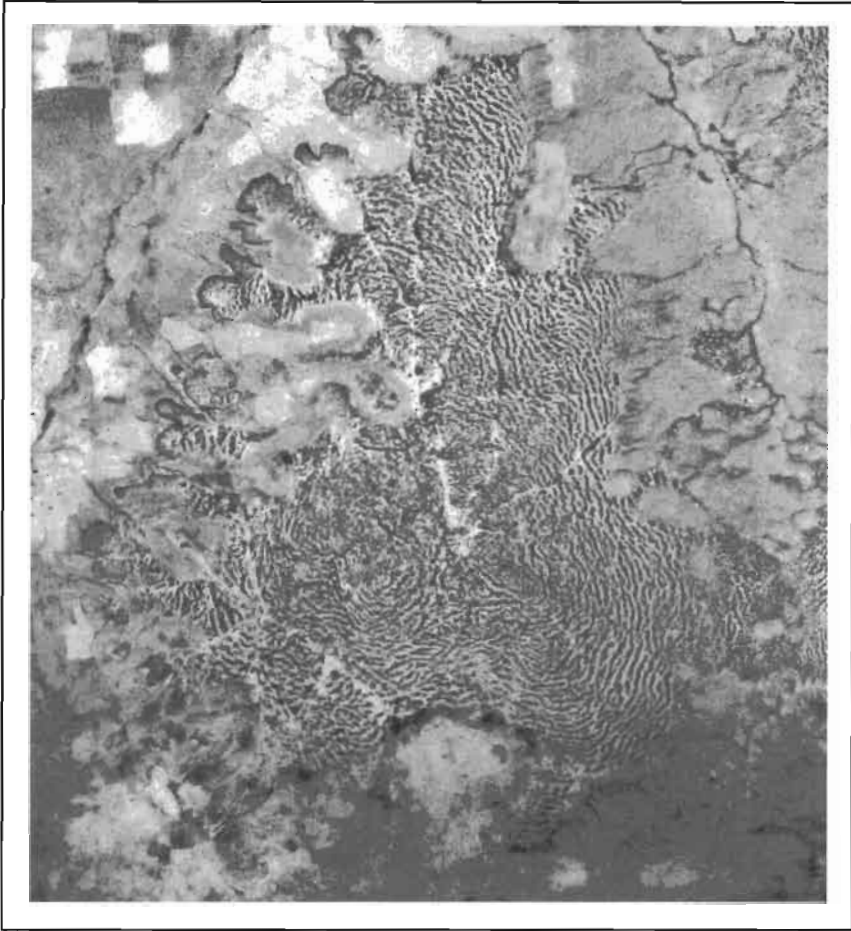


Figure 4. Brousse tigrée typique du site d'étude.

Organisation et caractéristiques des bandes

Vu au sol, ce dispositif paraît moins bien organisé et ne semble, à première vue, nullement lié à un type de modelé : les bandes nues constituent des sortes de très longs couloirs semblant serpenter au hasard et ne communiquant entre elles qu'à l'occasion de brèches ouvertes dans la bande boisée qui les sépare.

Des transects (Figure 5) effectués entre la bordure et la partie sommitale du plateau montrent que :

- les bandes sont disposées perpendiculairement à la pente générale ;
- la pente moyenne sur le transect est de l'ordre de 1 %, mais cette pente diminue régulièrement vers l'amont ;
- la coupe topographique est subdivisée en segments de moindre pente occupés par la végétation : ces segments sont la trace des bandes couvertes ; les segments à forte pente reliant ces paliers correspondent aux bandes nues.

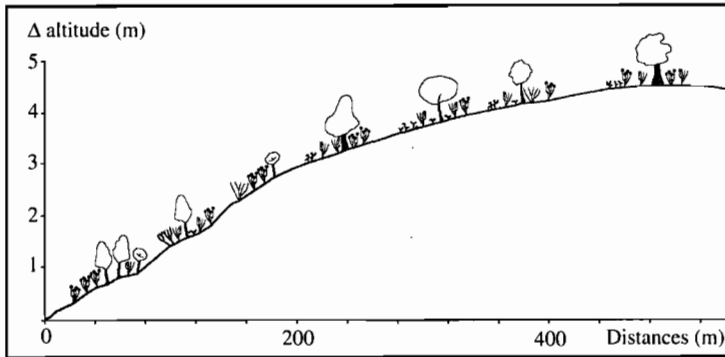


Figure 5. Transect à travers les bandes de brousse tigrée.

Le faciès brousse tigrée de Goguezé Koara est donc une répétition monotone, le long de la pente, de l'amont vers l'aval, de la séquence ordonnée suivante (Figure 6) : (1) une zone étroite, couverte surtout de végétation herbacée : la «frange herbacée» (FH) ; (2) une «zone boisée» (ZB) couverte d'une végétation ligneuse dense à port surtout buissonnant ; (3) une frange occupée par des souches d'arbustes morts, des branchages épars sur le sol : «frange à chicots» (FC) ; (4) une «zone nue» (ZN) généralement à plus forte pente que la zone boisée et la frange à chicots amont ; (5) une zone étroite formant une légère dépression à l'aval de la zone nue et où se déposent les sédiments transportés dans les eaux de ruissellement : la «frange de décantation» (FD).

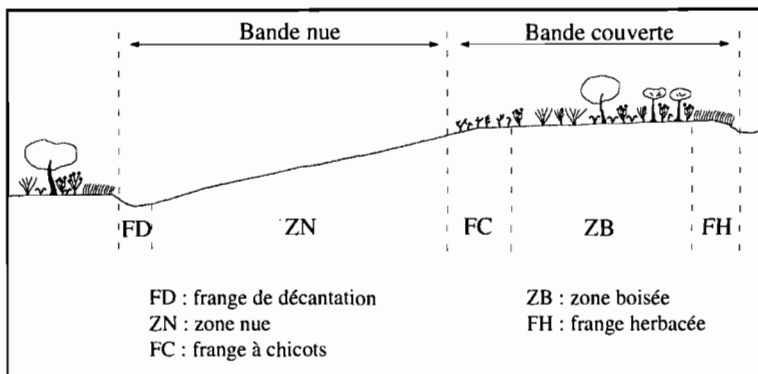


Figure 6. Séquence modale du faciès brousse tigrée.

Les bandes couvertes de végétation sont donc plus complexes qu'il n'y paraît au premier abord car, en plus de la bande occupée par la végétation ligneuse (ZB), elles comprennent, à l'amont de cette dernière, une frange occupée par les plantes herbacées (FH), et à l'aval, une zone de senescence des espèces ligneuses (FC). Quant aux bandes nues, elles sont constituées de la zone nue proprement dite (ZN) et de la frange de décantation (FD).

États de surface

Les états de surface dominants dans chacune des composantes de la séquence sont, selon la classification de Casenave et Valentin (1989) :

- *sur zone boisée* : sous couvert très dense, la surface du sol est recouverte d'une épaisse litière de saison sèche fortement transformée par les fourmis et surtout par les termites tel qu'attesté par le revêtement quasi continu de manchons de terre masquant de très nombreuses et larges galeries ; lorsque la litière est absente, le sol est densément colonisé par une croûte biotique (algues, mousses...) brune ou verdâtre selon le degré d'humidité ;
- *sur frange à chicots* : entre les buttes graveleuses sur lesquelles sont fichés les chicots, le sol est surtout recouvert d'une croûte structurale à trois microhorizons (ST3), la croûte d'érosion (ERO) n'apparaissant que sous forme de petites plages ; dans les chenaux d'écoulement naissants, on note le développement de la croûte de ruissellement (RUI) ;
- *sur zone nue* : en partie amont, le sol est largement recouvert d'une pellicule plasmique luisante, ou croûte d'érosion (ERO), à laquelle s'associent quelques plages de croûte gravillonnaire (GR) ; vers le milieu et la partie située en aval, la croûte gravillonnaire se généralise ;
- *sur frange de décantation* : le sol est recouvert d'une croûte de sédimentation, constituée de minces litages d'éléments alternativement grossiers et fins, surmontée par une croûte de décantation (DEC), grise, feuilletée, se recroquevillant avec la dessiccation ;
- *sur frange herbacée* : le sol est recouvert par une couche d'environ 5 cm d'épaisseur de sables grossiers meubles (EOL) surmontée, par endroits, d'une croûte biotique percée de galeries.

Si la bande nue, caractérisée par des états de surfaces fortement imperméables (ERO, GR, DEC), constitue un immense impluvium, la bande couverte aval en revanche, dont la surface, surtout en zone boisée, est criblée de larges galeries, constitue une véritable aire de collecte et d'infiltration de l'eau (Ouédraogo, 1992 ; Seghieri *et al.*, 1994).

Composition floristique des zones boisées

Les zones boisées sont essentiellement constituées par des espèces ligneuses. Sur la base d'observations de terrain, la zone boisée peut être subdivisée en : *une bordure amont*, nettement délimitée, à végétation très vigoureuse et luxuriante ; *une partie centrale*, à frondaison basse, généralement fermée ; *une bordure aval*, aux limites diffuses, à végétation prostrée et largement ouverte.

Les relevés ont été effectués selon la méthode d'analyse de l'ordre de succession des espèces le long d'une bande (Gounot, 1969 ; Schnell, 1971) à travers les bandes boisées. Cette méthode a consisté à disposer des bandes de 1 m de large à travers la zone boisée, et perpendiculairement à celle-ci, de manière à intercepter ses différentes parties constitutives ; chaque bande de relevé comporte des carrés de 1 m² sur lesquels la présence de chaque espèce est notée.

Sur la base du degré de présence des espèces (nombre de bandes de relevé ayant fourni l'espèce considérée rapporté au nombre total de bandes, en pourcentage), les espèces ligneuses peuvent être scindées en deux grands groupes (Tableau I) :

- les espèces toujours présentes, systématiquement observées sur toutes les bandes de relevé : *Gardenia sokotoensis*, *Guiera senegalensis*, *Croton zambesicus*, *Combretum micranthum* et *Acacia ataxacantha* ;
- les espèces occasionnellement présentes recensées sur seulement quelques bandes de relevé : *Combretum nigricans*, *Grewia flavescens*, *Acacia macrostachya*, *Boscia angustifolia*.

Tableau I. Distribution des espèces à travers une zone boisée de brousse tigrée.

Espèces	Degré de présence (%)	Fréquence relative (%)		
		Ensemble zone boisée	Bordure amont zone boisée	Bordure aval zone boisée
<i>Combretum micranthum</i>	100	54	33	84
<i>Gardenia sokotoensis</i>	100	35	54	0
<i>Guiera senegalensis</i>	100	12	40	0
<i>Croton zambesicus</i>	100	12	30	0
<i>Acacia ataxacantha</i>	100	11	6	20
<i>Combretum nigricans</i>	71	11	20	0
<i>Grewia flavescens</i>	57	10	0	26
<i>Acacia macrostachya</i>	28	4	20	0
<i>Boscia angustifolia</i>	14	4	0	10

L'étude de la fréquence relative des espèces (nombre de fois où l'espèce a été observée rapporté au nombre total de segments d'observation, en pourcentage) fait apparaître une localisation préférentielle très nette de celles-ci selon les bordures de la zone boisée :

- pour les espèces toujours présentes, on note, d'une part celles strictement inféodées aux bordures amont (*Gardenia sokotoensis*, *Guiera senegalensis*, *Croton zambesicus*) et d'autre part celles préférentiellement localisées en bordure aval où leur fréquence relative est plus élevée (*Combretum micranthum*, *Acacia ataxacantha*) ;
- pour les espèces occasionnellement présentes, *Combretum nigricans* et *Acacia macrostachya* ne s'établissent qu'en bordure amont de la zone boisée (mais le plus souvent très proche du centre du fourré), alors que *Grewia flavescens* et *Boscia angustifolia* ne sont relevées que sur la bordure aval.

Ce type de distribution traduit la présence d'espèces indicatrices de conditions écologiques spécifiques favorables à leur installation ou à leur maintien (Gounot, 1969 ; Aman Kadie, 1978).

En effet, les espèces de la bordure amont ont un développement végétatif très important et préfèrent les endroits ombragés (*Gardenia sokotoensis* toujours en sous-bois), ou bien éclairés (*Guiera senegalensis* toujours en front pionnier) ou frais (*Croton zambesicus*, *Combretum nigricans* et *Acacia macrostachya*) ; dans tous les cas, leur présence reste liée à des stations relativement bien alimentées en eau.

Quant aux espèces de la bordure aval, elles présentent une frondaison très réduite et sont liées à des stations moins bien alimentées en eau (fort développement de croûtes de ruissellement et d'érosion, nombreuses plages de termitières ruinées).

Sols

Morphologie et granulométrie

Les sols sont toujours d'épaisseur médiocre, ne dépassant pas 60 cm, les plus épais se rencontrant en zone couverte par les ligneux.

Les horizons différenciés varient peu : l'horizon de profondeur (BC), épais de 10 à 40 cm, est riche en argile et en graviers anguleux associés à des débris de grès friables ayant pour origine le substratum ; l'horizon A, unique en zone boisée et en frange à chicots, est ailleurs subdivisé en deux sous-horizons A11 et A12 ; si A11 est toujours caractérisé par une texture sableuse et une faible teneur en graviers (ce qui le rapproche de l'horizon A sous couvert ligneux), A12 est en revanche plus riche en argile et en graviers émoussés, ce qui traduirait une probable origine allochtone du matériau.

La couleur des sols ne varie qu'au niveau des horizons de surface : elle est d'autant plus panachée que les sols sont couverts ; d'autres caractéristiques, également fonction de l'activité biologique, accompagnent cette variation de couleur : structure, porosité, fréquence des conduits racinaires et des terriers, etc.

En définitive, les variations morphologiques et granulométriques des sols d'une séquence de brousse tigrée portent essentiellement sur les horizons de surface A, l'horizon de profondeur BC étant relativement invariant. Le passage de la bande couverte de végétation à la bande nue s'accompagne de l'amenuisement et de la compactation de l'horizon de surface sableux.

Caractéristiques chimiques

Tous les sols de la séquence de brousse tigrée sont acides et pauvres en bases. Le taux de matière organique, bien que généralement faible, est systématiquement plus élevé dans les horizons de surface des bandes couvertes que dans ceux des bandes nues.

Les variations des caractéristiques chimiques des sols de brousse tigrée affectent essentiellement les horizons de surface, lesquels sont étroitement contrôlés par la couverture végétale.

Comportement des sols à l'eau

Le comportement hydrique des sols de la séquence de brousse tigrée est totalement différent selon qu'ils sont couverts ou non de végétation.

Sous végétation, grâce à la très forte activité biologique qui induit une porosité considérable, l'eau s'infiltré très rapidement ; cependant, la très grande aptitude des horizons de surface de ces sols à se disperser dès qu'ils sont en contact avec l'eau, laisse présager de leur évolution à la suite de la disparition du couvert végétal.

Dans les zones nues, l'infiltration est très faible mais la phase argileuse est en revanche beaucoup plus stable à l'eau.

Dynamique de la brousse tigrée

Tous les auteurs s'accordent pour reconnaître le rôle prépondérant que joue l'aridité du climat sur la contraction de la végétation.

Au Niger occidental, c'est vers 700 mm de pluie que paraît commencer le phénomène de la contraction de la brousse avec l'apparition de taches claires dispersées, chacune correspondant à une zone nue. Avec la diminution des précipitations, ces plages, au départ circulaires, deviennent elliptiques puis ne tardent pas à fusionner (hypothèse de Clos-Arceuduc, 1956). Ainsi s'établit, vers 400 mm de pluie, le faciès de brousse tigrée typique. Une fois mis en place, le faciès de brousse tigrée évolue sous l'influence du climat et de l'homme.

Influence du climat

Tant que le climat ne varie pas, la brousse tigrée exprime un équilibre et se maintient ; en revanche, si le climat varie, la brousse se transforme.

Avec l'abaissement des précipitations, la fourniture d'eau devient insuffisante pour l'entretien de la végétation. Pour une bande boisée donnée, toutes les parties ne supportent pas la pénurie de la même façon : la partie amont de la bande continue d'être approvisionnée en eau par l'impluvium que constitue la bande nue adjacente et continue donc à prospérer ; en revanche, la végétation de la partie aval n'est plus alimentée en eau que par la seule pluie, dépérit et meurt donnant naissance à la frange à chicots ; suite à la reprise de l'érosion dans la frange à chicots en formation, les apports terrigènes s'accroissent, contribuant ainsi au développement de la frange herbacée de la bande aval.

Avec la poursuite de l'érosion, la frange à chicots se dénude, élargissant du même coup la bande nue aux dépens de la bande couverte de végétation. Une diminution des précipitations se traduirait donc par un rétrécissement des bandes couvertes de végétation. (Figure 7).

A ce stade, un rétablissement des précipitations normales aura pour principal effet la colonisation de la frange herbacée par des ligneux dont la germination serait favorisée par un meilleur approvisionnement en eau : la bande boisée s'élargirait donc à partir de la frange herbacée (Figure 8), amorçant ainsi une légère migration vers l'amont.

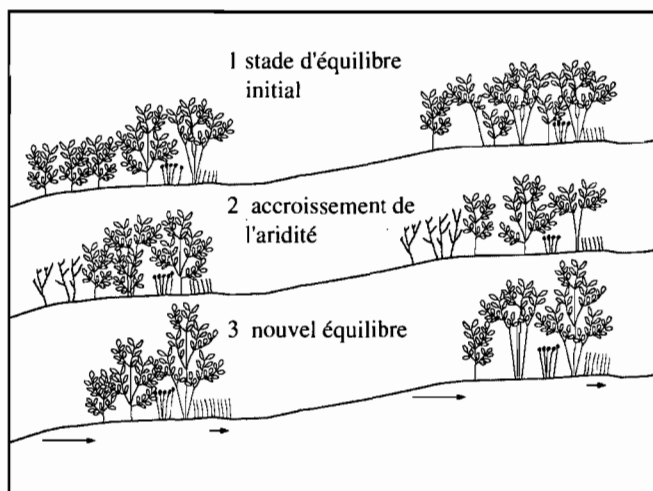


Figure 7. Influence d'un abaissement des précipitations sur l'évolution de la brousse tigrée.

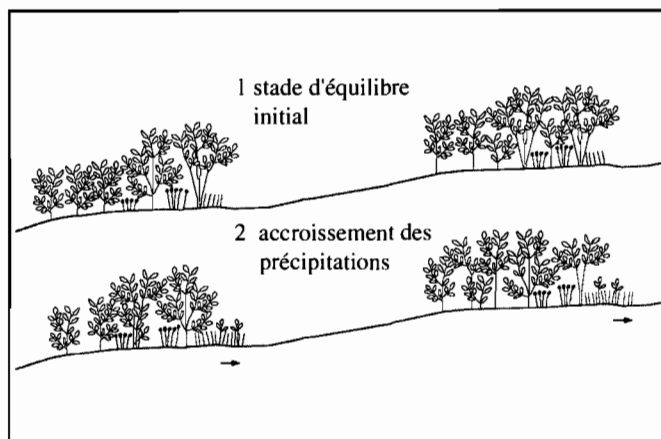


Figure 8. Influence d'un maintien des précipitations normales sur l'évolution de la brousse tigrée.

En définitive, les zones boisées réagiraient donc aux conditions du milieu comme tout organisme vivant :

- en période de disette, elles maigrissent, mais sans jamais disparaître tout à fait (à moins de conditions devenues totalement drastiques), puisque la bordure amont qui bénéficie de l'eau recueillie par la bande nue située plus haut reste prospère ;
- en période d'abondance, elles s'élargissent mais sans revenir à leur position initiale puisque cet engraissement ne concerne que la bordure amont.

La succession de périodes sèches et de périodes humides provoquerait ainsi le déplacement des bandes couvertes vers l'amont, déplacement déjà évoqué par Boudet (1972) et Bernd (1978), quantifié par Leprun (1992) dans le Gourma malien.

Dans les conditions du Niger occidental, la brousse tigrée constituerait donc la forme la plus élaborée d'organisation de la couverture végétale naturelle, car en parfait équilibre dynamique avec le climat.

Influence de l'homme

L'homme influence l'évolution de la brousse tigrée par le pâturage et le déboisement.

La brousse tigrée typique constitue un pâturage médiocre (cf. Achard, 1997) : tapis herbacé maigre limité à la frange herbacée, ligneux très peu appréciés et généralement secs 6 à 7 mois par an. Les effets du parcours par les animaux restent par conséquent encore très discrets mais l'accroissement continu du cheptel pourrait être à craindre dans l'avenir pour cet écosystème.

De plus, les zones à brousse tigrée sont très peu soumises aux feux et au défrichement pour la mise en culture ; la valeur agronomique très médiocre de ces sols semble d'ailleurs avoir favorisé leur préservation contre le défrichement. A l'avenir, malgré une saturation progressive de l'espace agricole, il conviendrait de maintenir une attitude prudente quant à la mise en culture car l'écosystème supporterait difficilement un tel traitement.

Le plus grave danger actuel pour la brousse tigrée résulte de l'exploitation pour le bois de feu pour l'approvisionnement des grands centres urbains. Lorsque la végétation d'une bande boisée est rasée, le sol auparavant très perméable car biologiquement actif, n'est plus protégé contre l'action des gouttes de pluie. Les agrégats se disloquent rapidement, les éléments fins se dispersent et colmatent la porosité : l'eau qui a ruisselé sur la zone nue amont arrive avec force et décape le sol d'autant plus facilement que la baisse de la porosité a diminué l'infiltration, d'où un excès d'eau qui va nourrir le ruissellement et l'érosion.

Une fois commencé, le processus s'auto-accélère jusqu'à conduire à la dégradation complète du sol : augmentation du taux de graviers due à une soustraction des matières fines, décapage et stérilisation de l'horizon de surface (Figure 9).

Contrairement aux conséquences des variations climatiques, les phénomènes sont donc ici irréversibles.

Conclusion

La péjoration des conditions climatiques au Sahel ces dernières décennies a obligé à mieux connaître les relations entre l'homme et son milieu en vue d'une gestion rationnelle des ressources naturelles. Cette étude d'un biotope à l'évidence particulièrement sensible du Niger Occidental, la brousse tigrée, s'inscrit dans cette perspective.

L'analyse des variations de la physionomie de la brousse tigrée fait apparaître une gradation de ce faciès selon la latitude. Cette différenciation de la brousse, reflétant en fait le gradient pluviométrique, a permis de proposer des hypothèses concernant l'évolution du

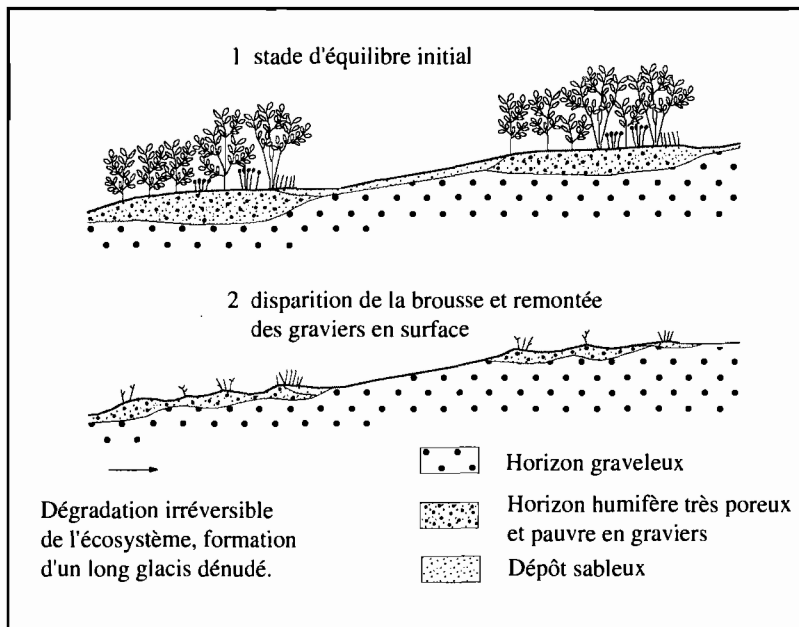


Figure 9. Conséquences des actions anthropiques sur l'évolution de la brousse tigrée.

biotope suite à une variation climatique allant vers une accentuation de la sécheresse ou un maintien des précipitations.

L'étude d'un site de brousse tigrée typique a permis de caractériser plus finement cet écosystème. Le plateau de brousse tigrée, parfois mollement ondulé, présente une pente moyenne très faible (environ 1 %) perpendiculairement à laquelle s'agencent les bandes alternativement nues et couvertes de végétation ; une coupe transversale de l'aval vers l'amont du plateau se présente sous forme d'une succession de paliers correspondant aux bandes couvertes reliés par des segments de plus forte pente, les bandes nues. L'étude de la végétation des bandes couvertes montre la zonation répétitive de l'amont vers l'aval : (1) une frange herbacée densément colonisée par des plantes annuelles et où l'on observe souvent de jeunes pousses d'arbustes, (2) une zone densément peuplée d'espèces arbustives, et (3) une frange à chicots, témoin de la dégradation de la végétation ligneuse en aval de la bande couverte. Sur le plan édaphique, malgré une relative uniformité de certaines caractéristiques des sols des zones boisées et des zones nues (faible épaisseur, richesse en graviers, pauvreté en éléments fertilisants), leurs horizons de surface et leurs états de surface sont totalement différents : compacts, imperméabilisés par une croûte d'érosion et à structure stable à l'eau dans les bandes nues, ils sont légers, très poreux et instables à l'eau sous couvert végétal. Tous ces caractères induisent une répartition inégale de l'eau à la surface du sol. Enfin, l'intégration de l'ensemble de ces connaissances a permis d'envisager les mécanismes évolutifs propres à la brousse tigrée sous l'action de deux facteurs déterminants : le climat et l'homme.

La sécheresse, même sévère, ne fait pas disparaître la brousse ; les bandes boisées s'amincissent sans jamais perdre leur potentialité de s'élargir à nouveau si les précipitations redeviennent convenables. En revanche quand l'homme agit d'une manière inconsidérée, il y a risque de disparition complète des bandes de végétation ; à ce stade, il n'y a plus de biotope et le processus est irréversible.

Toute intervention d'aménagement de ce milieu devrait donc être légère pour ne point créer un dysfonctionnement dans le système et devrait viser surtout l'amélioration de la vitesse de croissance et de la diversité des espèces constituant la couverture végétale naturelle. En revanche, lorsque l'écosystème brousse tigrée est dégradé au point qu'il constitue une menace grave d'érosion pour les terres en aval, le succès de toute opération de revégétalisation reposera incontestablement sur la reconstitution d'un système simulant le fonctionnement naturel de la brousse tigrée, c'est-à-dire une succession dans l'espace, perpendiculairement à la ligne de plus grande pente, de la séquence répétitive suivante : impluvium en amont, bande de végétation en aval.

Références

- Achard F., 1997. Pastoralisme et écosystèmes forestiers contractés du sud du Niger : ressources fourragères et impact du pâturage sur la forêt. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 15-24.
- Aman Kadie G., 1978. *Flore et végétation des adventices dans l'hévéaculture en Basse Côte d'Ivoire. Etude écologique : dynamique et structure*. Thèse, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- Ambouta J.M.K., 1984. *Contribution à l'édaphologie de la brousse tigrée de l'ouest nigérien*. Thèse de docteur ingénieur, Univ. Nancy I, France.
- Audry P. et Rossetti C., 1962. *Observations sur les sols et la végétation en Mauritanie du sud-est et sur la bordure adjacente du Mali*. FAO, Rome 24067/F/1.
- Bernd J., 1978. The problem of vegetation stripes in semi-arid africa. Geo-ecological research in western Niger. *Plant Res. and Develop.*, 1 : 37-50.
- Boudet G., 1972. Désertification de l'Afrique tropicale sèche. *Adansonia*, sér. 2, 12, 4 : 505-524.
- Boulet R., 1966. *Observations pédologiques dans le Tamesna oriental (Rép. du Niger). Relation sol-végétation*. ORSTOM éditions, Dakar, Sénégal.
- Casenave A. et Valentin C., 1989. *Les états de surface de la zone sahélienne*. ORSTOM éditions, Paris.
- Clos-Arceuduc M., 1956. Étude sur photographies aériennes d'une formation végétale sahélienne : la brousse tigrée. *Bulletin de l'IFAN*, série A, 7, 3 : 677-684.
- Dubois D., Icole M., Trichet J., 1978. Les formations ferrugineuses du Continental Terminal du bassin des Iullemeden (Niger occidental) : sédiments, transformations post-sédimentaires et cuirassements. *Trav. Doc. Géogr. Trop.*, CNRS, 33 : 361-379.
- Faure H. et Elouard P., 1967. Schéma des variations du niveau de l'Océan Atlantique sur la côte de l'ouest de l'Afrique depuis 40 000 ans. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 265 : 784-787.

- Gavaud M., 1977. *Les grands traits de la pédogenèse au Niger méridional*. Rapport général, ORSTOM éditions, Dakar-Hann, 76.
- Gounot M., 1969. *Méthode d'étude quantitative de la végétation*. Masson, Paris.
- Greigert J., 1954. Répartition stratigraphique des gisements de vertébrés dans le Crétacé du Niger. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 239 : 434-435.
- Greigert J., 1966. *Description des formations crétacées et tertiaires du Bassin des lullemeden (Afrique Occidentale)*. Mém. BRGM, Paris.
- Leprun J.C., 1992. Etude de quelques brousses tigrées sahéliennes : structure, dynamique, écologie. In : Le Floch E., Grouzis M., Cornet A., Bille J.C., eds. *L'aridité, une contrainte au développement*. ORSTOM éditions, coll. Didactiques, Paris : 221-244.
- Monod T. et Toupet C., 1961. Utilisation des terres de la région saharo-sahélienne. In : *Histoire de l'utilisation des terres des régions arides*. UNESCO, Paris : 263-277.
- Ouédraogo P., 1992. *Rôle des termitières dans la dynamique d'un faciès de brousse tigrée soudano-sahélienne : cas de la région de Bidi au nord Yatanga (Burkina-Faso)*. DEA, Univ. Paris VI, Paris.
- Schnell R., 1971. *Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux*. Gauthier-Villars, Paris.
- Seghieri J., Galle S., Rajot J.L., 1994. La brousse tigrée dans le sahel nigérien : étude de la cofluctuation du stock hydrique et de la végétation annuelle. In : *Journées hydrologiques de l'ORSTOM, 13-14 septembre 1994*. ORSTOM éditions, coll. Colloques et Séminaires, Paris, France.
- Servant M., 1973. *Séquences continentales et variations climatiques : évolution du bassin du Tchad au Cénozoïque supérieur*. Thèse, Univ. Paris VI, ORSTOM éditions, Paris.
- Thiéry J., d'Herbès J.M., Valentin, C., 1995. A model for simulating the genesis of banding patterns in Niger. *Journal of Ecology*, 83 : 497-507.
- White L.P., 1970. «Brousse tigrée» patterns in Southern Niger. *Journal of Ecology*, 58 : 549-553.

5

Les possibilités de classification des formations contractées à partir de la télédétection aérienne et satellitaire. Exemple dans l'ouest nigérien

B. MOUGENOT¹ et S. HAMANI²

¹ *ORSTOM, Niamey, Niger.*

² *Direction de l'Environnement, Niamey, Niger.*

Résumé

La perception des formations végétales contractées par télédétection, dépend de la taille et de la forme des structures au sol, et des résolutions spatiales et spectrales des capteurs utilisés. L'objectif du présent travail est de comparer les capacités des satellites à haute définition actuels (résolution de 10 à 80 m), et des données aériennes (photographie et vidéographie) appliquées aux plateaux de l'ouest nigérien. Un indice de végétation combinant les données satellitaires SPOT multispectrales et panchromatiques est proposé. Il représente le meilleur compromis entre résolution spatiale et résolution spectrale.

Une cartographie automatique des différentes formations contractées a été testée, à partir de la définition de fenêtres glissantes de 10 à 20 pixels de côté et des proportions de pixels en «sols nus» et en «végétation» caractéristiques de chaque type. Une validation au sol, réalisée par ailleurs sur 6 transects perpendiculaires à l'allongement des structures, a permis de proposer une relation entre indice de végétation et recouvrement. Un test effectué sur une zone de 25 km² montre qu'il est possible de réaliser aisément et de façon fiable une extension spatiale des résultats. La méthode proposée constitue pour les services forestiers nationaux, un outil de suivi et de gestion des aires de production de bois.

Présentation

Les formations végétales contractées sont bien mieux différenciées en vue aérienne qu'au sol. Les classifications typologiques s'appuient largement sur les organisations spatiales (Ambouta, 1984). Cependant, quantifier, sur photographies par exemple, les surfaces végétalisées et délimiter des types de formations, nécessite un travail fastidieux de reconnaissance et de cartographie avec des risques d'erreur importants. La présence de sol nu alternant avec la végétation offre un excellent contraste. Cette caractéristique permet d'appliquer des méthodes automatiques de reconnaissance à partir de photos aériennes préalablement scannées et surtout d'images satellitaires.

L'estimation des recouvrements en relation avec les caractéristiques locales de biomasse et de production, doit permettre de produire rapidement et à moindre coût des cartes de potentialités forestières. Nous montrerons que l'outil «télé-détection» actuel, malgré des limites dues à sa résolution spatiale, sera utilisable pour estimer ces potentialités au niveau régional, à partir de l'exemple de la brousse contractée des plateaux dans l'ouest du Niger.

Perception des structures contractées par télé-détection et résolution spatiale

Plutôt que de reprendre systématiquement les caractéristiques des données satellitaires largement décrites par ailleurs, nous nous attacherons aux problèmes spécifiques que posent cette approche pour la végétation contractée. Dans le domaine du visible au moyen infrarouge, nous comparerons les capacités des principaux satellites à haute résolution actuels : pixel (ou point élémentaire de l'image), égal à 80 m pour Landsat MSS, à 30 m pour Landsat TM, 20 m pour SPOT en multispectral (XS) et 10 m en panchromatique (P). SPOT 5 prévu pour l'an 2 000, ainsi que d'autres satellites, posséderont des résolutions de l'ordre de 5 m à 10 m. Il est également possible d'utiliser des photographies aériennes ou de la vidéographie dans le domaine panchromatique (visible) ou de l'infrarouge.

Les données acquises dans une bande spectrale simple (SPOT P, ou photographies aériennes panchromatiques) occasionnent souvent des confusions entre états de surface pour un même niveau de gris. Des bandes spectrales combinées entre elles permettent d'élaborer des indices spectraux spécifiques. Un indice de végétation sera proposé plus loin.

La résolution spatiale représente la taille du point élémentaire au sol perçu à la verticale du satellite. Comme la taille des éléments qui constituent l'état de surface du sol est plus fine que celle du pixel des satellites actuels, c'est la combinaison des états de surface qui influencera la réflectance (quantité de lumière solaire réfléchiée par la surface terrestre et reçue au niveau du satellite dans les différentes bandes spectrales).

Cet effet d'agrégation est représenté dans un exemple simplifié de bande boisée où sont schématisées les couronnes des arbres et arbustes sur un sol nu (Figure 1). En haut de cette figure, la bande est encore bien perçue en recouvrement et forme. Avec une taille de pixel 4 fois supérieure environ à la taille d'une couronne, les pixels mixtes, largement influencés par le signal du sol nu, entraînent un élargissement apparent de la bande et un lissage des variations de recouvrement. C'est le niveau stationnel, pour lequel on définira une relation

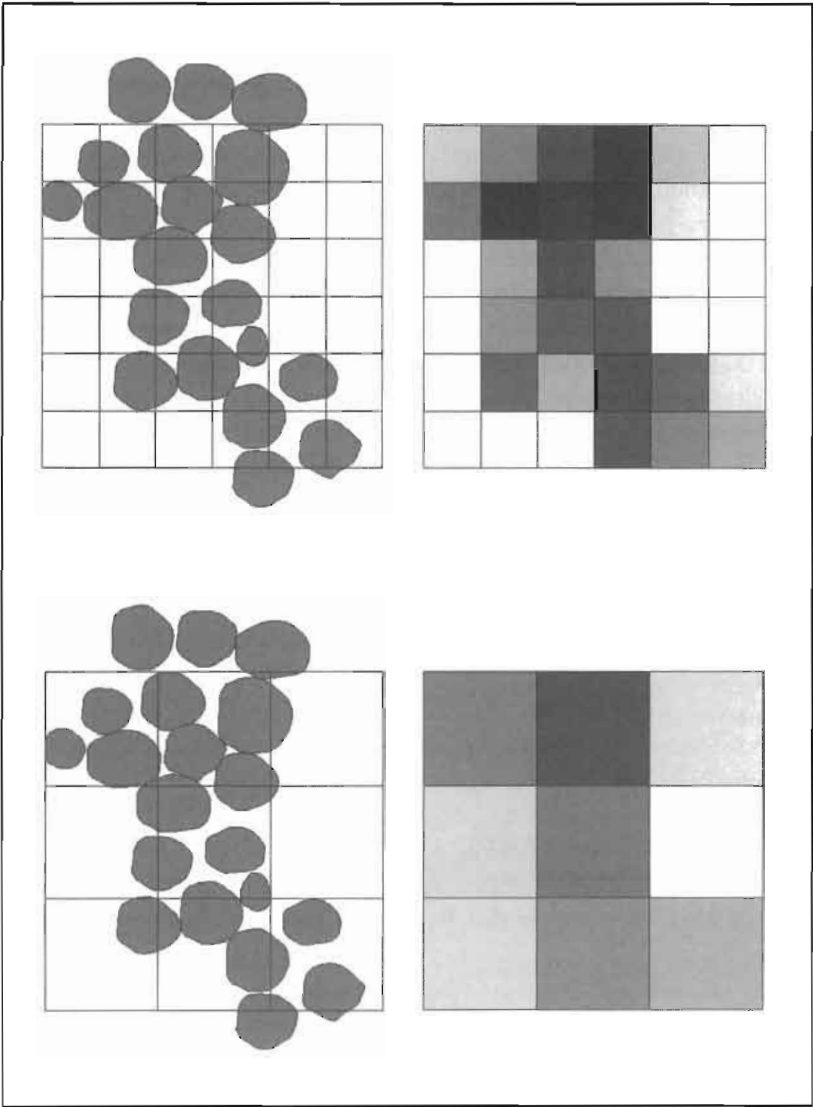


Figure 1. Influence de la taille du pixel sur la perception aérienne d'une bande boisée.

directe entre la réflectance de chaque pixel et les composantes de la surface du sol. L'erreur sur la localisation des pixels est d'environ 0,5. Il faudra un nombre suffisant de pixels pour obtenir des relations significatives (2 à 3 pixels de largeur le long d'un transect par exemple).

Au niveau local, une unité écologique correspond à une ou plusieurs structures de végétation contractée. Dans l'exemple d'un plateau couvert de brousse tigrée (Figure 2), le motif caractéristique de l'unité est défini par 3 ou 4 bandes plus ou moins continues et à peu près parallèles. La figure montre l'image, à différentes résolutions, de la structure à partir d'une représentation binaire de la végétation (en noir) et du sol nu. L'image en haut à gauche est issue d'une photographie aérienne. Elle indique de nombreux détails dans les bandes. Une résolution de 0,8 mètre permet de représenter pratiquement chaque arbuste. Avec un pixel de 5 mètres de côté, les arbustes isolés et les fins diverticules ne sont plus détectés, mais on conserve l'essentiel des formes, en particulier les ondulations des bandes formant des caps et des baies. La résolution du panchromatique SPOT (pixel = 10 m) ne conserve que la structuration en bandes, tout en restituant l'essentiel des grandes différences de largeur des bandes. A la résolution de 20 mètres, les bandes fines deviennent discontinues et on peut observer des fusions quand l'interbande de sol nu ne dépasse pas 20 à 30 mètres de largeur. Avec les données de Landsat TM, la structure n'est plus perçue, mais la composante végétation est encore bien dispersée. L'agrégation peut déterminer des organisations qui n'ont pas de lien avec la réalité au sol. Sur l'image avec un pixel de 80 mètres, la végétation n'apparaît plus qu'en taches avec de larges plages nues. A partir de 30 mètres de résolution, les pixels sont pour la plupart d'origine mixtes, avec un mélange sol nu et végétation.

En conclusion, dans l'exemple présenté, une résolution entre 10 et 20 mètres permet de restituer à la fois la localisation et la forme des structures de végétation contractée. Avec une résolution plus grossière, on estimera plutôt une proportion moyenne de végétation, ce qui est déjà une information capitale. C'est le cas avec les données Landsat TM utilisées pour la cartographie des zones forestières du projet Énergie II au Niger (SDAN, 1991).

Classification et typologie des brousses contractées par télédétection

Parmi les données satellitaires adaptées à la cartographie des structures contractées, les images SPOT panchromatiques (P) semblent donc les plus appropriées à une cartographie régionale. Des photographies aériennes numérisées peuvent être aussi utilisées. Cependant, des confusions peuvent se produire rapidement entre sol nu et végétation, parfois sur un même plateau (bande boisée et zone gravillonnaire par exemple). Le recours à des données multispectrales de type SPOT XS (résolution : 20 m), permet de différencier la végétation à l'aide d'indices spécifiques sans trop de confusions. L'indice de végétation normalisé (rapport des canaux Proche InfraRouge-Rouge / Proche InfraRouge+Rouge), augmente avec le taux de recouvrement du sol par la végétation active, mais sans réelle distinction des strates et de l'importance de la biomasse. Afin d'essayer d'améliorer la résolution spatiale de ces données, un indice de végétation combinant les données satellitaires SPOT multispectrales et panchromatiques, a été proposé : *IVpa* (Hamani, 1995). Il représente un compromis entre résolution spatiale et résolution spectrale. Dans cet indice de végétation,

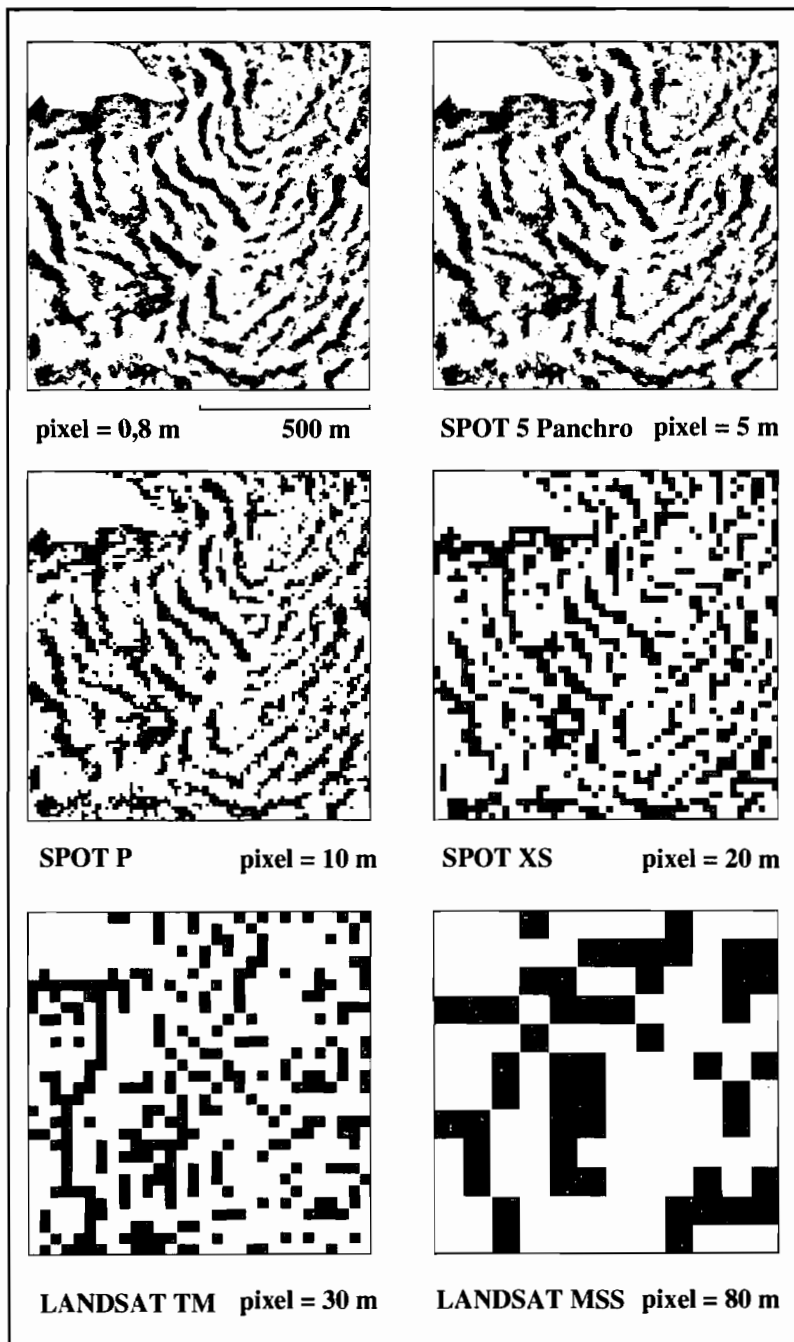


Figure 2. Influence de la taille du pixel sur la perception aérienne d'une structure de brousse tigrée.

la bande rouge est remplacée par la bande panchromatique, corrélée à cette dernière. Au préalable, les images XS (échantillonnées à 10 mètres) et P sont superposées à 0,5 pixel près. Chaque scène SPOT couvre une superficie d'au moins 3 600 km².

Les images satellitaires donnent une information en chaque point de l'espace. La typologie des brousses contractées est établie d'après une appréciation visuelle de leur organisation (Ambouta, 1984 ; 1997). Ces organisations peuvent être délimitées par des contours.

A chaque type de brousse contractée, et selon la latitude, correspond un fonctionnement et une production forestière potentielle. Le traitement d'une image en pixels ne permet pas d'obtenir le contour des unités. Pour y parvenir, une cartographie automatique de ces formations a été testée, à partir de la définition de fenêtres glissantes de 10 à 20 pixels de côté et des différentes proportions de sol nu et végétation pour chacun des types de brousse (Girard *et al.*, 1991 ; Delbaere, 1994). Le résultat est une classification typologique en plages continues (Figure 3). L'image centrale représente une simplification des bandes boisées, classées selon leur longueur, avec la composition des fenêtres-type pour chacune des structures. L'amélioration de cette méthode passe par une meilleure description numérique des bandes (longueur, largeur, espacement, connexions et orientations), et l'intégration de ces paramètres dans les algorithmes de classification.

La télédétection permet donc d'améliorer la qualité de la cartographie des formations forestières contractées. Les phases de contrôles sur le terrain demeurent cependant nécessaires. Elles doivent être adaptées à la fois à l'organisation de ces formations sur le terrain et aux objectifs d'utilisation. Il sera donc capital de définir pour les contrôles sur le terrain, à la fois les paramètres qui décrivent les états de surface (végétation et sol nu) pour interpréter les images satellitaires, et ceux liés au suivi de la production et à la gestion de la forêt. Les relations mises en évidence par Galle *et al.* (1997) et Ichaou et d'Herbès (1997) entre la structure, le fonctionnement et la production des formations contractées vont dans ce sens.

Exemple d'un plateau de brousse tigrée au nord-est de Niamey

Nous avons appliqué l'indice de végétation amélioré avec la bande panchromatique (*IVpa*) à un ensemble de plateaux de brousses contractées au nord-est de Niamey : site SALT (Savanes à Long Terme, PIGB) et HAPEX-Sahel (25x25 km², 13°30 N - 2°40 E ; scènes SPOT XS du 20/08/92 et P du 16/02/91).

Une validation au sol, réalisée sur 6 transects de 250 à 500 mètres de longueur (soit 5 bandes de végétation) perpendiculaires à l'allongement des structures, a permis d'établir une relation entre indice de végétation et recouvrement estimé visuellement (Figure 4). Ces relations, définies sur une bande située entre 12° et 14° de latitude nord ont été appliquées aux plateaux du site étudié, situé dans la partie centrale du transect (13°30 N). Cet indice a été seuillé en classes de recouvrement, dans lesquelles les ligneux bas sont très largement dominants (Figure 5, Tableau I). La corrélation et le résultat cartographique pourraient être largement améliorés, (1) en disposant d'images à dates plus proches, en période de végétation, (2) avec une meilleure estimation du recouvrement, à partir par exemple de photographies aériennes prises à basse altitude.

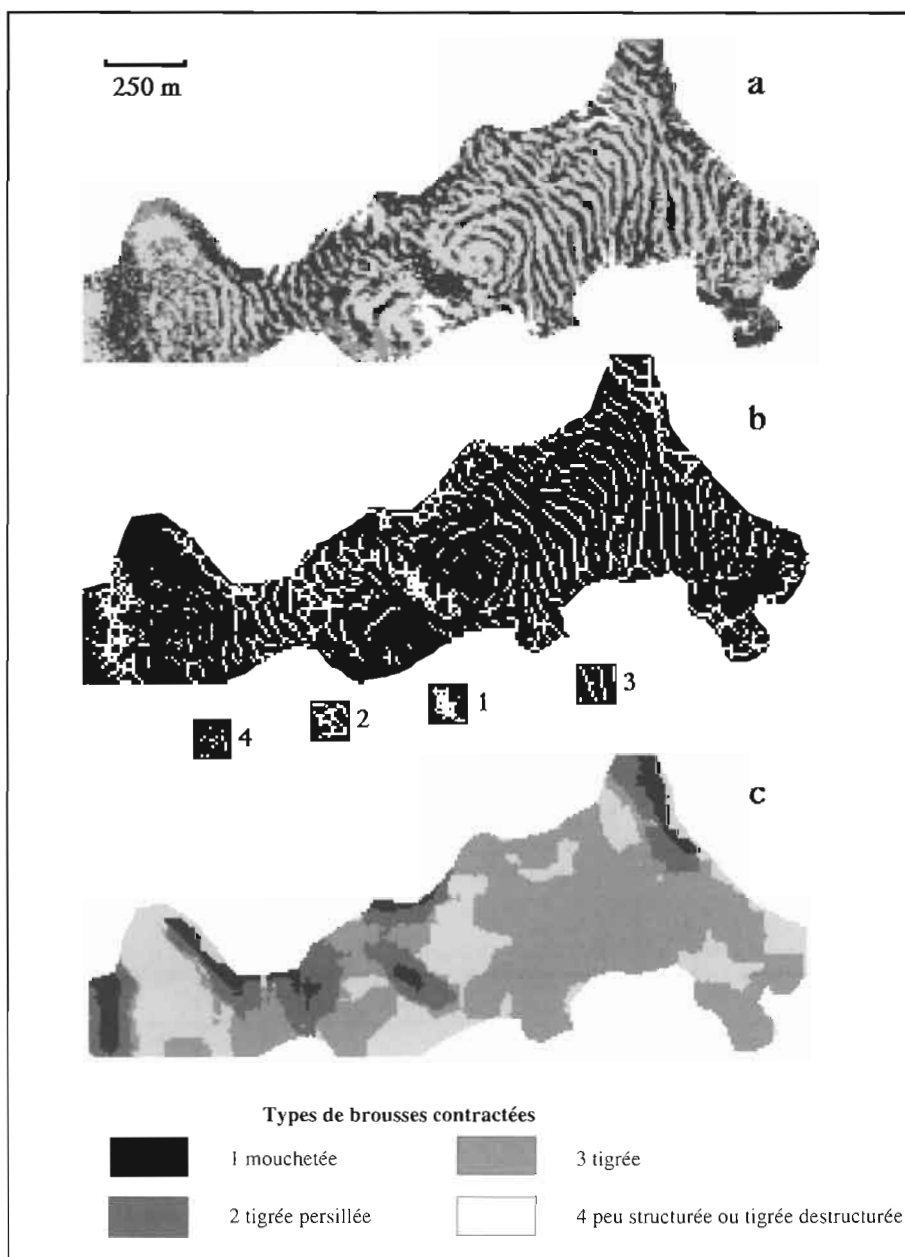


Figure 3. Classification typologique par multidensité d'un plateau de brousse contractée (nord-ouest du Niger), d'après une image panchromatique SPOT (pixel = 10 m).

- structure de la végétation sur l'image panchromatique SPOT : longueur des bandes, largeur des bandes/interbandes, orientation, points triples, recouvrement de sol nu.
- squelettes des structures végétales, classés selon leur longueur.
- classification typologique d'après la proportion sol nu/végétation.

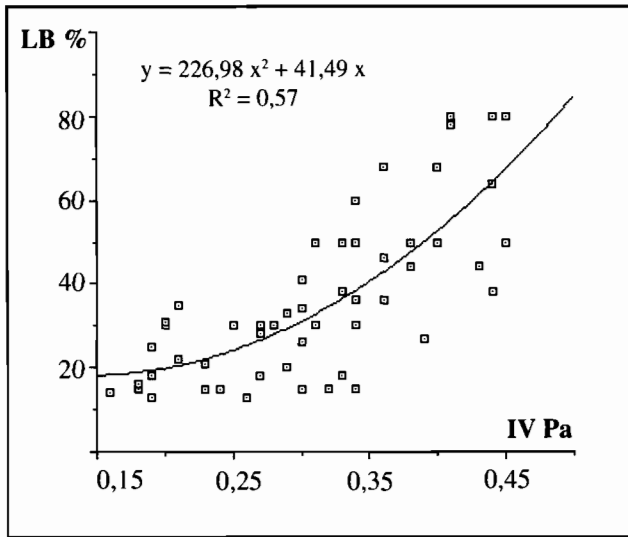


Figure 4. Relation entre Indice de Végétation amélioré avec le Panchromatique (IV Pa : PIR-P / PIR+P) et recouvrement >10% des ligneux bas (LB%).

Les applications à l'estimation des potentialités forestières ne peuvent se satisfaire d'un indice exprimant le seul recouvrement. Pour obtenir une relation entre recouvrement estimé par télédétection et biomasse, les études en cours montrent qu'il est nécessaire de réaliser des validations au sol pour chacun des grands types de brousse contractée (coupes échantillonnées le long de transects, par exemple. Cf. Ichaou et d'Herbès, 1997). Des relations similaires pourraient être établies pour déterminer le taux de tiges utiles en foresterie et réaliser des modèles prenant en compte le mode d'exploitation antérieur. Les résultats ne sont *a priori* valables que pour la région étudiée ou dans des situations écologiques similaires.

Tableau I. Classes de recouvrement et surface occupée par la végétation des plateaux du site de Banizoumbou (nord-est de Niamey, Niger).

classes de recouvrement	nb. de pixels	ha	% / plateaux
cl.1 : $0 < R\% \leq 20\%$	640 173	6 401,7	76,3 %
cl.2 : $20\% < R\% \leq 40\%$	107 167	1 071,7	12,8 %
cl.3 : $40\% < R\% \leq 60\%$	74 151	741,5	8,8 %
cl.4 : $R\% > 60\%$	17 121	171,2	2,1 %
total	838 612	8 386,1	100,0 %

Conclusion

Les données satellitaires haute résolution, comme celles des satellites SPOT, sont bien adaptées à l'évaluation de la végétation contractée, aussi bien au niveau de la bande végétale, que de l'organisation des bandes. Le multispectral SPOT, sans panchromatique,

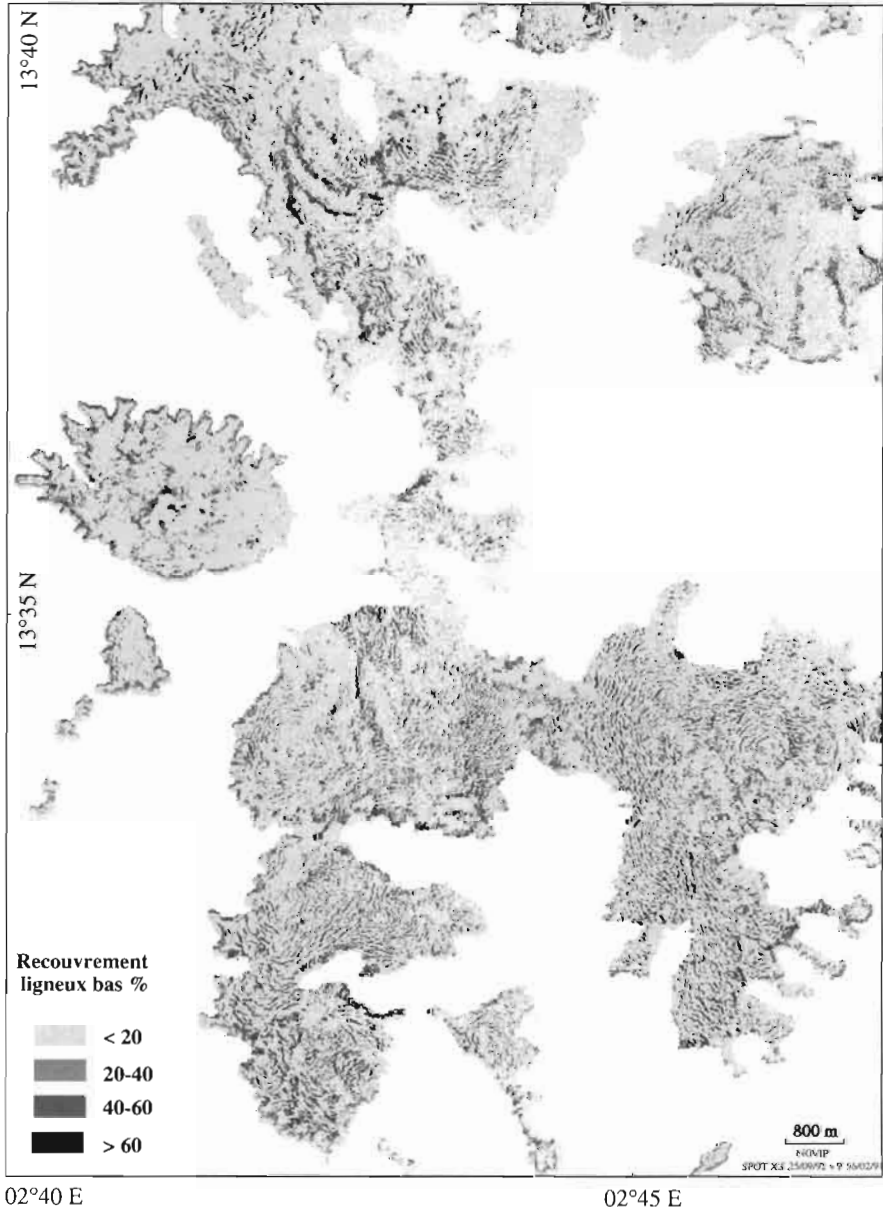


Figure 5. Spatiocarte du recouvrement de végétation sur les plateaux du site de Banizoumbou (nord-est de Niamey, Niger).

cas le plus fréquent, donne également de bons résultats. Quand la structure des formations forestières n'est plus directement détectée, on peut obtenir une spatiocarte en relation avec le recouvrement moyen par la végétation. L'estimation de la biomasse, et plus encore de la quantité de bois utile, avec un indice de végétation, est indirecte et nécessite une validation pour chaque type de végétation contractée. Ces relations ne seront pas transposables en dehors de la région d'étude sans contrôles sur le terrain. La classification typologique d'images satellitaires haute résolution permet de stratifier les formations forestières contractées en relation avec leur fonctionnement écologique. Ces procédures de classification ne sont pas totalement opérationnelles en mode automatique, elles peuvent cependant être validées par un contournage manuel des grandes unités.

Par rapport aux méthodes traditionnelles d'évaluation des potentialités forestières (photographies aériennes, terrain, cartographie), la télédétection apporte une information cartographique fiable et rapide au niveau régional. Elle constitue, pour les services forestiers nationaux, un outil de suivi et de gestion du milieu, adapté à l'évolution rapide des conditions environnementales au Sahel. Les résultats, quantitatifs, apportent un élément clé pour l'élaboration des stratégies d'exploitation.

Références

Ambouta J.M.K., 1984. *Contribution à l'édaphologie de la brousse tigrée de l'ouest nigérien*. Thèse Univ. Nancy I, France.

Ambouta J.M.K., 1997. Définition et caractérisation des structures de végétation contractée au Sahel : cas de la brousse tigrée de l'ouest nigérien. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 41-57.

Delbaere E., 1994. *Identification de la structure de écosystèmes forestiers contractés sahéliens par télédétection aérienne et satellitaire. Facteurs du milieu déterminant ces structures*. Rapport ISTOM, Paris ; ORSTOM, Niamey, Niger.

Girard M.C., Mougnot B., Ranaivoson A., 1991. Présentation d'un modèle d'organisation et d'analyse de la structure des informations spatialisées : OASIS. In : Pouget J., éd. *Caractérisation et suivi des milieux terrestres en régions arides et tropicales*. Colloques et Séminaires, ORSTOM éditions, Paris, France : 341-350.

Galle S., Seghieri J., Mounkaila H., 1997. Fonctionnement hydrologique et biologique à l'échelle locale. Cas d'une brousse tigrée au Niger. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 105-118.

Hamani S., 1995. *Contribution des données satellitaires haute résolution à l'évaluation des potentialités de la végétation contractée («brousse tigrée») des plateaux de l'ouest nigérien*. Mémoire DESS, GDTA, Ecole Nationale des Sciences Géographiques, Toulouse, France.

Ichaou A. et d'Herbès J.M., 1997. Productivité comparée des formations structurées et non structurées dans le sud-ouest nigérien. Conséquences pour la gestion forestière. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 119-130.

SDAN, 1991. *Schéma directeur d'approvisionnement en bois-énergie de Niamey*. Groupement SEED/CIRAD-Forêt, Niamey, Niger.

6

Contractions du couvert végétal et sécheresse. Exemples au nord-ouest du Burkina Faso

P. COUTERON

ENGRÉF, Montpellier, France.

Résumé

Cette étude traite de l'influence de la dernière période de sécheresse (1968-1985) sur la végétation soudano-sahélienne de la province du Yatenga (510 mm de pluviométrie moyenne annuelle entre 1985 et 1994), au nord du Burkina Faso. Deux unités de paysage, peu pâturées, sont considérées comme exemples : un cône d'épandage alluvial, couvert par des bosquets fragmentés, et un glacis portant une brousse tigrée.

Sur le cône d'épandage, la végétation a été analysée à partir d'un jeu diachronique de photographies aériennes (1955 et 1984). Une végétation de savane, avec une strate herbacée continue et des ligneux dispersés, s'est transformée en une mosaïque contrastée de boisements denses et de sols nus. Ces changements sont dus, à l'échelle du bassin-versant, à une augmentation des lames d'eau ruisselées.

Dans la brousse tigrée, les changements ont été étudiés à partir de données de terrain (comptages de ligneux morts et vivants). La mortalité liée à la sécheresse a touché principalement les arbres et les arbustes isolés entre les bandes de végétation. Celles-ci ont été peu touchées du fait de leur aptitude à capter une partie du ruissellement. Là encore, les contrastes ont augmenté.

Une telle augmentation des contrastes du couvert végétal a pu être identifiée à plusieurs échelles et semble être un des résultats les plus remarquables de la sécheresse. En contexte soudano-sahélien, les répartitions spatiales contractées, résultat des sécheresses passées, rendent la végétation plus résistante aux sécheresses à venir.

Introduction

Dans l'histoire récente de l'Afrique Occidentale semi-aride, une sécheresse débuta à la fin des années 1960 et connut un paroxysme au début des années 1980. L'ensemble a constitué une séquence plus ou moins continue de 20 années de précipitations médiocres, qui apparaît comme unique pour ce siècle (Morel, 1992).

L'influence de la sécheresse sur la végétation a fait l'objet de travaux en ce qui concerne les formations herbacées et les «steppes» sahéliennes (Breman et Cissé, 1977 ; Poupon, 1980 ; Grouzis, 1988), mais peu d'attention a été accordée aux formations ligneuses soudano-sahéliennes (savanes, fourrés), sur lesquelles la sécheresse du début des années 1980 a pourtant eu un impact considérable.

A l'instar de la plupart des végétations ligneuses de la zone tropicale semi-aride (Mabbutt et Fanning, 1987 ; Coughenour et Ellis, 1993), les formations soudano-sahéliennes présentent un très haut niveau de contraste, avec une forte imbrication entre la végétation et les sols nus. Comprendre les implications fonctionnelles et dynamiques de l'hétérogénéité spatiale est généralement considéré comme un enjeu important de l'analyse d'un couvert végétal (Greig-Smith, 1979 ; Forman et Godron, 1986 ; Turner, 1989). De plus, plusieurs études récentes ont démontré la force du lien entre structures et fonctionnement, en ce qui concerne les végétations tropicales semi-arides contractées (Cornet *et al.*, 1988 ; Coughenour et Ellis, 1993 ; Ludwig et Tongway, 1995) : la redistribution de la lame d'eau, par le biais du ruissellement, se fait des sols nus vers les surfaces végétalisées, si bien que les structures actuelles du couvert végétal peuvent être vues à la fois comme un résultat et un déterminant du fonctionnement hydrique d'ensemble. Cependant, il n'y a guère d'études analysant les modifications de la répartition spatiale d'une végétation du fait de variations climatiques. L'objectif de ce texte est de décrire l'influence d'une sécheresse exceptionnelle sur deux unités d'un paysage soudano-sahélien, l'une à grain relativement fin (brousse tigrée), composée de fourrés n'excédant pas 20 à 30 m de large ; l'autre à grain plus important (boisements fragmentés), dont les bosquets constitutifs s'étendent souvent sur plusieurs hectares.

Matériel et méthodes

Le site d'étude

Le site d'étude est centré sur le village de Banh (14°00 N, 2°30 W), à 45 km à vol d'oiseau de la ville principale de Ouahigouya. Le climat est tropical semi-aride, avec des températures moyennes annuelles de 29-30°C et une évapotranspiration potentielle (Penman) d'environ 2 100 mm/an.

Les précipitations moyennes sont, au vu des données disponibles (entre 1985 et 1994), de 510 mm/an, réparties au cours d'une saison des pluies de 3-4 mois (de juin à septembre). Un certain recul historique sur la variabilité des précipitations peut être obtenu à partir de la série pluviométrique de Ouahigouya qui débute en 1922 (Figure 1). La période sèche

observée entre 1968 et 1985 est sans doute la plus marquée de ce siècle ; elle fut particulièrement drastique au début des années 1980. Une légère augmentation des précipitations a débuté en 1986 et s'est confirmée à partir de 1991.

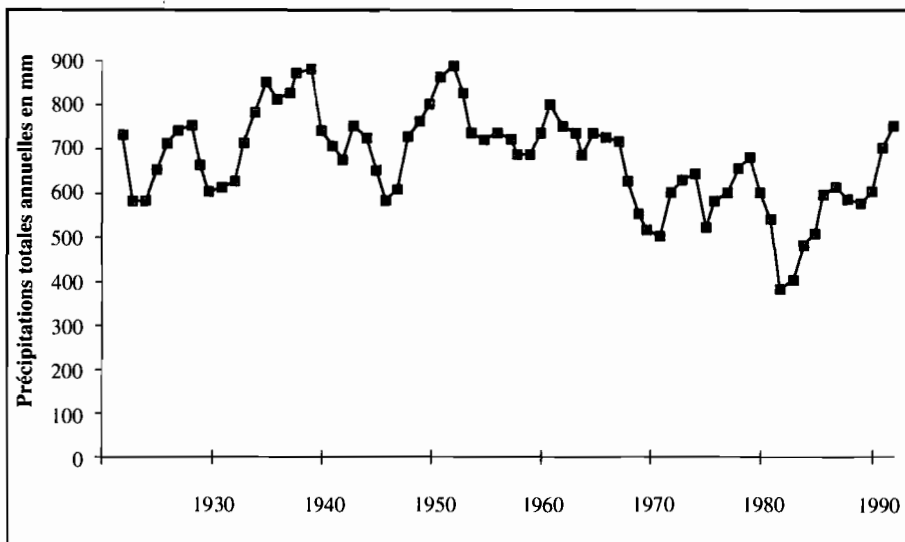


Figure 1. Précipitations totales annuelles à Ouahigouya (13°35 N, 2°20 W) entre 1922 et 1994 (lissage par une moyenne mobile sur trois ans). La médiane de la série est de 710 mm entre 1922 et 1968 et de 520 mm entre 1969 et 1985.

Le site d'étude chevauche une limite géologique majeure entre l'ancien socle précambrien du «massif Mossi» (granites et schistes), et des pénéplaines au substratum constitué de dépôts continentaux (grès). Les cours d'eau saisonniers coulant du massif Mossi vers les plaines ont constitué une série de cônes alluviaux, marqués par l'épandage des eaux et parfois imbriqués entre eux. Ces cônes correspondent à un réseau complexe de bras-morts, bourrelets alluviaux et chenaux, qui a été créé, au cours du temps, par les divagations des chenaux fonctionnels. Dans toutes les situations géologiques, les sols sont généralement peu développés sur une cuirasse/carapace plus ou moins fragmentée ou reconsolidée.

La flore relève du «centre soudanien d'endémisme» (au sens de White, 1983). Elle est dominée par des buissons, des petits arbres multicaules et des plantes herbacées annuelles. A la différence des savanes soudaniennes plus méridionales, les herbacées pérennes sont rares (notamment les grandes graminées).

Cette rareté a plusieurs conséquences :

- le couvert herbacé doit se reconstituer tous les ans à partir de graines et est très dépendant du régime de précipitations de l'année ;
- les bergers ne peuvent utiliser le feu pour provoquer une repousse de saison sèche comme ils le font plus au sud. Il est donc raisonnable de penser qu'il n'y a pas eu de grand feu au cours de ce siècle. (Cela est confirmé par l'analyse de la flore ligneuse, dominée par des espèces craignant le feu.)

Historiquement, la région a été dominée par des éleveurs Peul avec, pour conséquence actuelle, une prédominance des activités pastorales et de faibles densités humaines (moins de 10 habitants/km²). Des secteurs très peuplés sont néanmoins situés à son voisinage immédiat (plus de 50 habitants/km²). Du fait des faibles charges humaines et animales et de l'absence de feu, les sécheresses peuvent être vues comme les principales perturbations affectant les végétations étudiées.

Même en l'absence d'importantes perturbations anthropiques, la végétation soudano-sahélienne présente une très forte hétérogénéité spatiale, avec une mosaïque de sols nus, de plages herbacées et de fourrés ou bosquets ligneux. Certaines physionomies sont particulièrement remarquables, ainsi la «brousse tigrée», qui a été observée dans plusieurs régions de la zone tropicale sèche (Boaler et Hodge, 1964 ; White, 1970 ; Montaña *et al.*, 1990 ; Ludwig et Tongway, 1995). Néanmoins, il est bon de souligner qu'au Nord-Yatenga, plusieurs autres formations végétales revêtent une extension spatiale supérieure à celle de la brousse tigrée, comme des savanes tachetées ou des bosquets fragmentés. De plus, on y observe une forte relation entre les formations végétales et la géomorphologie : les savanes tachetées sont particulièrement étendues dans les plaines ; elles sont entrecoupées par des bosquets fragmentés qui dominent sur les cônes alluviaux. A l'inverse, les brousses tigrées ne sont présentes que sur certains glacis à faible pente, qui descendent du massif Mossi vers les plaines.

Méthodes

Analyse des photographies aériennes

La comparaison est faite entre des photographies panchromatiques au 1/50 000^e de décembre 1955 (dans une période de fortes précipitations, Figure 1), avec leurs homologues de novembre 1984 (à la fin de l'année la plus sèche observée). Ces photographies ont donc été prises à peu près au même moment du cycle annuel, ce qui autorise la comparaison des couverts végétaux. Les photographies sont scannées à une résolution de 160 points par pouce (160 DPI), en utilisant un scanner de bureau (HP Scanjet IIc). Cette résolution correspond à des pixels d'environ 8 m sur le terrain, qui permettent d'identifier les grands arbres dispersés ; en revanche, des arbustes ou des buissons isolés ne sont pas identifiés. Seule la partie centrale des photographies est utilisée de façon à avoir des niveaux de gris cohérents dans la fenêtre étudiée. Les thèmes de base du couvert (sols nus, herbacés, ligneux) sont discriminés par simple seuillage, les seuils étant fixés par essais et erreurs.

La distribution des classes de surface des «taches» (*patches*) de végétation est utilisée pour caractériser les structures spatiales du couvert. Les «taches» ont été identifiées comme tout ensemble de pixels connexes relevant d'un même thème de base (la connexité par les angles est acceptée ; le traitement informatique a été fait grâce à la procédure «Group» du logiciel Idrisi (Eastman, 1992).

Les résultats présentés ci-après correspondent à une zone d'environ 1 500 ha, située dans le plus grand cône d'épandage du site d'étude.

Analyse des peuplements dans la brousse tigrée

Dans ce type de formations, les photographies aériennes, quoiqu'utiles, ne sont pas suffisamment précises pour caractériser les changements ; aussi, l'analyse se base principalement sur des données de terrain. Une parcelle de 15,4 ha (320 m x 480 m) a été délimitée et divisée en quadrats de 10 m x 10 m, les 32 «lignes» du quadrillage étant approximativement parallèles aux bandes. Tous les individus vivants d'une hauteur supérieure à 1,5 m ont été comptés dans les quadrats. Une proportion importante d'individus ligneux sont morts au début des années 1980 (selon les dires des habitants), et nombre d'entre eux sont encore observables actuellement. Ils ont également fait l'objet d'un comptage.

Résultats

Cônes d'épandage

Changements entre 1955 et 1984

En 1955, les cônes d'épandage étaient dominés par une végétation de type savane, constituée d'une strate herbacée continue et d'arbres et arbustes dispersés ; de petits bosquets ligneux («taches») parsemaient la savane, la surface du plus grand d'entre eux n'étant que de 17 ha. Même la galerie forestière, le long du seul cours d'eau fonctionnel observable dans la fenêtre étudiée, était mince et fragmentée (Figure 2a).

Les ligneux couvraient 22% de la surface totale, chiffre incluant les grands arbres ou les petits bosquets dispersés dans la savane. Le couvert herbacé représentait 72% de la surface totale et était fortement connexe. Les sols nus étaient rares (6% de la surface) et localisés en bordure des cours d'eau («chanfreins» de raccordement).

Des changements notables sont apparus au cours des trois décennies suivantes, le plus remarquable étant la régression de la végétation herbacée. En 1984, celle-ci ne couvre plus que 5% de la surface totale, principalement situés autour ou à l'intérieur des «taches» ligneuses. La principale conséquence de cette régression a été une extension massive des sols nus, qui couvrent 55% de la surface. Cependant, le couvert de la végétation ligneuse s'est aussi accru dans l'intervalle jusqu'à représenter 40% de la surface. Cette extension s'est aussi accompagnée de changements importants en ce qui concerne la taille et le nombre de «taches». Les petites «taches» sont devenues moins nombreuses du fait de la mort des arbres ou des petits bouquets isolés dans la savane (la plupart de ces arbres morts peut encore être observée aujourd'hui et comptée sur le terrain). De plus, les bouquets proches des bosquets ont souvent été absorbés par la croissance de ces derniers. Le nombre de «taches» de taille intermédiaire a aussi diminué, car beaucoup de celles-ci se sont fusionnées pour former un grand ensemble boisé, au centre de la Figure 2b. La forêt riveraine s'est, elle aussi, densifiée et élargie, jusqu'à former une galerie presque continue ; plusieurs jonctions sont aussi apparues avec le grand ensemble boisé. En conséquence, la végétation ligneuse a acquis un haut niveau de connexité, avec 73% de sa superficie (soit 500 ha) d'un seul tenant. Au milieu des années 1980, une structure contrastée, associant de grands bosquets denses et des sols nus, a donc fini par remplacer une savane relativement plus homogène.

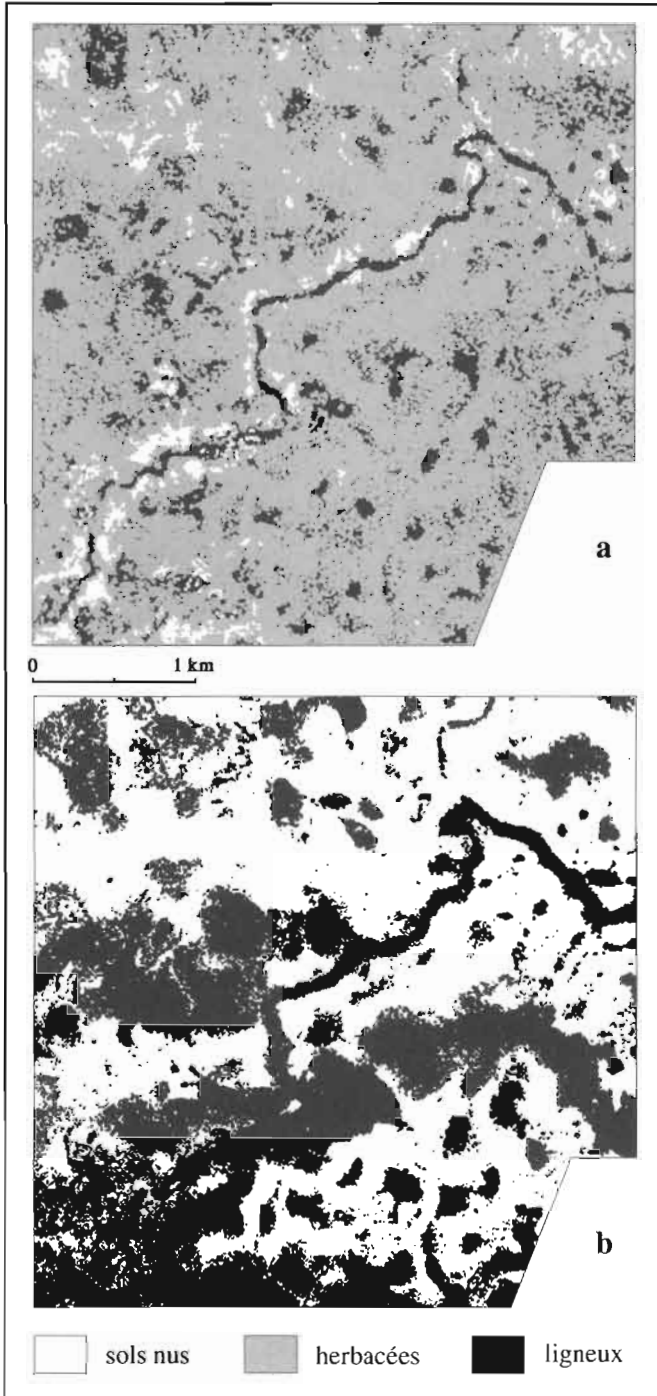


Figure 2. Comparaison du couvert végétal entre 1955 (a) et 1984 (b) dans un cône d'épandage.

Interprétation des changements

Les évolutions décrites précédemment - et, en particulier, l'extension du couvert ligneux -, peuvent être expliquées par les effets du ruissellement, agissant à deux échelles différentes. Le processus principal agit à l'échelle du bassin-versant qui, dans le cas étudié, couvre environ 700 km². A cette échelle, l'influence de la sécheresse s'est faite sentir de façon directe et indirecte. Les conséquences directes résultent de la régression d'ensemble du couvert herbacé, qui fait place à des sols nus encroûtés et peu perméables. Les lames d'eau ruisselées, recueillies au niveau du cône d'épandage, ont vraisemblablement augmenté, en dépit des faibles précipitations. Une influence indirecte s'est aussi faite sentir par le biais des activités humaines, du fait des défrichements agricoles, qui ont eu lieu dans la partie la plus éloignée du bassin-versant : durant les périodes sèches, les paysans étendent leurs champs pour tenter d'assurer une récolte minimale (Dupré et Guillaud, 1988). Ces défrichements ont, eux aussi, contribué à une augmentation du ruissellement. Dans l'ensemble, l'inondation dans les cônes d'épandage a gagné en puissance, et de nouveaux points de débordement sont apparus le long des chenaux encore fonctionnels. A ces endroits, actuellement soumis à l'inondation, de jeunes individus ligneux ont pu s'installer et se développer. Les espèces impliquées sont principalement *Acacia seyal* Del., mais aussi *Guiera senegalensis* J.F. Gmel. et *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst ; une espèce suffrutescente (*Bergia suffruticosa* Del. Fenz.) s'est aussi considérablement étendue dans les endroits inondés.

Le deuxième processus sous-jacent correspond à la redistribution de l'eau, en fonction de caractéristiques topographiques et pédologiques locales. Sur les anciens bourrelets alluviaux, la végétation est totalement dépendante des précipitations ; à l'inverse, les anciens chenaux peuvent recueillir l'eau ruisselant des bourrelets durant les fortes averses. De plus, les bourrelets présentent des sols avec un horizon argilo-sableux, qui pénalise la végétation durant les années sèches. La végétation dispersée sur les bourrelets a disparu alors que les bosquets des anciens chenaux ont profité de l'eau ruisselant de ces nouveaux impluviums, et se sont étendus sur leurs marges.

Brousse tigrée

Au nord-Yatenga, la brousse tigrée est dominée par *Combretum micranthum* G. Don, un arbuste d'environ 3 m de haut qui représente à peu près 60% de la surface terrière totale. L'autre espèce dominante (30% de la surface terrière totale) est *Pterocarpus lucens* Lepr., un petit arbre, souvent multicaule, de 4 à 5 m (Couteron *et al.*, 1992). Dans la parcelle étudiée, les densités actuelles des deux espèces sont respectivement de 494 et 71 individus par hectare. Pour les individus morts, on trouve des densités respectives de 231 et 20 individus/ha. Une première analyse des répartitions spatiales a été faite à partir des effectifs moyens obtenus sur les lignes de la parcelle (approximativement parallèles aux bandes de végétation). Dans cette logique, l'effectif moyen de *C. micranthum* indique la position des bandes (Figure 3).

Pour les deux espèces, les ratios de mortalité sont très élevés entre les bandes de végétation ; cela est particulièrement net dans la partie amont de la parcelle, là où les lignes du quadrillage ont une orientation très proche de celle des bandes. A titre de confirmation,

une cartographie des bandes a été réalisée en retenant les quadrats ayant une densité en *C. micranthum* supérieure à 500 individus par hectare (ce seuil donne une carte des bandes, très comparable avec les photographies aériennes basse-altitude, prises en octobre 1994). Sur cette base, les densités à l'intérieur et à l'extérieur des bandes ont pu être calculées (Tableaux I et II).

Tableau I. Densités de *Combretum micranthum* selon la structure d'ensemble.

	A l'intérieur des bandes	A l'extérieur des bandes
Individus morts	118,1/ha	268,4/ha
Individus vivants	1 013,4/ha	180,3/ha

Tableau II. Densités de *Pterocarpus lucens* selon la structure d'ensemble.

	A l'intérieur des bandes	A l'extérieur des bandes
Individus morts	13,6/ha	28,0/ha
Individus vivants	89,3/ha	57,2/ha

Pour *C. micranthum*, 67,3% des individus morts sont situés à l'extérieur des bandes, contre 73,9% pour *P. lucens*. Pour les deux espèces, la mortalité a principalement touché des individus isolés, hors des bandes de végétation. Celles-ci n'ont été que peu affectées, de par leur aptitude à capter le ruissellement provenant des inter-bandes peu couvertes. Néanmoins, 47% de la population actuelle de *P. lucens* subsiste en dehors des bandes, ce qui dénote une dépendance relativement limitée par rapport à la structure d'ensemble, constituée principalement par *C. micranthum*. (Cela avait déjà été mis en évidence sur un autre site, localisé un peu plus au sud ; Couteron *et al.*, 1996.)

Discussion

Les résultats des deux études de cas démontrent que la répartition spatiale du couvert végétal peut être significativement modifiée par une sécheresse. Quelle que soit l'échelle considérée, le processus sous-jacent est la redistribution d'une lame d'eau ruisselée au travers d'un paysage végétal. Sous des précipitations « normales » (de l'ordre de 500 mm/an), la ressource en eau est suffisante pour le maintien d'un couvert végétal continu, avec une grande extension des herbacées annuelles. Avec de « faibles » précipitations (moins de 300 mm/an), cette végétation herbacée annuelle ne peut pas développer un couvert continu sur des sols à forte teneur en éléments fins, si ce n'est en bénéficiant d'un ruissellement significatif provenant de sols nus. Dans le cas contraire, le couvert herbacé est rare, et même les ligneux sont susceptibles de mourir au cours d'une année très sèche (avec moins de

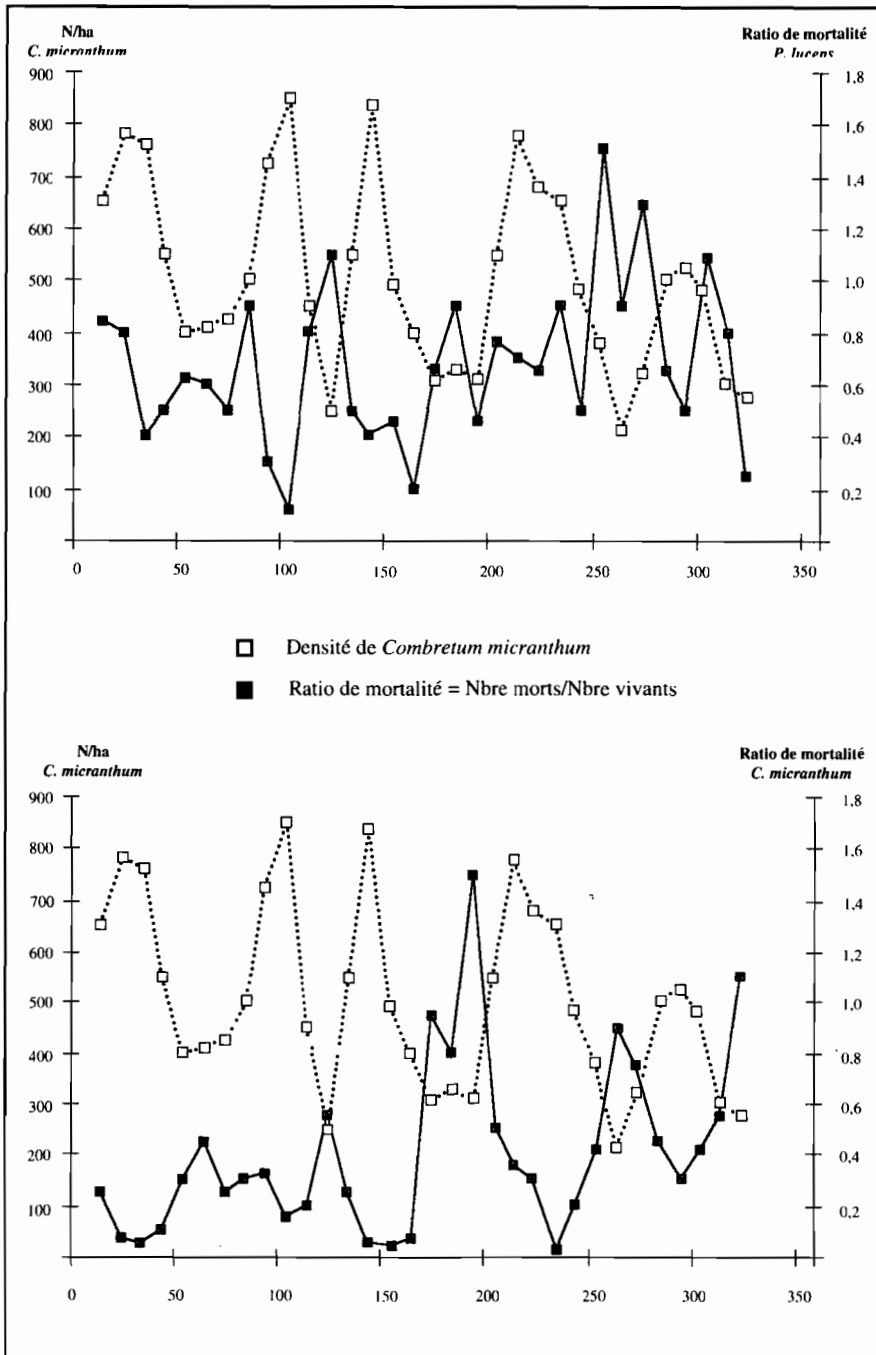


Figure 3. Densités moyennes de *Combretum micranthum* et ratio de mortalité des deux espèces dominantes (*Pterocarpus lucens* et *C. micranthum*).

Les valeurs sont calculées pour chacune des 32 lignes de la parcelle (à peu près parallèles aux bandes de végétation), en prenant en compte 48 quadrats de 100 m² par ligne.

200 mm de pluie), comme cela s'est produit au début des années 1980. Néanmoins, les endroits susceptibles de recueillir le ruissellement souffrent moins de la sécheresse et, dans certains cas, une période sèche peut même signifier un apport d'eau supérieur à l'ordinaire, dès lors qu'un impluvium est apparu en amont. Dans ces situations, de jeunes arbres ou arbustes peuvent apparaître et se développer. Ce schéma général illustre combien le couvert végétal est étroitement lié aux flux hydriques dans les paysages semi-arides.

Une étroite relation de ce type a déjà été décrite ou supposée par plusieurs auteurs en ce qui concerne les brousses tigrées (Cornet *et al.*, 1988 ; Ludwig et Tongway, 1995). Néanmoins, au nord-Yatenga, cette relation est plus générale, puisqu'elle peut être mise en évidence dans plusieurs unités de paysage ; elle ne semble cependant pleinement fonctionnelle que durant des périodes de sécheresse. Au cours de périodes bien arrosées - la dernière en date ayant eu lieu dans les années 1950 -, des individus isolés ont pu s'établir en dehors des fourrés ou des bosquets, donnant une structure d'ensemble moins contrastée. Cependant, durant des années très sèches (comme 1983-1984), une grande partie d'entre eux sont morts et la végétation s'est organisée selon un patron de répartition plus contrasté. Tout se passe donc comme si la relation entre structure et fonctionnement avait été renforcée par la sécheresse.

Au nord-Yatenga, en l'absence d'un épisode exceptionnellement sec, la végétation serait sans doute moins contrastée et contractée qu'elle ne l'est actuellement. Cela nous amène à la conclusion que, sous des précipitations moyennes relativement fortes (de l'ordre de 500 mm/an), les contrastes du couvert végétal sont façonnés par un petit nombre d'années extrêmement sèches (*extreme events* au sens de Zedler, 1981). Une fois établi, un couvert contrasté est hautement persistant, du fait de la difficulté pour la végétation, ligneuse comme herbacée, à se réinstaller sur des sols nus, à fort encroûtement de surface (Valentin, 1994). Qui plus est, du fait de faibles croissances, plusieurs décennies de précipitations « normales » sont nécessaires pour qu'un peuplement ligneux adulte puisse se reconstituer. Dans l'intervalle, des structures contractées, issues d'une sécheresse antérieure, pourront être très résistantes aux effets d'une éventuelle nouvelle sécheresse.

Références

- Boaler S.B. et Hodge, C.A.H., 1964. Observations of vegetation arcs in the Northern region, Somali Republic. *Journal of Ecology*, 52 : 511-544.
- Breman H. et Cissé A. M., 1977. Dynamics of sahelian pastures in relation to drought and grazing. *Oecologia*, Berlin, 28 : 301-315.
- Cornet A., Delhoume J.P., Montaña C., 1988. Dynamics of striped vegetation patterns and water balance in the Chihuahuan desert. In: During H.J., Werger M.A., Willems H.J., eds. *Diversity and pattern in plant communities*. SPB Academic Publishing, La Hague : 221-231.
- Coughenour M.B. et Ellis J.E., 1993. Landscape and climatic control of woody vegetation in a dry tropical ecosystem : Turkana district, Kenya. *Journal of Biogeogr.*, 20 : 383-398.
- Couteron P., d'Aquino P., Ouédraogo I.M.O., 1992. *Pterocarpus lucens* Lepr. au nord-Yatenga (Burkina Faso). Intérêt pastoral et état actuel des peuplements. *Revue Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 45 : 179-190.

- Couteron P., Mahamane A., Ouédraogo P., 1996. Analyse de la structure de peuplements ligneux dans un fourré tigré au nord-Yatenga (Burkina Faso) : état actuel et conséquences évolutives. *Annales des Sciences Forestières* : 867-884.
- Dupré G. et Guillaud D., 1988. L'agriculture de l'Aribinda de 1975 à 1983. *Cahiers des Sciences Humaines*, 24 : 51-75.
- Eastman J.R., 1992. *Idrisi version 4.0, technical reference*. Clark University, Massachussets.
- Forman R.T.T. et Godron M., 1986. *Landscape ecology*. Wiley, New-York.
- Greig-Smith P., 1979. Pattern in vegetation. *Journal of Ecology*, 67 : 755-779.
- Grouzis M., 1988. *Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso)*. ORSTOM éditions, coll. Etudes et Thèses, Paris.
- Ludwig J.A. et Tongway D.J., 1995. Spatial organisation of landscapes and its function in semi-arid woodlands, Australia. *Landscape Ecology*, 10 : 51-63.
- Mabbutt J.A. et Fanning P.C., 1987. Vegetation banding in arid Western Australia. *Journal of Arid Environment*, 12 : 41-59.
- Montaña C., Lopez-Portillo J., Mauchamp A., 1990. The response of two woody species to the conditions created by a shifting ecotone in an arid ecosystem. *Journal of Ecology*, 78 : 789-798.
- Morel R., 1992. *Atlas agroclimatique de l'Afrique occidentale*, Tome 1. CILSS/AGRHYMET, Niamey, Niger.
- Poupon H., 1980. *Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe au nord du Sénégal*. ORSTOM éditions, coll. Travaux et Documents, Paris.
- Turner M.G., 1989. Landscape ecology : the effect of pattern on process. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 20 : 171-197.
- Valentin C., 1994. Sécheresse et érosion au Sahel. *Sécheresse*, 5(3) : 191-198.
- White L.P., 1970. Brousse tigrée patterns in Southern Niger. *Journal of Ecology*, 58 : 549-553.
- White F., 1983. *The vegetation of Africa*. UNESCO/AETFAT/UNSO, Paris.
- Zedler P.H., 1981. Vegetation change in chaparral and desert communities in San Diego County, California. In : West D.C., Shugart H.H., Botkin, D.B., eds. *Forest succession, concepts and application*. Springer Verlag, New-York : 406-430.

7

Rôle des termitières de *Macrotermes subhyalinus* Rambur dans une brousse tigrée (Yatenga, Burkina Faso)

P. OUÉDRAOGO¹ et M. LEPAGE²

¹Université de Ouagadougou, Burkina Faso.

²ENS, Laboratoire d'Écologie, Paris, France.

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier les interrelations entre les termites, la structure et le fonctionnement des formations de brousse tigrée de la province du Yatenga (pluviométrie annuelle moyenne : 525 mm), au nord du Burkina Faso.

*Le long d'un transect perpendiculaire à l'alignement des bandes de végétation, les nids épigés des termites des genres *Macrotermes* (champignoniste), *Cubitermes* (humivore) et *Trinervitermes* (fourrageur) ont été recensés, mesurés et caractérisés en fonction de leurs états (mort récemment, dégradé ou très érodé). La flore et la végétation ont été comparées sur termitières et dans le milieu adjacent.*

Les résultats montrent que tous les ligneux ont des densités supérieures sur termitières. La position des termitières par rapport aux bandes de végétation, montre un parallélisme entre la structure des bandes (zone nue, zone herbeuse, zone boisée) et l'état des termitières, s'expliquant par l'hypothèse de déplacement progressif de la zone boisée vers l'amont.

Le rôle des termites est variable dans l'espace et dans le temps : positif pour les termitières en activité (infiltration et métabolisme du sol accrus), négatif sur les matériaux érodés, qui réduisent l'infiltration et les possibilités de régénération du couvert.

Introduction

Le but de ce travail est de caractériser l'hétérogénéité créée par les nids épigés de termites (essentiellement *Macrotermes subhyalinus* Rambur) sur les sols et la végétation, ainsi que les conséquences de ces actions sur la dynamique du faciès de brousse tigrée.

Il s'agit d'étudier les interrelations entre les termites et le fonctionnement de cette formation végétale contractée, en conciliant une approche écosystémique (flux de matière et d'énergie) et une approche populationnelle (dynamique des ligneux et des termites).

Site d'étude

L'étude se situe dans un bassin versant appartenant au village de Bidi au Burkina Faso, dans la province du Yatenga, à 50 km au nord du chef-lieu Ouahigouya. Le site constitue l'une des implantations du Projet SAVANES sur le Long Terme (SALT). Le climat, soudano-sahélien, se caractérise par une saison des pluies de 4 mois (de juin à septembre) et une pluviométrie moyenne de 525 mm par an. Les mesures sont effectuées sur un transect de 3 000 m de long et 50 m de large, soit une surface totale de 15 ha (Figure 1).

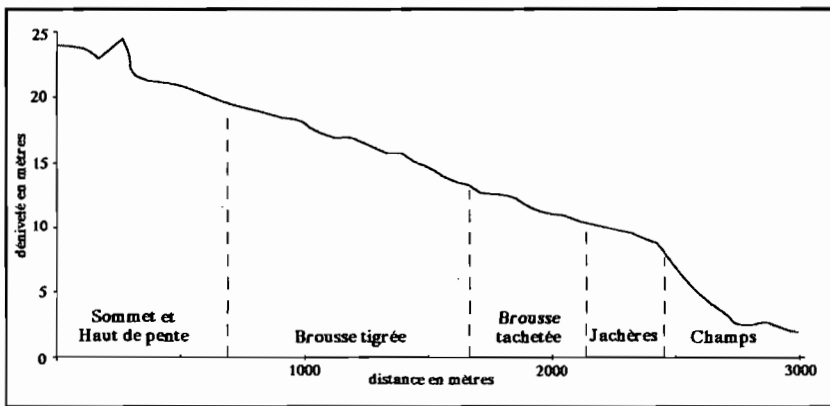


Figure 1. Transect étudié et répartition des principaux milieux (Ouédraogo, 1992).

Les milieux se répartissent le long de cette toposéquence. Les résultats exposés ici concernent uniquement le milieu «brousse tigrée». La brousse tigrée de Bidi se limite à des glacis réguliers, de pente comprise entre 0,5 et 1%. Conformément à la description qu'en a faite Ambouta (1984) au Niger, plusieurs parties peuvent être identifiées à l'intérieur d'une unité fonctionnelle : une interbande ou *zone de sol nu* (surface peu couverte avec des signes d'un fort ruissellement en nappe) ; une *zone herbeuse* ou frange à faible couvert ligneux, mais à fort couvert herbacé (zone de décantation des eaux de ruissellement) ; un *fourré* d'une hauteur de 2 à 4 m, pouvant être surmonté par des arbres de plus de 5 mètres (Couteron *et al.*, 1996).

Contrairement au Niger, le couvert herbacé dans la zone herbeuse est ici plus dense. On observe dans la frange aval du fourré un faible couvert herbacé. La largeur moyenne des fourrés est de 35 m.

Matériel et méthodes

Le transect expérimental, disposé selon la ligne de pente, coupe plus ou moins perpendiculairement les bandes de végétation. Les paramètres relatifs à la végétation et aux termites sont recueillis selon des quadrats balisés le long du transect.

Les termites constructeurs de nids épigés en brousse tigrée sont relativement peu diversifiés. On distingue trois genres principaux qui correspondent à trois groupes trophiques : *Macrotermes* (champignoniste), *Cubitermes* (humivore) et *Trinervitermes* (fourrageur). Chaque nid est caractérisé par sa hauteur et son diamètre basal, en notant s'il est vivant (occupé par ses habitants) ou mort (abandonné). Pour les grands nids de *Macrotermes*, les mesures sont faites en distinguant un dôme et un cône d'érosion. En outre, l'état d'érosion de la termitière abandonnée est caractérisé par un code : stade 1 = nid mort récemment et peu érodé, stade 2 = termitière dégradée mais dont la structure est reconnaissable, stade 3 = termitière très érodée, en forme de dôme surbaissé. Des échantillons de sols témoins et de sols modifiés par les termites sont ramenés au laboratoire pour analyses physico-chimiques et incubation en conditions contrôlées (suivi du métabolisme microbien).

En brousse tigrée, tous les ligneux présents sur les termitières de *Macrotermes subhyalinus* sont recensés selon l'espèce et mesurés (hauteur). Des relevés comparatifs de la végétation ligneuse située hors termitières sont effectués sur des placeaux de 12,5 x 12,5 m. Une expérimentation a consisté à interrompre le ruissellement en construisant une digue autour d'une bande de fourré. Diverses observations comparatives ont été faites à l'intérieur de cette bande protégée et dans des bandes non perturbées. En particulier, un suivi de l'activité de récolte des termites à partir du nid est effectué en estimant la surface des placages et le nombre de trous de récolte.

Résultats

Termite et végétation

Abondance des espèces ligneuses rencontrées dans la zone boisée

Treize espèces végétales ligneuses ont été recensées en brousse tigrée. Les densités des espèces principales sur termitières et hors termitières sont comparées sur la Figure 2 :

- *Combretum micranthum* G. Don. domine le peuplement (1 062 contre 309 pieds).
- *Pterocarpus lucens* Lepr. a une densité plus forte (3,5 fois plus élevée) sur termitière.
- *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. est fortement inféodé aux termitières : sa densité y est dix fois supérieure.
- *Acacia ataxantha* DC. n'est rencontré que sur termitières.
- En revanche, l'espèce *Guiera senegalensis* J.F. Gmel. est absente sur termitières.

Répartition des individus par classes de hauteurs

La structure des populations ligneuses est établie par espèce et par milieu, selon les classes de hauteur. Les résultats concernant l'espèce *Boscia senegalensis* sont présentés sur la Figure 3.

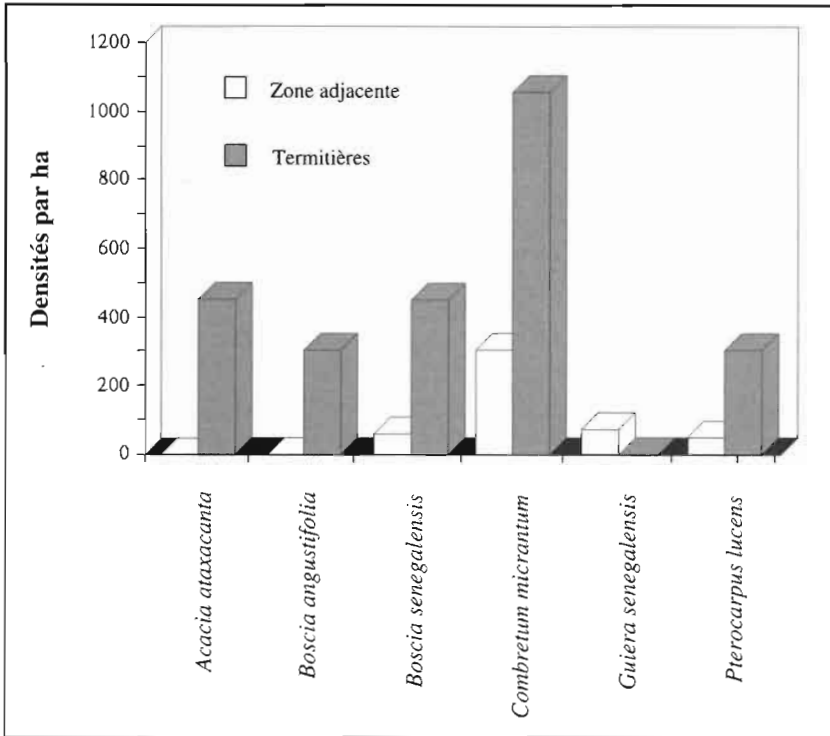


Figure 2. Densité par hectare des espèces ligneuses rencontrées dans la zone boisée de la brousse tigrée.

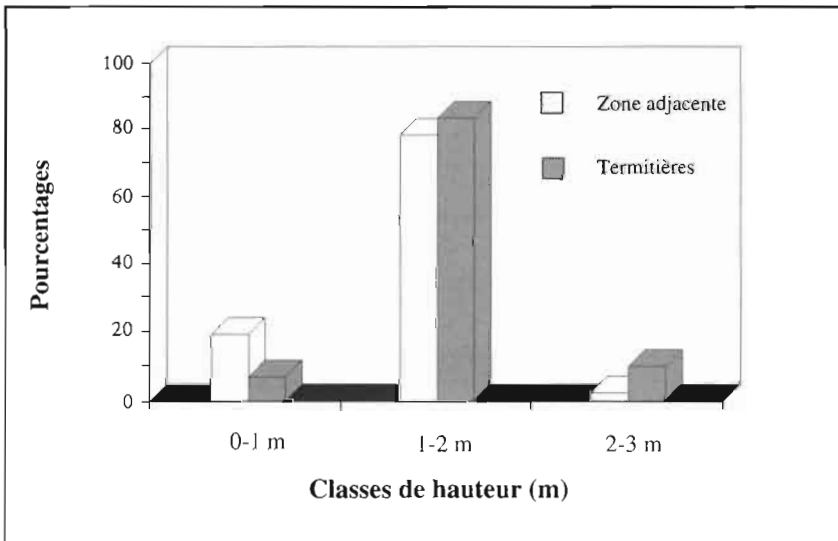


Figure 3. Effectifs des individus de *Boscia senegalensis* distribués par classes de hauteur, selon le milieu : «termitière» ou «zone adjacente».

La classe de hauteur [2-3 m] montre en particulier que les individus présents sur termitières sont plus grands que ceux du milieu adjacent. La hauteur moyenne des individus de *Boscia senegalensis* sur termitières est significativement ($P < 0,001$) supérieure à celle des individus situés dans le milieu adjacent : respectivement 1,65 m et 1,23 m. Il y a donc un effet significatif des nids sur la hauteur des individus de *Boscia senegalensis*.

Position des termitières selon la structure de la végétation

Les termitières de *Macrotermes subhyalinus*, selon leur stade (vivant ou érodé) se placent différemment selon l'alternance fourré-zone nue. Nous avons repéré leur position en mesurant la distance qui les sépare de la limite amont de la zone herbeuse et standardisé les mesures en les rapportant aux largeurs des bandes.

La Figure 4 compare les histogrammes de répartition de ces termitières par rapport à l'alternance zone herbacée-zone de fourré-zone nue.

Les termitières vivantes se rencontrent essentiellement vers le premier tiers de la bande boisée. Sans doute les termites, comme les ligneux, ont-ils besoin d'une alimentation hydrique importante pour subsister. En effet, l'alimentation en eau de la brousse tigrée décroît de l'amont vers l'aval de la bande. De façon plus précise, l'infiltration de l'eau qui ruisselle sur la bande nue se fait préférentiellement au cœur de la bande boisée en début de saison des pluies. Cet endroit présente une forte macroporosité due à l'activité biologique qui permet une infiltration importante et rapide (Seghieri *et al.*, 1994).

Les termitières érodées se répartissent plus en aval, d'autant plus que le stade est érodé, ce qui correspond à une implantation de plus en plus ancienne. C'est ainsi que le stade 1 se rencontre en aval de la bande boisée, le stade 2 en aval du fourré et en amont de la zone nue, et le stade 3 présente un maximum en zone nue.

L'hypothèse la plus vraisemblable pour expliquer ces répartitions différentes est de supposer une migration de la bande boisée vers le haut de la pente. Les termitières mortes et érodées trouvées en zone nue seraient alors les témoins de la présence à cet endroit d'une zone auparavant boisée.

Termites et sol

Densité des nids

Un total de 575 nids (tous genres confondus) a été mesuré sur les 15 ha de la parcelle expérimentale : 210 nids de *Macrotermes*, 277 nids de *Cubitermes* et 88 termitières de *Trinervitermes*.

Le Tableau I donne les densités, par ha de zones, des termitières par groupe trophique, selon le milieu (boisé, herbeux et zone nue) et selon que ces nids sont vivants ou abandonnés.

Les nids vivants de *Macrotermes subhyalinus* sont absents de la zone herbeuse. En revanche, en raison de leur régime alimentaire, c'est dans cette zone que les termitières de *Trinervitermes* sont les plus abondantes. Le fourré concentre des effectifs importants de nids de *Cubitermes* et de *Macrotermes*.

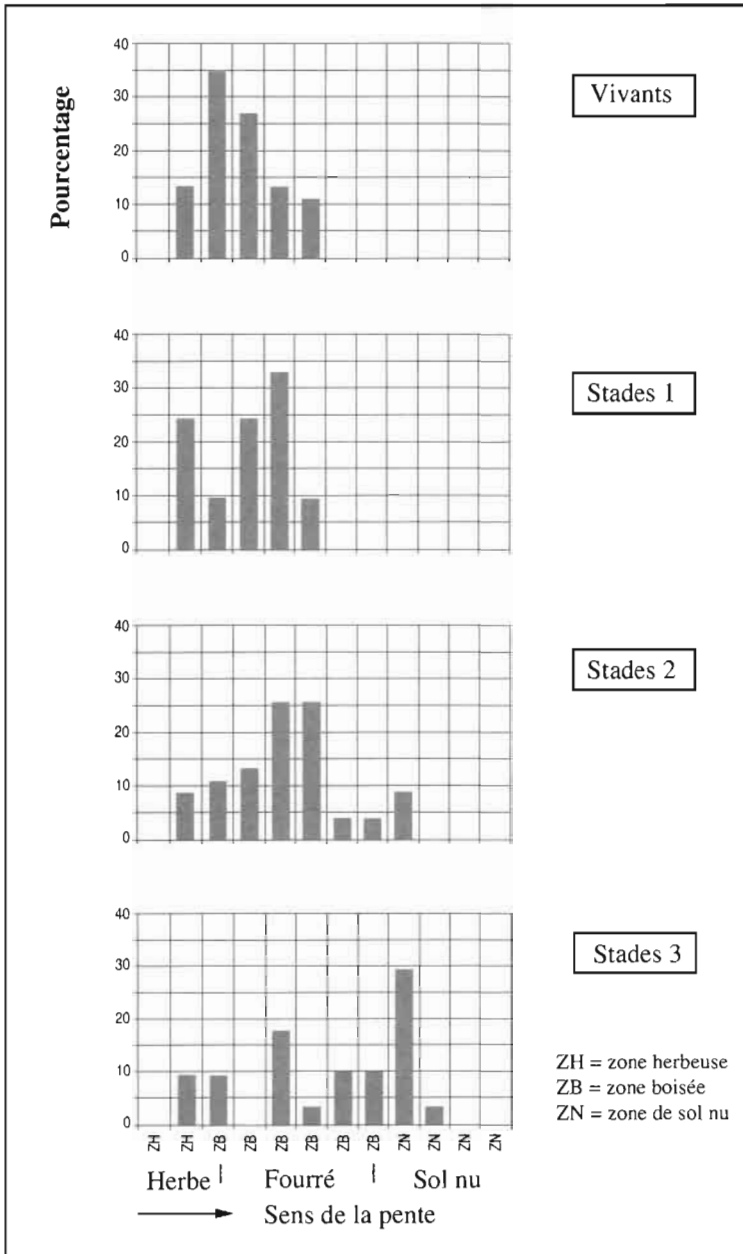


Figure 4. Position des termitières actives et érodées de *Macrotermes subhyalinus* selon les types de végétation en brousse tigrée.

Tableau I. Densités par ha des termitières dans les différents milieux de la brousse tigrée.

Types de végétation	<i>Macrotermes</i>		<i>Cubitermes</i>		<i>Trinervitermes</i>	
	vivants	morts	vivants	morts	vivants	morts
Zone herbeuse	0	6,7	12,3	12,3	4,5	21,0
Zone boisée	22,3	36,8	30,7	26,8	1,7	7,2
Zone nue	0	18,3	10,0	10,0	1,1	5,5

Ces densités sont relativement fortes, surtout si on les rapporte à une surface unitaire de fourré : 22,3 nids vivants/ha de zone boisée pour *Macrotermes subhyalinus*. L'impact de ces nids sur le milieu boisé est donc très important.

Surface et volume des nids

Des simplifications ont été adoptées afin de mesurer les surfaces et les volumes impliqués, suivant en cela de nombreux auteurs, dont Tano et Lepage (1990) : le dôme est assimilé à une demi-sphère et le cône d'érosion à un tronc de cône.

Le Tableau II donne, pour les nids de *Macrotermes*, les surfaces basales (en m²) et les volumes (en m³) par ha de chaque type de milieu à l'intérieur de la bande de végétation. Pour un ha de bande, le volume total est de 121 m³ et la surface de base totale est de 273 m².

Tableau II. Surfaces des bases (m²/ha de chaque zone) et volume de sol (m³/ha de chaque zone) des termitières vivantes et mortes de *Macrotermes subhyalinus*.

Types de végétation	Termitières vivantes		Termitières mortes	
	volume	surface	volume	surface
Zone herbeuse	0	0	12,33	91,87
Zone boisée	55,92	101,91	65,24	171,37
Zone nue	0	0	67,47	230,74

Analyses de sols

Nous n'exposerons que les résultats relatifs au fractionnement granulométrique et à la mesure de l'activité microbienne sur des échantillons incubés.

Texture

L'analyse granulométrique (argiles et limons) des sols de termitières montre un enrichissement important en éléments fins du sol remanié par rapport au sol témoin, confirmant l'hétérogénéité apportée au milieu par la présence des termites.

Toutefois, on observe une variation dans le temps (selon le stade) qui montre peu de différences entre la teneur des différents stades par rapport au sol témoin, exception faite des argiles, plus abondantes dans la termitière vivante (Figure 5). Dans l'espace, selon le gradient d'érosion sur un même nid, la richesse en argiles décroît fortement du cœur de la

termitière (habitable) vers le sol témoin, alors que les limons montrent peu de variations. Cela démontre clairement le choix opéré par le termite pour ses matériaux de construction (Figure 6).

Figure 5. Pourcentages d'argiles et de limons dans les échantillons provenant du dôme de nids de *Macrotermes subhyalinus* à différents stades d'érosion.

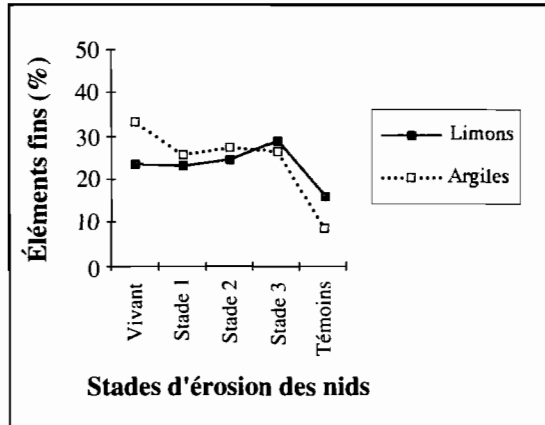
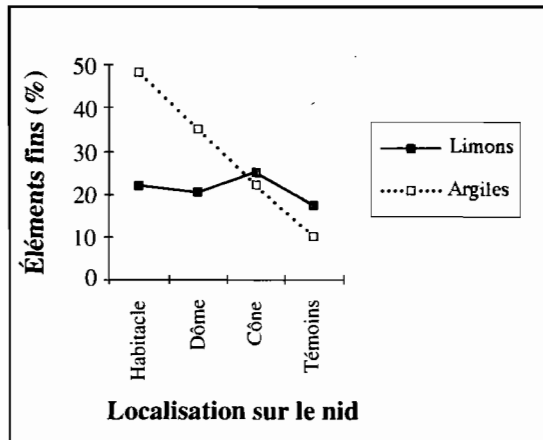


Figure 6. Pourcentages d'argiles et de limons dans les échantillons provenant de différentes parties d'une termitière active de *Macrotermes subhyalinus*.



Métabolisme du sol

La respiration du sol, mesurée en terme de quantité de CO_2 dégagé par unité de temps, exprime le métabolisme de ce sol (activité microbienne). Cette activité potentielle (en conditions standards) présente également un gradient dans l'espace (Figure 7), qui montre que le métabolisme le plus élevé (au bout de trois jours d'incubation) se manifeste au niveau du dôme et du cône, par rapport à la fois à l'habitable et au sol témoin.

Dans le temps et selon les stades d'érosion (Figure 8), le sol du nid vivant se distingue nettement du sol témoin. En revanche, le métabolisme du stade 3, très érodé, se montre inférieur à celui du sol témoin. Si ce résultat est confirmé, il constituerait une preuve supplémentaire du caractère défavorable de ce milieu «termitière très dégradée» pour la croissance végétale.

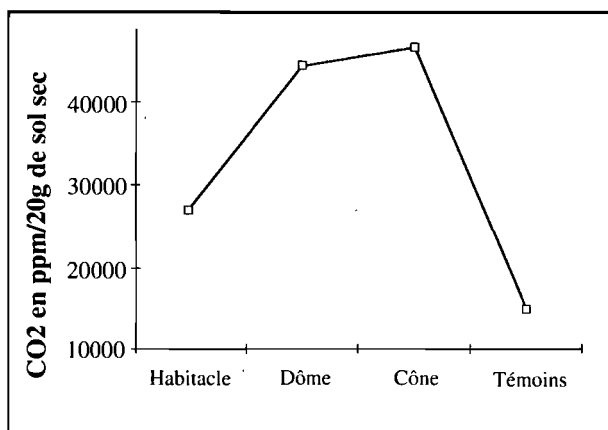


Figure 7. Variation de l'activité microbienne potentielle de minéralisation du carbone dans les échantillons provenant de différentes parties d'une termitière active de *Macrotermes subhyalinus*.

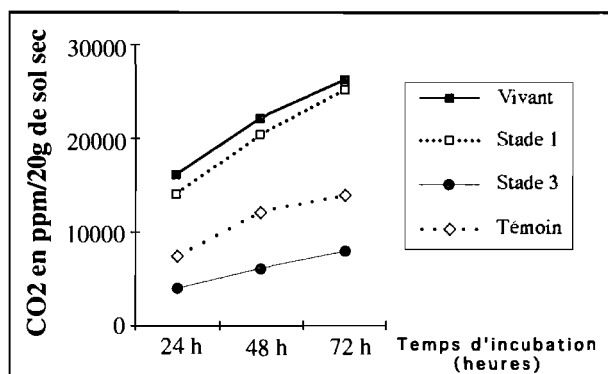


Figure 8. Variation de l'activité microbienne potentielle de minéralisation du carbone dans les échantillons de terre provenant du dôme de termitières actives et érodées de *Macrotermes subhyalinus*.

Termites et porosité

Par leur activité de récolte, les termites peuvent modifier localement la perméabilité des sols, en accroissant leur porosité. En effet, cette activité consiste à édifier des galeries souterraines qui débouchent à la surface par une multitude d'orifices de quelques millimètres de diamètre, par lesquels les ouvriers récoltent les fragments de litière. Nous comparons cette activité de récolte (mesurée en nombre de trous par unité de surface) entre la bande protégée du ruissellement et une bande témoin.

La Figure 9a donne le nombre de trous de récolte le long d'un transect passant par une termitière vivante au sein d'un fourré non protégé. On constate une activité essentiellement concentrée au niveau de la bande boisée et très légèrement en aval de la zone herbeuse. Le pic maximum ne dépasse pas 60 orifices par un quart de m² (maximum de 220 trous par m²). En revanche, dans l'arc protégé artificiellement, l'activité de récolte du termite est manifestement plus élevée (Figure 9b) et elle se développe surtout en amont de la bande boisée et en zone herbeuse. Le maximum observé approche 100 orifices par un quart de m² (maximum de 380 trous par m²).

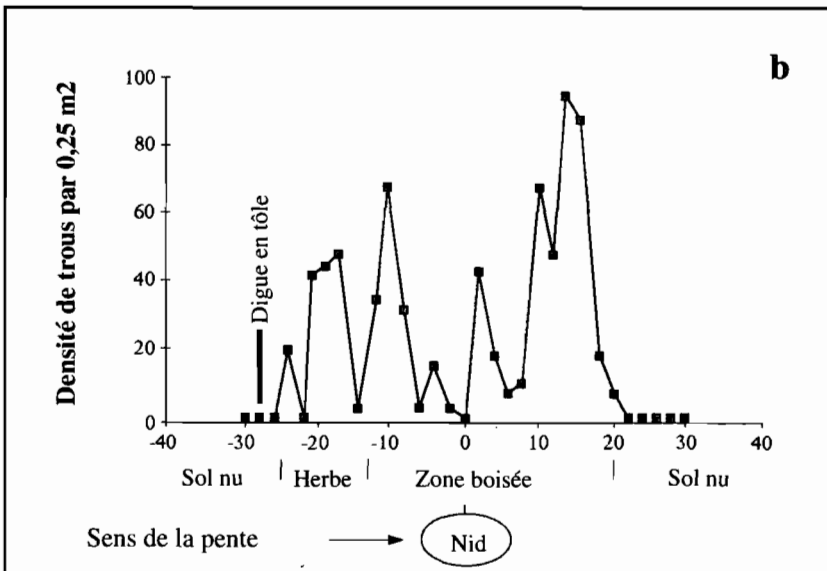
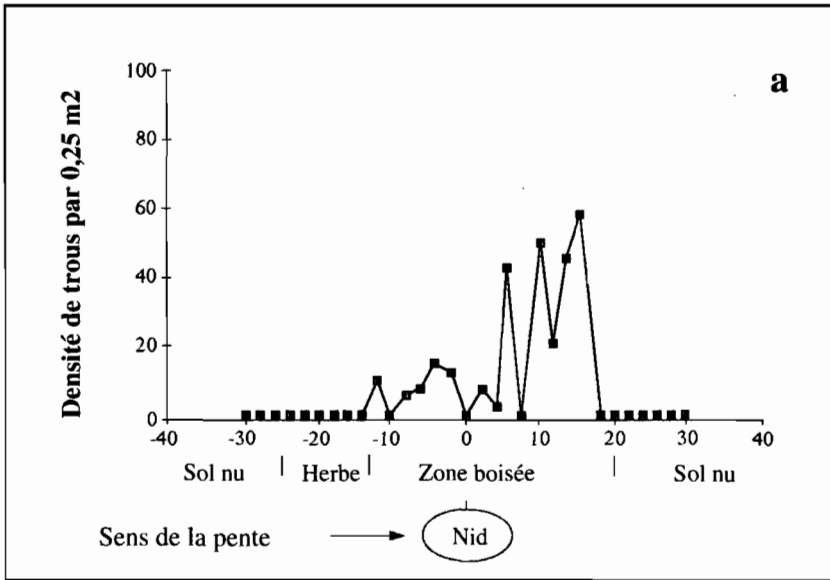


Figure 9. Variation du nombre de trous de récolte de *Macrotermes subhyalinus* selon l'alternance de brousse tigrée dans un arc témoin (a) et dans un arc protégé des eaux de ruissellement (b).

Plusieurs hypothèses sont possibles pour expliquer ces différences d'activité : soit la diminution de l'alimentation en eau des termites, soit l'augmentation de litière qui serait consécutive à une mortalité accrue des végétaux. Quelqu'en soit la raison, l'augmentation de l'activité de récolte du termite a pour conséquence directe un brassage plus important des horizons de surface et sans doute un accroissement de la perméabilité au sein de l'arc protégé.

Rôle des termites en brousse tigrée

La Figure 10 résume la démarche adoptée au cours de cette étude ainsi que les directions de recherche. Ce milieu fortement structuré dans l'espace, selon l'alternance entre fourrés et zones nues et quelle que soit l'hypothèse de son origine (à partir d'une végétation plus ou moins uniforme ou très pauvre) conditionne les flux hydriques (direction, intensité). Ces flux hydriques (auxquels il faut ajouter les flux de nutriments) déterminent la structure des peuplements de termites (les espèces, leur répartition dans les milieux, la dynamique des nids). En ce sens, les termites peuvent être considérés comme des indicateurs des milieux et de leur évolution au cours du temps.

Les termites, par leurs activités de construction des nids et de récolte de nourriture, modifient à leur tour le milieu, en agissant sur les sols (remaniement des horizons, apports de matériaux), sur la teneur en eau des sols (ruissellement et infiltration des pluies), sur les nutriments (effet de l'apport d'argiles, action sur la microflore et le métabolisme des sols) et enfin sur la végétation, qui résume toutes ces actions : interactions entre les peuplements de termitières et les peuplements ligneux.

La conséquence de ces effets «termites» est une modification des flux : flux hydriques, flux de matériaux et de nutriments, flux de graines et de propagules. A ce niveau, les termites interviennent en tant qu'acteurs dans la brousse tigrée, en modifiant sa structure.

Bien entendu, une modélisation de ces différentes actions est nécessaire afin de préciser les interactions et les effets «*feed-back*» qui les expliquent.

Discussion et conclusion

Le but de ce travail était de préciser le lien entre structure de la brousse tigrée et structure du peuplement en termites. Nous avons exposé un certain nombre d'éléments qui traduisent cette interaction. Tous les ligneux ont des densités supérieures sur termitières par rapport au milieu adjacent. Cela a déjà été montré par d'autres auteurs, qui ont souligné l'importance du milieu «termitière» pour le peuplement végétal. Poupon (1980) indique que certaines espèces ligneuses du Sahel sénégalais présentent une plus forte biomasse aérienne sur termitières. La comparaison de la végétation observée sur les hautes termitières au Shaba méridional en forêt dense sèche, en forêt claire et en savane boisée montre que ces termitières présentent le nombre d'essences propres le plus élevé (Malaisse, 1985).

La position des termitières par rapport à l'arc de végétation donne des renseignements intéressants. Cette répartition, et en particulier la situation des nids morts, montre un parallélisme avec l'évolution des populations ligneuses.

L'explication la plus plausible à ces observations serait un déplacement progressif de la zone boisée vers l'amont, exposant les termitières à des stress hydriques de plus en plus accentués et aboutissant, à terme, à la mort de la colonie, de la même façon que les ligneux de cette frange aval meurent par déficit hydrique.

Les estimations de densité des nids, de surface couverte au sol par les bases de ces nids ainsi que les volumes de sol impliqués, montrent l'impact très important des termites dans le milieu de brousse tigrée. Cette densité est nettement supérieure aux données de la littérature pour d'autres milieux (5,5 à 7,2 nids/ha au Nigeria, Collins, 1977 ; 1,4 à 9/ha en Ouganda, Pomeroy, 1976, 1978 et 0,4 à 0,5/ha au Sénégal, Lepage, 1974).

Le rôle des termites sur les sols, l'eau et les nutriments s'exerce selon des gradients. Dans l'espace, en fonction des différentes parties du nid et de l'action d'épandage des matériaux opérée par l'érosion. Dans le temps, en fonction des stades d'érosion des termitières qui sont supposés d'âges croissants. L'action résultante dépend de la biologie de l'espèce considérée et des gradients ainsi créés. Cet effet «termite» peut se résumer en distinguant :

- une action positive sur les flux, qui résulte d'une infiltration accrue grâce à l'activité de récolte du nid vivant. Une action positive sur le métabolisme du sol a également été montrée. Abbadie et Lepage (1989), ont montré que le matériel remanié par les termites pouvait stimuler la minéralisation de la matière organique, en particulier pour l'azote. Cette action positive des termites sur l'infiltration corrobore certains résultats de la littérature. Casenave et Valentin (1989), indiquent que la plupart des termites font déboucher leurs galeries à la surface du sol, détruisant ainsi d'éventuelles pellicules et ouvrant une porosité fonctionnelle qui assure une meilleure infiltration. Egalement, Elkins *et al.* (1986), précisent qu'en absence de termites, la porosité du sol est réduite, diminuant ainsi l'infiltration de l'eau ;
- une action négative sur les flux, qui résulte d'un ruissellement accru sur les matériaux érodés du nid, en raison d'un encroûtement plus important dû à l'enrichissement en éléments fins, qui n'est pas contrebalancé par une activité de remaniement, dans le cas des stades érodés. Janeau et Valentin (1987) confirment que les pellicules (qui correspondent à une concentration en argile et en limon issus des termitières érodées) réduisent les possibilités de régénération du couvert.

Nos résultats permettent de caractériser ces actions, positive et négative, selon la situation du nid de termite dans l'alternance fourré-zone nue et selon l'alternance saisonnière (saison des pluies-saison sèche) et de déterminer les distances auxquelles se manifestent ces diverses actions.

Au vu de ces résultats, il est nécessaire de modéliser le rôle des termites dans la dynamique de la brousse tigrée. A travers un modèle simplifié, Thiéry *et al.* (1995) montrent que pour la brousse tigrée, presque toutes les structures sur le terrain peuvent être engendrées par un modèle qui fait varier seulement un coefficient de compétition, un coefficient de synergie et le nombre d'itérations. Le modèle termite permettra de comprendre comment ces insectes modifient les compétitions et les synergies dans l'espace et dans le temps.

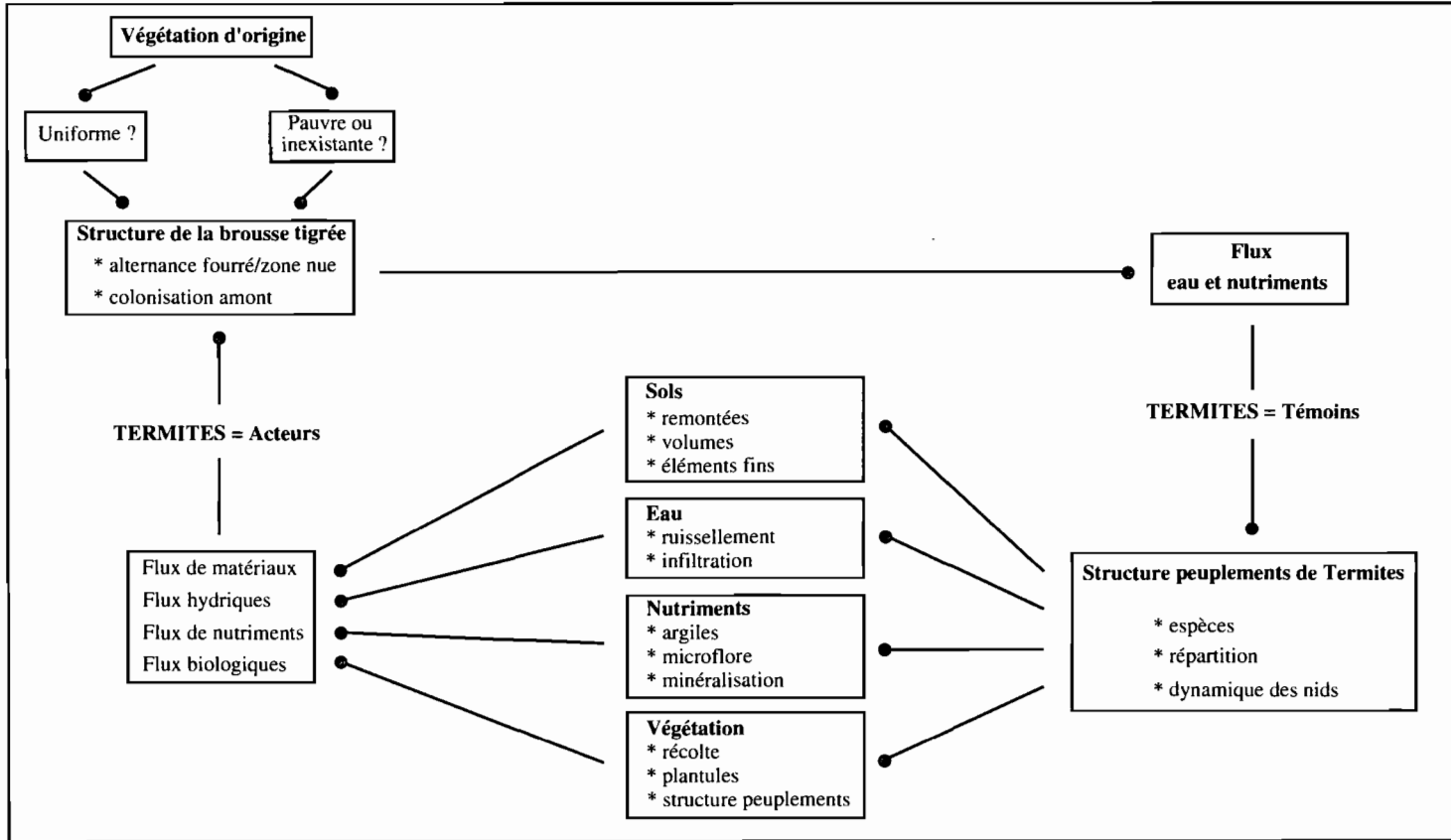


Figure 10. Rôle des termitières épigées en brousse tigrée : démarche et axes de recherches abordés.

Références

- Abbadie L. et Lepage M., 1989. The role of subterranean fungus-comb chambers (*Isoptera: Macrotermitinae*) in soil nitrogen cycling in a preforest savanna (Côte d'Ivoire). *Soil Biology and Biochemistry*, 21: 1067-1071.
- Ambouta K., 1984. *Contribution à l'édaphologie de la brousse tigrée de l'Ouest nigérien*. Thèse de Docteur-Ingénieur, Université Nancy I, France.
- Casenave A. et Valentin C., 1989. *Les états de surface de la zone sahélienne, influence sur l'infiltration*. ORSTOM éditions, coll. Didactiques, Paris.
- Collins N.M., 1977. *The population ecology and energetics of Macrotermes bellicosus*. Ph. D. Thesis, Imperial College, London.
- Couteron P., Mahamane A., Ouédraogo P., 1996. Analyse de la structure de peuplements ligneux dans un fourré tigré au nord-Yatenga (Burkina Faso) : état actuel et conséquences évolutives. *Annales Forestières* : 867-884.
- Elkins Z., Sabol G.V., Ward T.J., Whitford W.G., 1986. The influence of subterranean termites on the hydrological characteristics of a Chihuahuan desert ecosystem. *Oecologia*, 68 : 521-528.
- Janeau J.L. et Valentin C., 1987. Relations entre les termitières *Trinervitermes sp.* et la surface du sol : réorganisation, ruissellement et érosion. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, 24 : 637-647.
- Lepage M., 1974. *Les termites d'une savane sahélienne du Ferlo Septentrional, Sénégal : peuplement, population, consommation, rôle dans l'écosystème*. Thèse de Doctorat, Université de Dijon.
- Malaisse F., 1985. Comparison of the woody structure in a regressive Zambezi succession, with emphasis on high termitaria vegetation (Luiswishi, Shaba, Zaire). *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique*, 118 : 244-265.
- Ouédraogo P., 1992. *Rôle des termitières dans la dynamique d'un faciès de brousse tigrée soudano-sahélienne : cas de la région de Bidi au nord-Yatenga (Burkina Faso)*. Rapport de DEA, Université Paris VI.
- Pomeroy D.E., 1976. Studies on population of large termites mounds in Uganda. *Ecological Entomology*, 1: 49-61.
- Pomeroy D.E., 1978. The Abundance of large termites mounds in Uganda in relation to their environment. *Journal of Applied Ecology*, 15: 51-63.
- Poupon H., 1980. *Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au nord du Sénégal*. ORSTOM éditions, coll. Travaux et Documents, Paris.
- Seghieri J., Galle S., Rajot J.L., 1994. La brousse tigrée dans le Sahel nigérien : étude de la cofluctuation du stock hydrique et de la végétation naturelle. In : *Journées hydrologiques de l'ORSTOM, 13-14 septembre 1994, Montpellier*. ORSTOM éditions, coll. Colloques et Séminaires, Paris.
- Tano Y., Lepage M., 1990. Les termites : dynamique des nids épigés et interactions avec les composantes du milieu. In : *Structure et fonctionnement hydropédologique d'un petit bassin versant de savane humide*. ORSTOM éditions, coll. Études et Thèses, Paris : 105-116.
- Thiéry J., d'Herbès J.M., Valentin C., 1995. A model simulating the genesis of banded patterns in Niger. *Journal of Ecology*, 83 : 497-507.

8

Synthèse des espèces des domaines sahélien et soudanien qui se multiplient naturellement par voie végétative

R. BELLEFONTAINE

CIRAD-Forêt, Nogent-sur-Marne, France.

Résumé

L'absence de connaissances relatives à la multiplication végétative naturelle par rejets, drageons ou marcottes est flagrante : aucune synthèse n'existe pour les domaines sahélien et soudanien.

L'aménagiste sylvo-pastoral se doit de connaître le mode de régénération des essences forestières. Cet article fait le point à partir de cent treize espèces originaires de ces deux domaines (dont plus de la moitié que l'on rencontre dans les brousses tigrées) en citant pour chaque cas les références bibliographiques.

La définition, l'origine et les principaux avantages des rejets proventifs et adventifs, drageons et marcottes sont rappelés, ainsi que les principaux axes de recherche à développer.

Introduction

Aménager une forêt consiste à fixer dans le temps et l'espace un ensemble d'opérations qui ont pour but de réglementer son exploitation en vue d'obtenir, dans la mesure du possible, un revenu annuel, soutenu et avantageux, sans compromettre la ressource. Un aménagement doit prendre en compte deux aspects principaux : d'une part le régime des coupes, d'autre part la méthode de régénération. Ces deux points sont essentiels et le second détermine la physionomie future du peuplement.

En traversant les régions guinéennes, soudano-guinéennes, soudano-sahéliennes et sahéliennes, du sud au nord, la forêt dense sèche cède la place à la forêt claire, puis à la savane et à la steppe, ces deux dernières plus ou moins arborées ou arbustives. En ce qui concerne la reproduction des ligneux, du sud au nord, la reproduction sexuée se substituerait progressivement à la multiplication végétative, selon Catinot (1994) : au lieu d'une régénération par graines dominante, on passe à une régénération presque exclusivement par rejets (de souche), par drageons (de racines) ou par marcottes (de branches traînantes), au fur et à mesure que la siccité du sol augmente. Si cette hypothèse semble fondée dans son ensemble, la généralisation à outrance peut conduire à des erreurs. Dans les domaines sahélien ou soudanien, le mode de régénération d'une formation végétale semble varier en fonction du climat, des espèces et des stations (dunes, bas de pente, etc.).

Les connaissances ont beaucoup progressé depuis une quinzaine d'années en ce qui concerne la reproduction sexuée, notamment la physiologie des semences : germination, modes de prétraitement et conservation. Pour la phénologie des espèces ligneuses, les résultats sont éparés, incomplets et variables d'une région à l'autre. Aucun modèle de prédiction n'est encore fiable. Bien souvent, les études ne couvrent que des périodes assez courtes. Elles permettent au mieux d'élaborer un canevas «relativement précis» pour la fructification, plus rarement pour la floraison et la défoliation et elles mettent en évidence des anomalies : ainsi au Burkina Faso, dans les forêts de Tiogo et de Laba, *Burkea africana* fleurit abondamment, mais ne fructifie pas. En revanche, la multiplication végétative naturelle reste encore largement inexplorée par les sylviculteurs. Les données crédibles sont rares et diffuses ; le savoir des agriculteurs et des éleveurs n'a jamais été synthétisé. C'est au Mali et au Burkina Faso que les données sont les plus complètes, mais très prochainement les parcelles permanentes installées au Burkina Faso (Gonsé, Tiogo, Laba, etc.) par l'IRBET et au Niger (Tientiergou) par le projet Énergie II, devraient venir compléter ces données. Cet article n'a pas la prétention de faire toute la lumière sur la multiplication végétative naturelle. Il répond simplement à un besoin éprouvé récemment (Bellefontaine, 1995) dans le cadre d'une publication sur l'aménagement des forêts tropicales sèches.

Les arbres et arbustes proviennent soit de semences, soit de rejets de souche, soit encore de drageons ou plus rarement de marcottes. Ces trois derniers modes de régénération seront abordés ci-dessous ; nous ne traiterons pas des semis, ni de la multiplication végétative artificielle (bouture, greffe, vitro-plant). A partir de l'exploitation de la littérature disponible sur ce sujet, un tableau synthétique provisoire a été élaboré pour les espèces ligneuses ouest-africaines, locales ou exotiques, qui se multiplient végétativement (Tableau I). Cette synthèse est encore provisoire et sera complétée progressivement.

Tableau I. Liste synthétique provisoire des espèces de l'ouest africain qui se multiplient végétativement dans la nature (espèces locales ou exotiques introduites avec succès).

- X : multiplication végétative signalée
 0 : pas de multiplication végétative signalée
 ? : doute existant ou contradiction entre les auteurs
 * (BT) : espèces susceptibles d'être rencontrées dans les brousses tigrées
 R : espèces rares ou présentes dans des micro-zones (bas-fond, petite dune, etc.) dans les brousses tigrées.

Espèces	BT	Rejets	Dragons	Marcottes	Références
<i>Acacia albida</i>		X	X	X	3, 8, 26, 27
<i>Acacia ataxacantha</i>	*	X	X	0	22
<i>Acacia dudgeoni</i>	R	X?	0	0	20, 21
<i>Acacia gourmaensis</i>	R	X?	0	0	5, 20, 21
<i>Acacia macrostachya</i>	*	X	0	0	1, 2, 20, 21
<i>Acacia nilotica</i>	R	X	X	0	20
<i>Acacia pennata</i>	R	X	0	0	21
<i>Acacia polyacantha</i>	R	X	X	0	22
<i>Acacia polyacantha</i> var. <i>campyl</i>	R	X	0	0	21
<i>Acacia senegal</i>	R	X	0	0	19, 23
<i>Acacia seyal</i>	R	X	X?	0	21, 22, 27
<i>Acacia sieberiana</i>	R	X	X	0	22
<i>Adansonia digitata</i>		X	0	0	21
<i>Afromosia laxiflora</i>		X	X	0	14, 21
<i>Afzelia africana</i>		X	0	0	22
<i>Albizia chevalieri</i>	*	X	X	0	22
<i>Albizia lebbeck</i>	0	X	0	7	
<i>Annona senegalensis</i>	R	X?	X	0	14, 21, 22
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	R	X?	X	X	1, 12, 20, 21, 22, 26
<i>Azadirachta indica</i>		X	X	0	7, 27
<i>Balanites aegyptiaca</i>	*	X	X	0	6, 10, 21, 22, 23
<i>Bauhinia rufescens</i>	R	X	X	0	22
<i>Bombax costatum</i>	*	X?	X?	0	1, 13, 14, 18, 20, 21, 22
<i>Boscia senegalensis</i>	*	X	0	0	21, 23
<i>Boscia</i> sp.	*	X	X	0	22
<i>Borassus aethiopum</i>	R	X	0	0	-
<i>Bridelia ferruginea</i>		X	0	0	21
<i>Burkea africana</i>		X	X	0	5, 14
<i>Butyrospermum paradoxum</i> (= <i>Vitellaria paradoxa</i>)	R	X?	X?	X	5, 14, 20, 21, 25, 26
<i>Cassia siamea</i>	X	0	0	7	-
<i>Cassia sieberiana</i>	*	X	0	0	20, 27
<i>Casuarina equisetifolia</i>		X?	X	0	7, 12, 27
<i>Ceiba pentandra</i>		X	0	0	-
<i>Celtis integrifolia</i>	R	X	0	0	-
<i>Combretum aculeatum</i>	*	X	0	0	20

Tableau I. (suite)

Espèces	BT	Rejets	Dragéons	Marcottes	Références
<i>Combretum fragrans</i> (= <i>C. ghasalense</i>)	*	X	X	0	14, 21, 27
<i>Combretum glutinosum</i>	*	X	X?	0	1, 2, 12, 20, 21
<i>Combretum micranthum</i>	*	X	0	0	21
<i>Combretum molle</i> (= <i>Combretum velutinum</i>)	*	0?	X	0	14
<i>Combretum nigricans</i>	*	X	0	0	21
<i>Combretum sp.</i>	*	X	X	0	6, 22
<i>Commiphora africana</i>	*	X	X	0	20, 21, 22
<i>Cordyla pinnata</i>		X?	X?	0	1, 2, 22
<i>Crossopteryx febriguga</i>		X	X?	0	5, 22
<i>Dalbergia melanoxyton</i>	R	X	0	0	12, 21
<i>Dalbergia sissoo</i>		X	X	0	7
<i>Daniellia oliveri</i>		X	X	0	12, 14, 18, 21, 22
<i>Detarium microcarpum</i>		X	X	0	5, 14, 21, 22
<i>Dichrostachys cinerea</i>	*	X	X	0	22, 27
<i>Diospyros mespiliformis</i>	R	X?	0	0	-
<i>Entada africana</i>	*	X?	0	0	5, 20, 21
<i>Entada sp.</i>	*	X?	0	0	22
<i>Erythrophleum africanum</i>		X	X	0	14
<i>Feretia apodanthera</i>	*	X	X	0	20, 21, 22
<i>Ficus sp.</i>	R	X	0	0	21
<i>Gardenia sp.</i>	*	X	X	0	22
<i>Gardenia ternifolia</i>	*	X	0	0	14, 21
<i>Gmelina arborea</i>		0	X	0	7
<i>Grewia bicolor</i>	*	X	0	0	12, 21
<i>Grewia sp.</i>	*	X	X	0	22
<i>Grewia venusta</i> (= <i>G. mollis</i>)		X	0	0	21
<i>Grewia villosa</i>		X	0	0	21
<i>Guiera senegalensis</i>	*	X	X	X?	6, 15, 22
<i>Gymnosporia senegalensis</i> (= <i>Maytenus senegalensis</i>)	*	X	X	0	14, 21, 22
<i>Hexalobus monopetalus</i>		X	X	0	22
<i>Hymenocardia acida</i>		X	X	0	14, 21
<i>Isobertinia doka</i>		X	X	0	14, 18, 22
<i>Khaya senegalensis</i>	R	X?	X	X	16, 22, 26, 27
<i>Lansea acida</i>	R	X?	0	0	1, 14, 21
<i>Lansea microcarpa</i>	R	X	0	0	21
<i>Lansea sp.</i>		X?	0	0	1, 2, 22
<i>Lansea velutina</i>		X	0	0	14, 21
<i>Lonchocarpus laxiflorus</i>		X	0	0	21
<i>Markhamia tomentosa</i>		0	0	0	22
<i>Mitragyna inermis</i>		X	X	0	21, 22, 27

Tableau I. (suite et fin)

Espèces	BT	Rejets	Dragons	Marcottes	Références
<i>Monotes kerstingii</i>		X	X	0	14
<i>Moringa oleifera</i>		X?	0	0	7, 9, 24
<i>Neocarya macrophylla</i> (= <i>Parinari macrophylla</i>)		X	0	0	-
<i>Parinari curatellifolia</i>		X	X	0	14
<i>Parinari polyandra</i>		X	X	0	14
<i>Parkia biglobosa</i>	R	X?	0	0	21, 22, 27
<i>Phoenix dactylifera</i>		X	0	0	11, 27
<i>Piliostigma reticulatum</i> (= <i>Bauhinia reticulata</i>)	*	X	X	0	27
<i>Piliostigma thonningii</i>	*	X	X	0	21, 22, 27
<i>Prosopis africana</i>	R	X	0	0	21
<i>Pseudocedrela kotschyi</i>		X	0	0	21
<i>Pteleopsis suberosa</i>		X	X	0	5, 14
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	R	X	X	0	14, 21, 22
<i>Pterocarpus lucens</i>	*	X	X	0	21, 22
<i>Salvadora persica</i>	*	X	X?	X?	27
<i>Sclerocarya birrea</i>	R	X	X?	0	21, 22, 27
<i>Securidaca longipedunculata</i>	*	X	X?	0	14, 22
<i>Securinega virosa</i> (= <i>S. microcarpa</i>)	*	X	X	0	22
<i>Sterculia setigera</i>	R	X?	0	0	21, 22
<i>Stereospermum kunthianum</i>	R	X	X	0	21, 27
<i>Strychnos sp.</i>	R	X	0	0	22
<i>Strychnos spinosa</i>	R	X	0	0	14, 21
<i>Swartzia madagascariensis</i>		X	X	0	14
<i>Tamarindus indica</i>	R	X	X?	X?	27
<i>Tectona grandis</i>		X	0	0	17, 7
<i>Terminalia albida</i>		X	0	0	14
<i>Terminalia avicennioides</i>	R	X	0	0	21
<i>Terminalia laxiflora</i>	R	X	X	0	14, 21
<i>Terminalia macroptera</i>		X	X	0	5, 14
<i>Terminalia sp.</i>		X	X	0	22
<i>Vitex barbata</i> (= <i>Vitex madiensis</i>)		X	X	0	14
<i>Vitex diversifolia</i>		X?	0	0	-
<i>Vitex doniana</i>		X?	0	0	-
<i>Vitex sp.</i>		X	0	0	21, 22
<i>Ximenia americana</i>	R	X?	X	0	14, 21, 22, 27
<i>Xeroderris stühlmannii</i> (= <i>Ostryoderris chevalierii</i>)		X?	X?	0	5, 14, 22
<i>Ziziphus mauritania</i>	*	X	X	X	3, 6, 7, 21, 22, 26, 27
<i>Ziziphus mucronata</i>	*	X	X	0	6, 22

Définitions

Les définitions suivantes proviennent du dictionnaire forestier multilingue (Métro, 1975 ; Conseil International de la Langue Française) :

- Rejet :** 1- Toute pousse provenant d'une plante ligneuse, à un niveau quelconque, souche, tronc ou branche, le plus souvent à la suite d'un recépage.
2- Pousse provenant de la base d'une plante ligneuse, soit de la souche (rejet de souche), soit par drageonnement (drageon, surgen). Remarque : pour les graminées, le terme correspondant est talle.
- Drageon :** Pousse naissant au-dessous du niveau du sol, soit d'une racine (drageon racinaire) comme pour certains peupliers, soit d'un rhizome comme par exemple pour les bambous.
- Rhizome :** Tige modifiée, généralement avec accumulation de réserves nutritives, qui pousse le long et en-dessous de la surface du sol et qui produit des racines adventives, des feuilles écailleuses et des pousses réparties irrégulièrement sur toute leur longueur ; par exemple, chez les bambous, chez certaines fougères et lycopes, *etc.*

Origine

Rejets de souche

Ils proviennent de l'évolution de bourgeons proventifs ou adventifs.

Bourgeons proventifs

Encore appelés dormants, ils «attendent» une circonstance favorable pour se développer (lumière, surabondance de sève, remontée de la nappe phréatique, *etc.*). Ils restent dans l'écorce à l'état latent et ont, à l'endroit où ils sont insérés, le même âge que le ligneux qui les porte. Cette faculté d'évolution semble se conserver pendant de longues années et diminue avec l'âge pour finalement disparaître. Cependant, certains arbres morts depuis plusieurs années, gardent cette étonnante faculté. Ainsi, dans l'extrême nord du Sénégal, à Fété Olé, Poupon (1980) note un très important décalage¹ entre la mort présumée, voire la disparition de la partie aérienne, et la formation de rejet chez *Acacia senegal*.

1. «Notons que, d'une manière générale, il ne se forme jamais plus d'un seul rejet à la base d'un arbre dont la partie aérienne disparaît... une petite pousse se développant à la base de l'individu que nous considérons comme mort depuis quelques mois... C'est ainsi qu'en 1977, nous notons encore l'apparition de pousses à la base du tronc d'arbres que nous avions rayés des effectifs après la sécheresse de 1972. Cinq années après, il ne reste souvent de l'arbre originel, qu'un petit chicot à la base duquel va se former et croître le rejet... 29 *Acacia senegal* (cinq détruits par le feu en dépressions, dix-neuf coupés par les rats et cinq attaqués par le feu et par les rats) verront se former des rejets à la base de leur tronc.»

Bourgeons adventifs

Ils se développent à l'intérieur du bourrelet cicatriciel qui tend à recouvrir partiellement la section mise à nu par l'abattage.

Dragons

Ce sont des pousses qui émanent de racines, souvent traçantes, chez certaines espèces. Ce mode de régénération est plus limité que la production de rejets. Les espèces qui drageonnent sont moins nombreuses que les espèces qui rejettent. La cause première du développement de dragons est très souvent une mutilation de la tige (abattage, annélation par des éléphants, *etc.*) ou des racines.

D'aucuns différencient les dragons des rejets de racine. Ces derniers proviennent de l'évolution de bourgeons sur les racines (d'espèces non drageonnantes), mais à proximité immédiate de la souche (un ou deux centimètres)

Marcottes

Le marcottage aérien dans les pays secs ne peut être qu'artificiel. Dans la nature, on peut rencontrer des marcottes lorsque les rejets dominés et rampants sont recouverts par de la terre (pluie torrentielle, lit majeur de certaines rivières, *etc.*). La littérature scientifique est peu prolifique à ce sujet.

Quelques avantages et inconvénients de la multiplication végétative naturelle

Les rejets d'origine proventive sont de loin les meilleurs pour la régénération des taillis. Ils ont une assise très stable, en étroite relation avec la souche, car ils se développent sur le pourtour et à sa base, entre la section d'abattage et le sol. Par ce fait, ils sont souvent moins exposés que les bourgeons adventifs aux détériorations diverses. Lorsque la coupe a été exécutée au ras du sol, ils prennent naissance au contact de la terre et peuvent s'affranchir en développant leur propre réseau de racines, qui s'ajoute au système racinaire de la souche. Progressivement, à la périphérie de la souche-mère se produit un véritable rajeunissement.

Les rejets d'origine adventive, précieux chez les espèces présentant peu de bourgeons proventifs (comme c'est le cas dans les pays tempérés avec le hêtre et le bouleau), sont très généralement moins nombreux et surtout moins vigoureux que les rejets d'origine proventive. Dans la plupart des cas, ils sont grêles et attachés peu solidement à la périphérie de la section d'abattage. Leur situation les expose davantage aux dommages provoqués par le vent, le passage, *etc.* Rarement au contact du sol, ils ne peuvent s'affranchir et contribuent à l'épuisement de la souche, qui finit par perdre sa vitalité.

Les dragons prennent naissance dans le sol et généralement la racine n'est pas mise à nu sur toute sa longueur. Ils jouissent donc d'un milieu plus abrité et humide, qui leur permet de constituer, plus rapidement que les rejets proventifs, un système racinaire individuel.

Dans la forêt, il est souvent très difficile de distinguer un plant issu de semis ou de drageonnement. La vitesse de croissance du dragon est généralement supérieure à celle

d'un semis de l'année. Mais ce qui peut gêner l'inventaire, c'est qu'un semis âgé de plusieurs années, régulièrement brouté ou brûlé, s'il est protégé, peut avoir une croissance semblable à celle d'un drageon ; la distinction dans ce cas est difficile. La distance d'apparition d'un drageon est extrêmement variable et certains peuvent s'élever à plusieurs mètres de la plante-mère.

Par rapport au semis naturel ou au semis direct artificiel, la durée de la mise en défens pour les troupeaux, après exploitation, sera limitée à une période de six à vingt-quatre mois en fonction des espèces et de la station. Pour certaines espèces, six à dix mois suffisent pour permettre aux bourgeons terminaux des rejets et des drageons d'être hors de portée de la dent du bétail (sauf des dromadaires).

Le mode de régénération par rejet permet de sélectionner les meilleurs brins (à croissance initiale rapide, à bonne rectitude, *etc.*) pour ne garder que les plus vigoureux. Le dépressage manuel ne doit intervenir qu'une ou deux années après l'exploitation. Les marcottes s'érigent dans un milieu complètement abrité, sous les sédiments apportés par l'eau. Les brins créent un système racinaire indépendant. Les marcottes proviennent généralement de rejets rampants, précédemment dominés, donc susceptibles d'être privés de lumière, et partant moins vigoureux, voire étriqués. Les graines, si elles parviennent à germer et à s'installer définitivement, contribuent à maintenir une variabilité génétique importante. En revanche, il serait important de répondre à la question suivante concernant les rejets et les drageons : dans les régions très sèches, ou lors d'une succession d'années très sèches, la régénération est-elle principalement assurée par la multiplication végétative naturelle (rejets, drageons, marcottes) prenant le relais de l'ensemencement naturel ? Ce qui induirait à la longue une augmentation de la consanguinité. Car tous les arbres proches d'une souche-mère étant génotypiquement identiques, des risques de dégénérescence et de pertes de productivité et/ou de résistance à diverses attaques, pourraient se produire, surtout si après quelques années de sécheresse, un cycle humide permet à nouveau la germination et l'installation de graines (provenant alors du croisement d'arbres spatialement séparés, mais génotypiquement identiques).

En d'autres termes, en cas de sécheresse prolongée, une même espèce modifie-t-elle son mode de régénération (en passant par exemple d'une habituelle et prépondérante régénération par semis à une régénération par multiplication végétative) ? Une essence, qui normalement se régénère par semences, aura tendance à produire plus de graines, mais pas nécessairement à favoriser un mode de reproduction végétatif.

Recherches à préconiser

En plus de la question posée ci-dessus, de nombreuses zones d'ombre mériteraient un coup de projecteur, car peu d'expériences basées sur un dispositif statistique adéquat, ont été menées à ce jour. Parmi les questions que l'on peut se poser, nous citerons les suivantes :

- quelles sont les espèces qui rejettent (prépondérance de rejets proventifs/adventifs ?), drageonnent ou marcottent naturellement ?
- quelle est l'époque optimale pour obtenir des rejets proventifs ou des drageons en fonction de la station et quels sont les facteurs naturels qui influencent leur apparition

- (humidité du sol, de l'air ; lumière ou ombre, etc) ? Quels sont les types d'interventions artificielles à conseiller pour favoriser les rejets proventifs et les drageons (blessures, feux légers, hormones à appliquer, etc) ?
- peut-on réduire la fréquence de drageons d'une espèce non désirée en la coupant à contre-saison ?
 - comment favoriser le drageonnement d'une espèce souhaitée sans être ensuite envahi par un nombre excessif de drageons, induisant une réduction de la diversité génétique des autres espèces ?
 - pour les rejets de souche, quelle intensité de dépressage conseiller et quand faut-il opérer cette sélection ?
 - quelles sont les espèces qui peuvent rejeter presque indéfiniment (alors que d'autres ne conservent cette faculté que durant deux ou trois cycles) ?

Références

Les chiffres qui précèdent les références bibliographiques correspondent aux chiffres de la colonne de droite du Tableau I.

- (1) Arbonnier M., 1990. *Etude d'une savane graminéenne et forestière en vue de son aménagement à partir du cas de Koupentoum (Sénégal)*. Thèse Univ. Nancy I.
- (2) Arbonnier M. et Faye B., 1988. *Etude de la forêt classée de Koupentoum (fascicule 1)*. Projet d'Aménagement et de Reboisement des Forêts du Centre Est (PARCE), Min. Prot. Nat., Dakar.
- (3) Belem B., 1993. La multiplication végétative : le marcottage. *Arbre et Développement*, Ouagadougou, Burkina Faso, 4 : 14-16.
- (4) Bellefontaine R., 1995. *Choix du type de régénération pour aménager les forêts tropicales sèches*. Cinquième rencontre tripartite de chercheurs d'Afrique de l'ouest. Korhogo, mars 1995.
- (5) Blaffart H., 1990. *Etude de la régénération de la savane arborée dense en relation avec l'alimentation en bois de feu de Ouagadougou (Burkina Faso)*. Fac. Sc. Agronomiques de Gembloux, Belgique.
- (6) Catinot R., 1994. Aménager les savanes boisées africaines - un tel objectif semble désormais à notre portée. *Bois et Forêts des Tropiques*, 241 : 53-70.
- (7) Chaturvedi S.M.D., 1953. Vegetative propagation and forest tree improvement. *Indian Forester*, 79 : 176-183.
- (8) CIRAD-Forêt, 1989. *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev., caractères sylvicoles et méthodes de plantation. *Bois et Forêts des Tropiques*, 222 : 55-69.
- (9) Depommier D. et Nouvellet Y., 1992. *Rapport annuel d'activités. Campagne 1991-1992*. IRBET, Ouagadougou, Burkina Faso - CIRAD-Forêt, Nogent-sur-Marne, France.
- (10) El Nour M., El Khalifa K., Massimo K., El Hassen B., 1991. Preliminary study on seed germination treatment and vegetative propagation of *Balanites aegyptiaca* (L) Del. In : Riedacker A., éd. *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides*, John Libbey Eurotext, Paris : 413-416.

- (11) Ferry M., Toutain G., Monfort S., 1991. La multiplication du Palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). In : Riedacker A., éd. *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides*, John Libbey Eurotext, Paris : 353-363.
- (12) Giffard P.L., 1974. *L'arbre dans le paysage sénégalais. Sylviculture en zone tropicale sèche*. CIRAD-Forêt, Nogent-sur-Marne, France.
- (13) IRBET - CTFT, 1990. *Rapport annuel d'activités 1989*. Institut de Recherche en Biologie et Ecologie Tropicale, Ouagadougou, Burkina Faso.
- (14) Kelly B.A., 1995. *Régime de taillis sous-futaie dans la forêt classée de Farako (résultats après cinq années de suivi)*. Centre Régional de Recherche Agronomique de Sikasso. Note technique n°19.
- (15) Louppe D., 1991. *Guiera senegalensis*, espèce agroforestière ? *Bois et Forêts des Tropiques*, 228 : 41-47.
- (16) Louppe D., 1993. *Rapport d'activités Année 1992*. IDEFOR/Antenne de Korhogo.
- (17) Monteuis R., 1995. Propagation clonale de tecks matures par bouturage horticole. *Bois et Forêts des Tropiques*, 243 : 25-39.
- (18) Nasi R., 1994. *La végétation du centre régional d'endémisme soudanien au Mali. Etude de la forêt des Monts Mandingues et essai de synthèse*. Thèse Univ. Paris-Sud Orsay.
- (19) N'Diaye I., Badji S., Geslot A., Merlin G., Neville P., 1991. Recherche de conditions favorables à l'enracinement de boutures d'*Acacia senegal* (L.) Willd. In : Riedacker A., éd. *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides*, John Libbey Eurotext, Paris : 315-322.
- (20) Nouvellet Y., 1992. *Evolution d'un taillis de formation naturelle en zone soudanienne du Burkina Faso*. Thèse Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI.
- (21) Ouédraogo K. et Kaboré C., 1994. *Aménagement des forêts sèches : le cas du Burkina Faso*. FAO, Rome, Italie.
- (22) Parkan J., Benembarek M., Meijer J.J., 1988. *Aménagement forestier et reboisement villageois de Koulikoro. Inventaire en éléments d'aménagement forestiers des massifs de Woro et de Dialakoro*. Ministère de l'Environ. et de l'Elevage, Mali et FAO-Fo : GCP/MLI/019/NET, document de travail n° 9.
- (23) Poupon H., 1980. *Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au nord du Sénégal*. Thèse Univ. Paris-Sud Orsay.
- (24) Saint-Sauveur (de) A., 1991. Le Moringa, un arbre à multiples usages pour le Sahel. In : Riedacker A., éd. *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides*, John Libbey Eurotext, Paris : 441-446.
- (25) Salle G., Boussim J., Raynal-Roques A., Brunck F., 1991. Le Karité : état de nos connaissances et perspectives de recherche. In : Riedacker A., éd. *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides*, John Libbey Eurotext, Paris : 427-439.
- (26) Tolkamp G.W., 1991. *Marcottage d'Acacia albida, Anogeissus leiocarpus, Khaya senegalensis et Ziziphus mauritiana*. Centre National de Semences Forestières, Ouagadougou, Burkina Faso.
- (27) Von Maidel H.J., 1983. *Arbres et arbustes du Sahel. Leurs caractéristiques et leurs utilisations*. GTZ, Eschborn, Allemagne.

9

Fonctionnement hydrologique et biologique à l'échelle locale. Cas d'une brousse tigrée au Niger

S. GALLE, J. SEGHERI, H. MOUNKAILA

ORSTOM, Niamey, Niger.

Résumé

La structure contrastée de la brousse tigrée a un fonctionnement hydrique et biologique particulier. Une bande nue sert d'impluvium à la bande de végétation située en aval, qui bénéficie ainsi d'un apport en eau supérieur à la pluie. L'apport du ruissellement de la zone nue sur le fonctionnement hydrique et biologique de l'écosystème a été étudié. Les observations effectuées sur deux bandes de végétation pendant quatre années ont permis de quantifier la redistribution de l'eau dans l'écosystème et ses conséquences sur le cycle biologique des espèces ligneuses et herbacées dominantes. On montre que la suppression de l'apport d'eau de la zone nue (par construction d'une digue) modifie le cycle de vie et réduit notamment la fructification des espèces végétales. A terme, elle pourrait perturber la survie des espèces ligneuses, et particulièrement celles situées en amont du fourré, dans la zone pionnière.

Ces résultats permettent d'apporter plusieurs propositions pour une gestion raisonnée de ce type de forêt contractée.

Introduction

La brousse tigrée est un type de végétation constitué d'une alternance de bandes nues et de bandes de végétation. Au Niger, ce type de forêt naturelle se rencontre sur les plateaux latéritiques. Cette forêt constitue une part importante de l'approvisionnement en bois énergie. Il est donc nécessaire de comprendre le fonctionnement hydrologique et biologique de cet écosystème particulier pour pouvoir le gérer rationnellement. La zone nue, qui reçoit des pluies violentes sans la protection d'un couvert végétal arboré, est encroûtée. Elle génère un ruissellement important qui s'infiltre dans l'arc de végétation situé en aval. Les bandes de végétation bénéficient ainsi d'un apport supplémentaire d'eau (White 1971, Cornet, 1992). De façon plus précise, l'arc de végétation se décompose en trois zones décrites par Ambouta (1997) : la zone pionnière située en amont, le cœur du fourré et la zone de sénescence en aval. L'objectif de ce travail est de quantifier l'apport du ruissellement généré sur la bande nue, dans les différentes zones de l'arc de végétation, et son impact sur le développement de la végétation associée. Pour ce faire, nous avons étudié :

- la répartition de l'eau dans le sol d'une bande de végétation recevant un ruissellement (bande non perturbée), et une bande où ce ruissellement est supprimé. La répartition a été étudiée pendant plusieurs années de pluviosités différentes.
- les conséquences de cette répartition sur le cycle de vie de la végétation ligneuse et herbacée.

L'objectif de ce travail est de montrer l'importance de l'impluvium naturellement constitué par les zones nues et d'en déduire les conséquences d'un reboisement de la zone nue qui supprimerait ou limiterait l'apport d'eau par ruissellement. Cette expérimentation drastique ne cherche cependant pas à simuler un aménagement forestier réel. Les demi-lunes, généralement utilisées par les forestiers, laissent une partie de l'eau ruisselée atteindre le fourré en aval. Par l'érection d'un mur, on a supprimé totalement l'une de principales composantes de l'alimentation hydrique du fourré afin de quantifier son influence exacte.

Matériel et méthodes

La brousse étudiée est de type «tigrée» typique, avec faciès en rosace (Ambouta, 1997). Elle est située près du village de Banizoumbou, à 70 km au nord-est de Niamey. L'étude s'est déroulée de 1992 à 1995 et concerne deux arcs de végétation (Figure 1). Sur chaque arc, les profils hydriques ont été suivis par la méthode neutronique dans la zone dénudée, la zone pionnière, le cœur du fourré et la zone de sénescence. La végétation est composée d'une strate ligneuse et d'une strate herbacée annuelle. La strate ligneuse a fait l'objet d'un dénombrement exhaustif des individus par espèce. La strate herbacée a été suivie sur des transects de 20 m, perpendiculaires à la bande boisée. Après un inventaire des espèces présentes, de leur localisation préférentielle et de leur importance relative, le cycle phénologique des quatre espèces dominantes a été suivi. Ce suivi a été effectué de 1992 à 1995 pour la strate herbacée, et de 1994 à 1995 pour la strate ligneuse.

Après avoir vérifié l'homogénéité des comportements hydrique et biologique des deux arcs pendant une année témoin (1992), un mur en ciment a été construit à la lisière amont d'un arc de végétation (mars 1993). Ce mur avait pour but de supprimer tout apport d'eau venant de la zone nue (Figure 1). La différence entre les stocks d'eau disponible dans les deux arcs de végétation (arc non perturbé et arc endigué) indique la quantité d'eau apportée par ruissellement. Les différences observées dans le cycle phénologique des espèces végétales dominantes des deux bandes sont mises en rapport avec la disponibilité en eau. L'impact de l'apport en eau issu du ruissellement de la zone nue a été suivi pendant trois saisons de pluies consécutives.

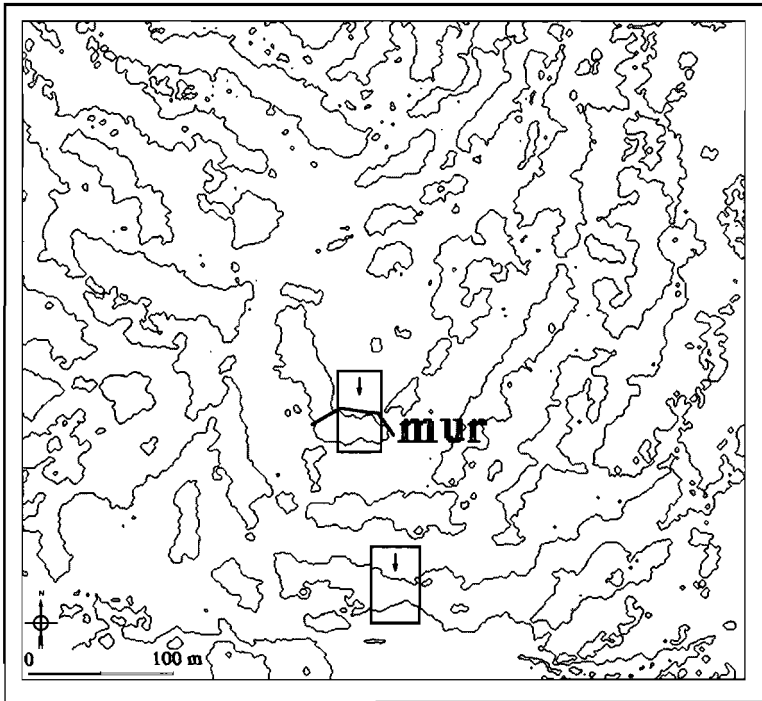


Figure 1. Cartographie du site de Sofiabangou montrant le contour des bandes de végétation, l'emplacement des parcelles de suivi du stock hydrique et du cycle phénologique de la végétation et la localisation du mur.

Résultats

Caractérisations hydrique et biologique en conditions naturelles

En ce qui concerne la strate ligneuse, les espèces *Combretum micranthum* et *Guiera senegalensis* représentent respectivement 60% et 13% de la surface terrière des plantes ligneuses. Ces deux espèces sont des *Combretaceæ*. Dans la strate herbacée, les espèces les plus abondantes sont *Microchloa indica* (*Gramineæ*) et *Cyanotis lanata* (*Commelinaceæ*) avec respectivement 67% et 21% du nombre de pieds.

L'importance de l'infiltration dans chaque zone est caractérisée par le stock maximum annuel d'eau disponible. Il est défini comme égal à la différence entre le stock maximum mesuré au cours de la saison des pluies, et le stock minimum mesuré en fin de saison sèche.

La coupe transversale schématisée d'une unité élémentaire de brousse tigrée (Figure 2) montre la répartition dans la bande des espèces dominantes, ainsi que le stock d'eau maximum disponible (cf. Tableau I) dans chacune des 4 zones pendant l'année témoin (précédant la construction du mur), soit :

- 1) une zone nue avec un sol encroûté peu perméable, ce qui engendre un faible stock hydrique ne dépassant pas 40 cm en profondeur, et un fort ruissellement ;
- 2) une zone pionnière couverte par de petits arbustes épars (*Guiera senegalensis* dominant) et une strate herbacée basse (< 10 cm de haut) dominée par *Microchloa indica* qui forme une population quasi monospécifique dans la partie amont. L'eau en provenance de l'amont peut y stagner et le front d'infiltration atteint 1,60 m ;
- 3) le cœur du fourré où des arbres matures de *Combretum micranthum* (hauteur maximale = 8 m) dominant le couvert. Pour la strate herbacée, *Cyanotis lanata* domine essentiellement dans la partie amont du cœur du fourré sous le couvert des arbres, où elle constitue par place une population monospécifique. Puis la litière devient très épaisse et l'ombre prononcée, et aucune plante herbacée ne subsiste. Au cœur du fourré, la densité de racines est très élevée et la macroporosité liée à l'activité faunique est importante (termites essentiellement ; Lepage et Ouédraogo, 1997). Le stock hydrique disponible est très important (530 mm), et le front d'infiltration dépasse 5,60 m, la profondeur maximale des observations ;
- 4) la zone à chicots, où *Combretum micranthum* domine, est constituée d'une densité importante d'arbres morts sur pied, elle est également appelée « zone de sénescence ». Le stock hydrique du sol y est faible, à peine supérieur à celui de la zone nue, le front d'infiltration atteint 60 cm.

Chaque zone est ainsi caractérisée par un stock hydrique différent et des espèces végétales dominantes propres (Tableau I). Par conséquent, l'étude du fonctionnement doit tenir compte des associations espèces dominantes / profils hydriques de chaque zone. Le fonctionnement sera détaillé pour le front pionnier et le cœur du fourré.

Tableau I. Quantités maximales d'eau disponible (SM) dans la tranche de sol 0-3,40 m, profondeur du front d'infiltration et espèces dominantes (ligneuse et herbacée), selon les zones de brousse tigrée.

zone	SM-1992 (mm)	profondeur du front d'infiltration (m)	espèces dominantes
sol nu	106	0,40	-
front pionnier	200	1,60	<i>Guiera senegalensis</i> <i>Microchloa indica</i>
cœur du fourré	530	> 5,60	<i>Combretum micranthum</i> <i>Cyanotis lanata</i>
zone de sénescence	132	0,60	Arbres morts

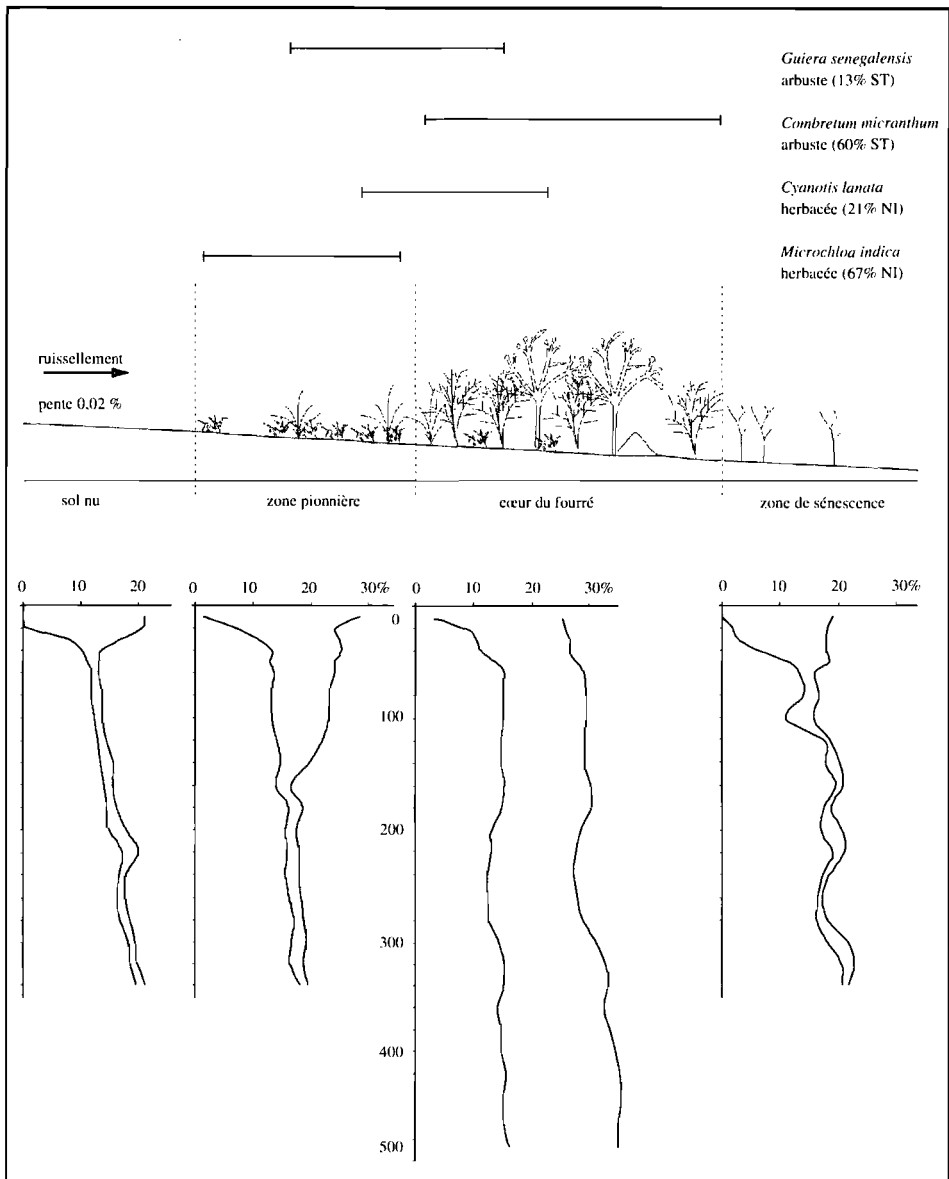


Figure 2. Coupe schématique d'une unité de brousse tigrée : répartition des espèces dominantes herbacées et ligneuses et profils hydriques minimum et maximum dans chacune des 4 zones. (ST = surface terrière ; NI = nombre d'individus)

Caractéristiques pluviométriques des années d'observation

Si on compare la pluviosité des quatre années de l'étude (Figure 3), on constate que l'année témoin 1992 a été une année plutôt sèche (425 mm), par rapport à la moyenne calculée sur 80 ans (560 mm), mais dont les pluies ont été relativement bien réparties.

L'année 1993 a été mieux arrosée (512 mm), mais les pluies étaient très mal réparties avec trois semaines sans pluie de mi juin à début juillet, au moment du redémarrage de l'activité photo-synthétique. La saison des pluies de 1994 a été particulièrement précoce (pluie de 10 mm dès le mois de mai), bien arrosée (672 mm au total) et les précipitations ont augmenté régulièrement au cours de la saison. La saison des pluies 1995 a été tardive (10 mm seulement mi juin), et irrégulière (10 jours sans pluie en juillet).

Les conséquences de la pluviosité sur l'infiltration et la phénologie de la végétation vont se traduire différemment, non seulement en fonction de la quantité d'eau totale précipitée, mais aussi en fonction de la répartition des pluies.

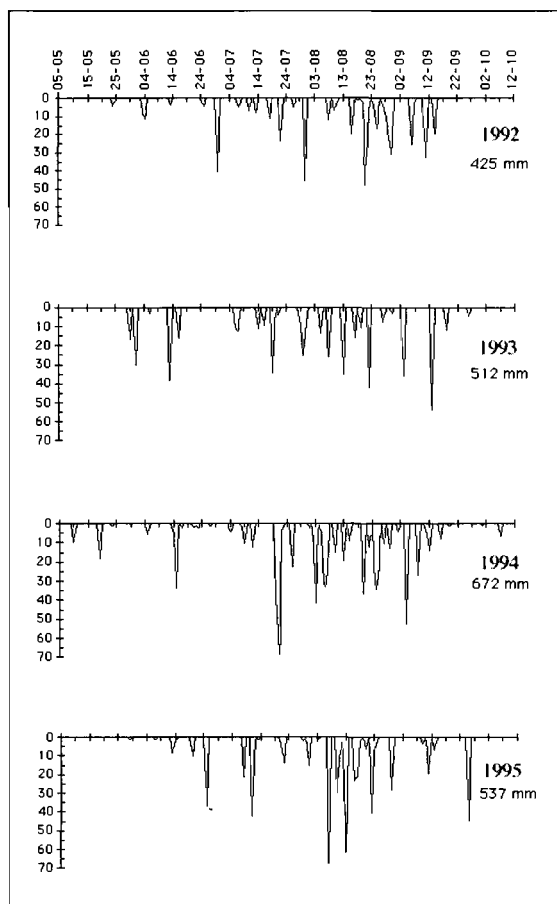


Figure 3. Répartition des pluies (en mm) de 1992 à 1995.

Variation du stock hydrique avec la pluviosité annuelle

Sur la partie supérieure de la Figure 4, apparaît le stock d'eau disponible dans le sol pour chaque année, et pour chacune des quatre zones précédemment définies. Les années 1993 et 1995, qui ont une pluviosité proche, sont comparables sur le plan de l'infiltration dans chacune des quatre zones de la brousse tigrée. L'année 1994 en revanche est une année très pluvieuse, et l'infiltration de l'eau dans le sol y est plus importante dans la bande de végétation (front pionnier, cœur et zone de sénescence). Les zones qui semblent les plus favorisées en 1994 sont la zone pionnière, où le front d'infiltration atteint 2,20 m, au lieu

de 1,00 m en 1993 et 1995, et la zone de sénescence où le front passe de 0,40 m à 1,00 m. Dans le cœur du fourré, le stock hydrique de l'horizon 0-3,40 m ne varie pas. Cependant, le front d'infiltration dépasse 3,40 m, le flux de drainage est non nul. C'est dans les couches de sol plus profondes que le stock varie suivant les années. On en conclut qu'une bonne année est favorable à l'ensemble des zones constituant la bande de végétation, y compris la zone de sénescence. Seul le stock disponible dans la zone nue ne varie pas avec la pluviosité, ce qui traduit l'imperméabilité des pellicules superficielles.

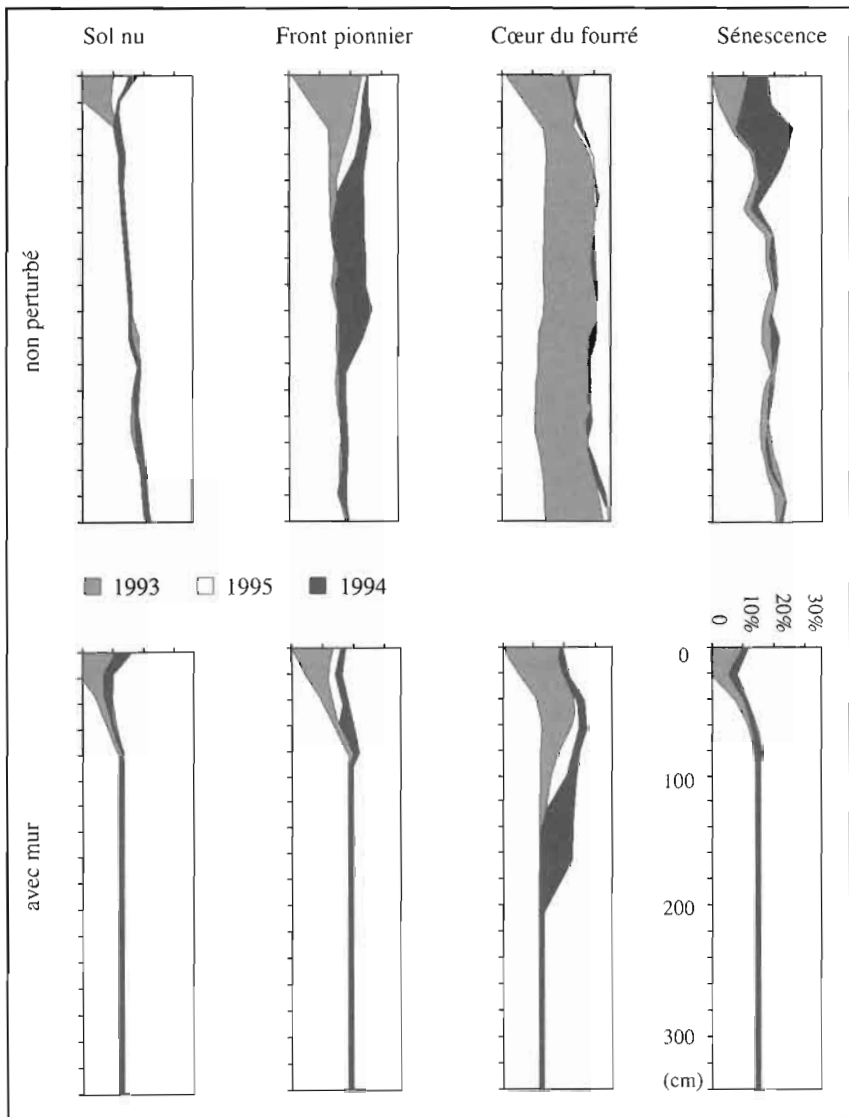


Figure 4. Profils minimum et maximum observés pour chacune des 4 zones, avec et sans le mur, de 1993 à 1995.

Importance du ruissellement venant du sol nu dans l'alimentation en eau du fourré

Le haut de la Figure 4, discuté ci-dessus, présente l'infiltration dans les différentes zones lorsqu'elles sont alimentées à la fois par la pluie directe et par le ruissellement provenant du sol nu. La partie inférieure de la Figure 4 présente l'infiltration dans les mêmes zones et pour les mêmes années, mais derrière le mur, c'est-à-dire sans la contribution du ruissellement de la zone nue.

Pour chaque zone de végétation (front pionnier, cœur et zone de sénescence), la différence entre les stocks d'eau disponibles avec et sans mur (haut et bas de la Figure 4) donne la part de l'infiltration liée au ruissellement. Cette part varie pour une même zone en fonction de l'année.

Le ruissellement de la zone nue profite peu à la zone pionnière en 1993 et 1995, mais il contribue beaucoup à son alimentation en 1994, année très pluvieuse. Au cœur du fourré, il est tout à fait flagrant que le ruissellement de la zone nue constitue le principal apport hydrique, bien supérieur à la pluie directe, et ceci quelle que soit l'année. Dès 1992, Galle et Peugeot (1993) ont pu mesurer, sur plusieurs événements pluvieux, des infiltrations dans le cœur du fourré égales à 7 fois la pluie. La très bonne infiltrabilité du cœur du fourré est due à la forte macroporosité liée aux termites, qui permet des transferts d'eau importants et rapides.

En zone de sénescence enfin, le ruissellement provenant de la zone nue alimente cette zone de façon très nette en 1994 : en cas de forte pluviométrie, une partie non négligeable du ruissellement traverse le fourré pour s'infiltrer dans la zone de sénescence. Sans être nul, cet apport est nettement moins important pour les années moyennes 1993 et 1995. La zone de sol nu en amont des arcs de végétation constitue donc un impluvium qui permet de suralimenter l'ensemble du fourré pour une très bonne année, mais presque exclusivement le cœur de bande pour des années moyennes.

Si l'on s'intéresse maintenant aux conséquences de la répartition du stock d'eau sur le développement de la végétation, il faut considérer uniquement la profondeur de sol occupée par les racines des plantes considérées. Par exemple, en ce qui concerne les plantes annuelles, les 40 premiers centimètres renferment la quasi-totalité des racines. Dans cette tranche de sol, l'apport du ruissellement de la zone nue est faible en zone pionnière, et indétectable dans la zone de cœur, celle-ci étant saturée avec ou sans apport. L'apport par ruissellement profite aux horizons plus profonds et donc plutôt aux ligneux.

Influence du ruissellement sur les cycles phénologiques de la végétation

Nous décrivons tout d'abord les conséquences de la suppression du ruissellement sur le cycle de vie de la strate herbacée, puis sur celui de la strate ligneuse.

Au cœur du fourré, aucune différence du **cycle de vie de la végétation annuelle** (*Cyanotis lanata*) n'a été observée entre les arcs bénéficiant ou non de ruissellement.

Ce résultat est cohérent avec celui obtenu pour le stock hydrique de la tranche 0-40 cm. Dans la zone pionnière en revanche, l'absence de ruissellement a pénalisé l'espèce annuelle *Microchloa indica* (1993, Figure 5).

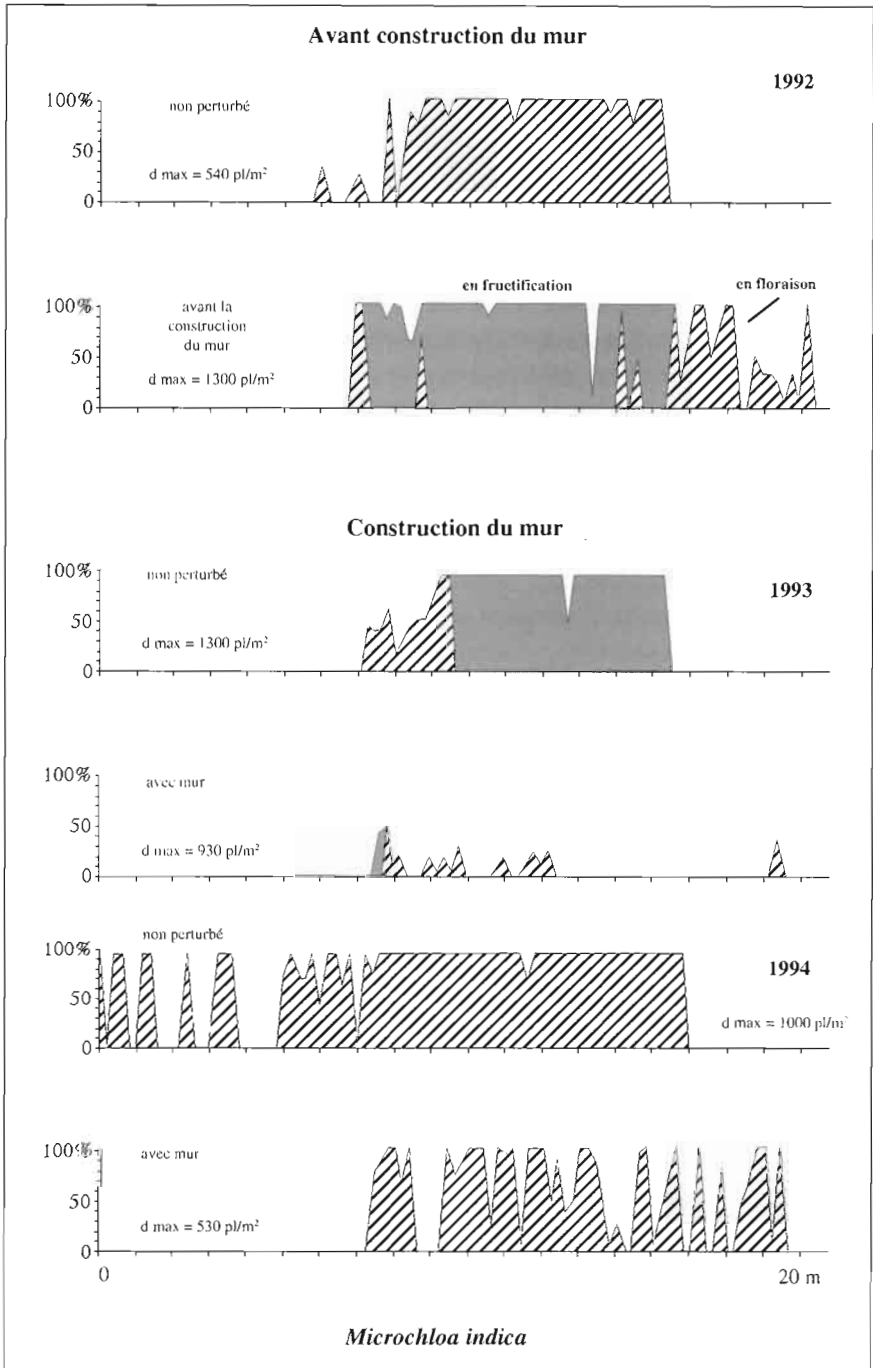


Figure 5. Phénologie de *Microchloa indica* début septembre, sur deux transects de 20 m, avec et sans le mur, de 1992 à 1994. (% d'individus dans l'état phénologique correspondant)

Dès la première saison des pluies qui a suivi la construction du mur, la proportion de la population en reproduction a considérablement diminué sur l'arc endigué, par rapport à l'année précédente sur le même arc et par rapport à l'arc non endigué les deux années. De plus, la densité de plantes a diminué sur l'arc perturbé (de 1 300 à 930 plantes/m²) tandis qu'elle a augmenté sur l'autre (de 540 à 1 300 plantes/m²). L'effet du mur a donc été important en 1993, où les pluies étaient irrégulières en début de saison. En 1994, le pourcentage de population en reproduction début septembre atteint 100% sur les deux arcs, mais de façon non continue et avec une densité plus faible derrière le mur. Une année aux pluies abondantes et bien réparties limite donc l'impact du ruissellement sur la régénération des annuelles en zone pionnière.

En conclusion, l'impact du ruissellement sur le cycle de vie des annuelles qui exploitent les ressources hydriques des couches superficielles du sol est relativement peu sensible. On l'observe uniquement en zone pionnière et seulement pour des années de faible pluviosité.

En ce qui concerne le **cycle phénologique des arbres**, la réaction de l'espèce dominant la zone pionnière a été différente en ampleur et en nature de celle de l'espèce dominant le cœur du fourré. En effet en zone pionnière, le taux de feuillaison de *Guiera senegalensis* (Figure 6) s'est maintenu à son maximum de 100% beaucoup moins longtemps (deux mois de moins) en l'absence de ruissellement. L'ensemble des arbres est resté défeuillé pendant plus d'un mois en saison sèche, contrairement à l'arc non perturbé pour lequel le taux minimum était de 20%. De plus, contrairement à l'arc laissé en conditions naturelles, l'arc perturbé n'a jamais la totalité de ses arbres en fleur durant les deux années d'observation (maximum atteint = 90%). Enfin le succès de reproduction, c'est-à-dire la réalisation de la fructification, est le critère final. En 1994, derrière le mur, on observe 20 % des arbres en fructification pendant 1 mois et demi, alors que 100% des arbres portent des fruits pendant 9 mois sur la bande en conditions naturelles. En 1995, les variations entre les deux arcs sont du même ordre. Le déclenchement de la phase de reproduction a lieu au même moment sur les deux arcs, malgré des ressources hydriques différentes. En revanche, la durée de la floraison et, surtout, de la fructification, ainsi que la proportion maximale de la population dans l'une de ces deux phases ont considérablement diminué. Elles semblent de plus avoir été limitées dans le temps par la fin de la saison des pluies. Seghieri *et al.* (1995) obtiennent des différences comparables pour des espèces ligneuses du Nord-Cameroun entre un sol rendu peu perméable par une dégradation extrême (les «hardé»), et des sols en bon état. En climat semi-aride, le manque de ressources hydriques se traduit souvent par un recalage des phases phénologiques sur la saison des pluies, et une diminution du succès de reproduction de la population. En conséquence, la suppression de l'apport en eau du ruissellement généré sur la zone nue sera fatale, à relativement court terme, à la régénération des arbres de la zone pionnière.

En revanche, l'effet du mur sur les arbres dominant le cœur du fourré a été beaucoup moins spectaculaire (Figure 7). Il n'y a eu qu'un léger retard, d'une semaine ou deux, des différentes phases (feuillaison, floraison et fructification), sur l'arc privé du ruissellement amont, par rapport à l'arc non perturbé. Le taux maximum de feuillaison a été atteint un peu plus lentement et le taux de fructification maximum a été inférieur de 10 à 15% sur l'arc perturbé.

On observe donc un effet du mur plus atténué qu'en zone pionnière mais qui, à long terme, pourrait perturber la survie de l'espèce. On remarque que la floraison n'a pas été touchée, mais que, contrairement à celle de *Guiera senegalensis*, elle est centrée sur la saison des pluies, donc sur la période la plus favorable de l'année.

Synthèse

La pluviosité a un effet sur la quantité d'eau infiltrée, non seulement par la quantité totale d'eau précipitée, mais aussi par sa répartition en début de saison. Par exemple, 1992 a été une année plutôt sèche par rapport à la moyenne pluviométrique sur 80 ans, mais les pluies, bien réparties, ont permis une infiltration plus forte qu'en 1993, où le cumul annuel est pourtant plus abondant. Enfin, les résultats de 1994 confirment qu'une année bien arrosée avec une répartition des pluies régulière implique une très bonne infiltration.

Le Tableau II synthétise l'apport du ruissellement sur le fonctionnement de chacune des deux zones de végétation. On y a qualifié la différence observée entre les deux bandes avec et sans mur. En zone pionnière, cet effet a été fort à la fois sur l'infiltration, quelle que soit la profondeur de sol considérée, et sur la végétation quelle qu'elle soit (ligneuse ou annuelle). Cela est vrai pour toutes les années, avec une atténuation possible pour les annuelles au cours d'années particulièrement bien arrosées. Au cœur du fourré, l'apport du ruissellement est différent suivant la tranche de sol considérée, et donc pour chaque type de végétation. L'effet est nul sur l'infiltration dans les 40 premiers cm de sol, et donc faible sur les annuelles. L'effet du mur est fort sur l'infiltration jusqu'à 1 m, mais avec une compensation possible les années très favorables, comme 1994.

En comparaison, l'effet du mur sur les arbres du cœur du fourré semble plutôt faible, mais une seule année d'observation est insuffisante pour conclure. La faible influence peut s'expliquer si la majorité de l'eau exploitée par *Combretum micranthum* est celle des horizons superficiels, mais cela reste à vérifier.

Tableau II. Effet de l'apport du ruissellement sur le fonctionnement de chacune des deux zones de végétation.

Front pionnier	1993	1994	1995
Infiltration 0-40 cm	FORT	FORT	FORT
Annuelles	FORT	moyen	
Infiltration 0-100 cm	FORT	FORT	FORT
Arbres		FORT	FORT
Cœur du fourré	1993	1994	1995
Infiltration 0-40 cm	0	0	0
Annuelles		<i>faible</i>	<i>faible</i>
Infiltration 0-100 cm	FORT	<i>faible</i>	FORT
Arbres			<i>faible</i>

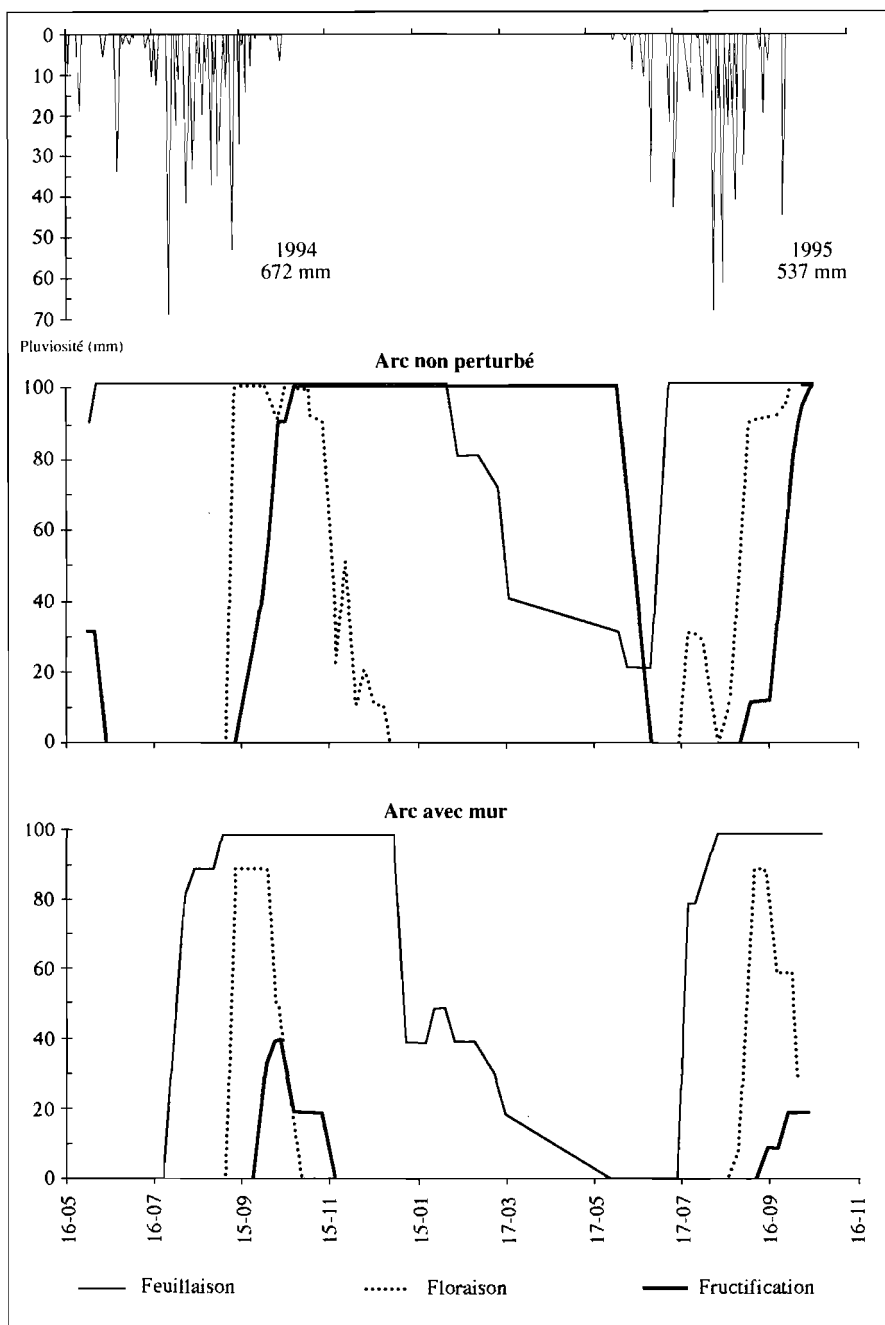


Figure 6. Cycle phénologique de *Guiera senegalensis* :

différences entre des arbres en conditions naturelles, ou situés derrière un mur.

(Le premier graphé donne la pluviométrie associée. Les ordonnées des 2 autres graphes expriment le % de la population se trouvant dans l'état phénologique correspondant).

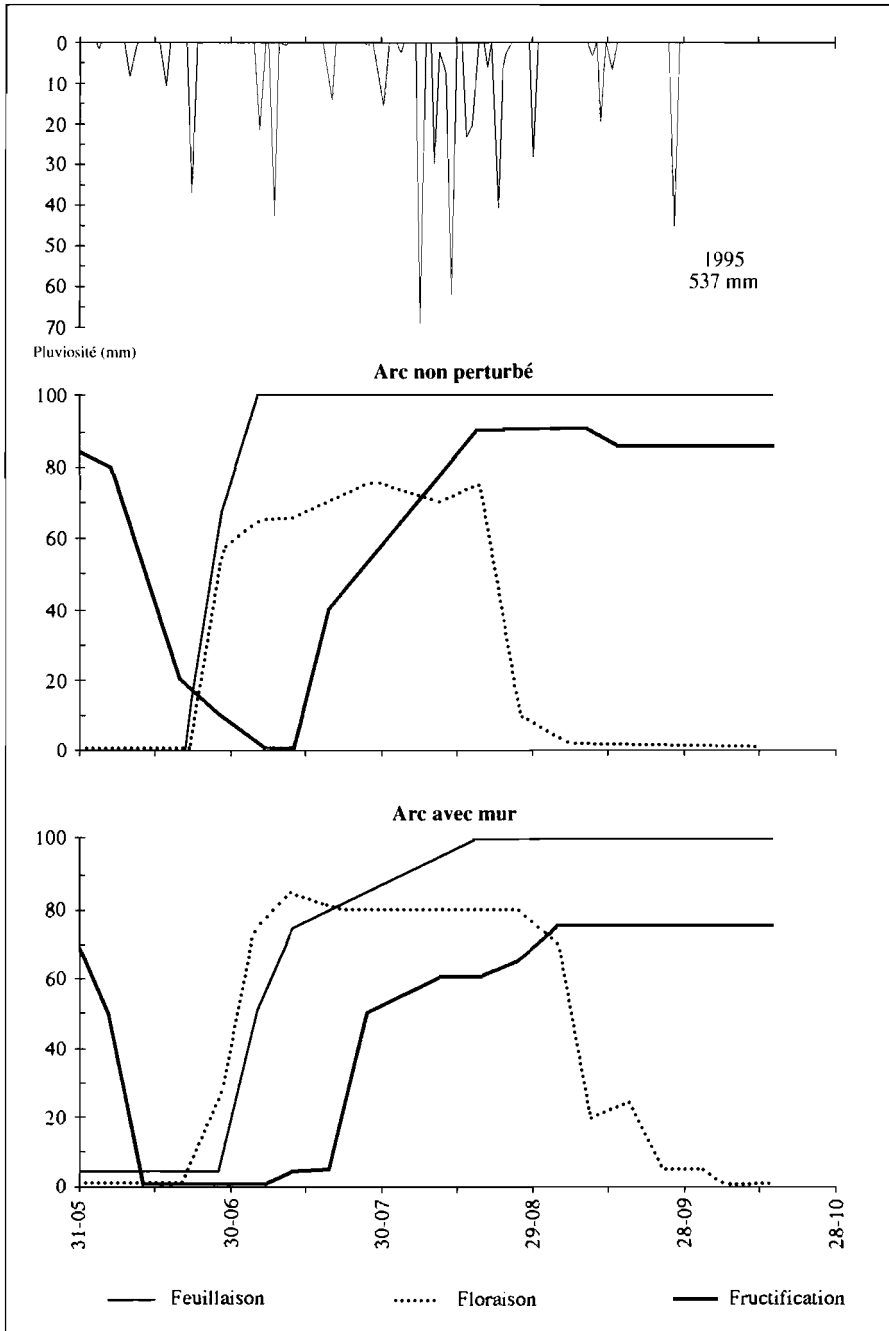


Figure 7. Cycle phénologique de *Combretum micranthum* : différences entre des arbres en conditions naturelles, ou situés derrière un mur. (Le premier graphique donne la pluviométrie associée. Les ordonnées des 2 autres graphes expriment le % de la population se trouvant dans l'état phénologique correspondant).

Conclusion

La zone nue en amont et l'arc végétalisé immédiatement en aval, constituent l'unité élémentaire fonctionnelle indissociable de l'écosystème brousse tigrée. Nous en tirerons deux conclusions principales sur les aménagements des forêts de plateaux.

- 1) Des plantations dans les zones nues d'une brousse tigrée, qui auraient pour objectif d'augmenter la densité d'arbres, aboutiraient à un effet inverse : en supprimant, ou en limitant l'apport d'eau généré sur la bande nue, ils auraient pour conséquence à long terme de dégrader, voire de tuer, les arbres de la bande avale initiale. L'effet serait moindre sur la végétation herbacée.
- 2) Sur les plateaux ayant été couverts autrefois par des brousses tigrées mais qui seraient actuellement totalement nus suite à des coupes rases, l'efficacité du reboisement sera maximisée si les plantations se font en bandes perpendiculaires à la pente. Les bandes reboisées devront être suffisamment espacées pour que l'impluvium formé par la bande nue fournisse un apport en eau qui couvre les besoins de la plantation avale. La largeur des bandes nues doit être fonction de la moyenne locale des pluies, comme on l'observe pour les forêts contractées naturelles.

Références

- Ambouta J.M.K., 1997. Définition et caractérisation des structures de végétation contractée au Sahel : cas de la brousse tigrée de l'est nigérien. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 41-57.
- Cornet A., 1992. Relation entre la structure spatiale des peuplements végétaux et le bilan hydrique de quelques phytocénoses en zone aride. In : Le Floch E., Grouzis M., Cornet A., Bille J.C., eds. *L'aridité, une contrainte au développement*. ORSTOM éditions, coll. Didactiques, Paris : 241-261.
- Galle S. et Peugeot C., 1993. *Soil water spatial distribution on tiger bush in Niger*. AGU fall meeting, San Francisco. Eos Trans. (74) 43 : C253.
- Lepage M. et Ouédraogo P. 1997. Rôle des termites en brousse tigrée. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 81-94.
- Seghieri J., Floret C., Pontanier R., 1995. Plant phenology in relation to water availability. Herbaceous and woody species in the savannas of northern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, 11 : 237-254.
- White L.P., 1971. Vegetation stripes on sheet wash surfaces. *Journal of Ecology*, 59 : 615-622.

10

Productivité comparée des formations structurées et non structurées dans le Sahel nigérien

Conséquences pour la gestion forestière.

A. ICHAOU¹ et J.M. d'HERBÈS²

¹ *Direction de l'Environnement, MHE, Niamey, Niger.*

² *ORSTOM, Niamey, Niger.*

Résumé

En région sahélienne, sous une pluviométrie identique, voire sur un même plateau cuirassé, peuvent coexister des formations peu ou pas structurées et des formations contractées en bandes bien organisées. Les bandes de végétation bénéficiant d'un apport d'eau en provenance des bandes nues, il est logique d'en attendre une production végétale supérieure. Mais la production globale de l'unité de plateau fortement structurée est-elle supérieure à celle d'une organisation plus diffuse ?

Une étude comparative a été conduite sur deux sites structurés différemment : Banizoumbou, brousses tigrées «typiques» et Tientiergou, brousses diffuses à ponctuées. Les paramètres de la structure de la production ont été mesurés sur des parcelles de 20 x 50 m le long de transects de plusieurs kilomètres de longueur.

Les résultats montrent que, pour des âges de peuplement (13 et 12 ans en moyenne) et des conditions d'exploitation sensiblement identiques, la phytomasse aérienne sur pied du système structuré est plus importante que celle des systèmes moins organisés, que ce soit ramené à l'hectare «végétalisé» (27, 6 t/ha) ou à l'hectare de plateau (zones nues comprises : 17,5t/ha contre 15t/ha pour la brousse diffuse). Ces phytomasses correspondent à des volumes exploitables (diamètres de tiges ≥ 4 cm) atteignant 14 m³ (39 stères/ha) en brousse tigrée contre 8 m³ (19,5 stères/ha) en brousse diffuse.

Introduction

La contraction des formations végétales dans les zones arides et semi-arides a souvent été assimilée à une dégradation du milieu, alors que dans les conditions sahariennes, il paraît naturel que la végétation se rencontre dans les lieux de concentration des eaux de ruissellement : ce sont alors les seules opportunités pour l'existence même d'une végétation. Noy-Meir (1973) a cependant montré que la contraction de la végétation en zone aride était non seulement une nécessité, mais pouvait également produire les conditions d'une production supérieure à celle d'une formation végétale uniformément répartie sur l'ensemble de la surface.

Ambouta (1984 ; 1997) a caractérisé et nommé les différentes formes de contraction rencontrée sur les plateaux latéritiques du sud-ouest nigérien, des brousses tigrées «typiques», présentant des alternances régulières de bandes végétalisées et de bandes nues, aux brousses «persillées» ou «mouchetées». Il a été démontré par les études de fonctionnement (Galle *et al.*, 1997) que la bande nue était essentielle au fonctionnement de la brousse tigrée. Il est admis par de nombreux auteurs, tant en Afrique (Ambouta, 1984 ; Mac Fadyen, 1950 ; Boaler et Hodge, 1964 ; White, 1971), que sur d'autres continents (Slatyer, 1961 ; Tongway et Ludwig, 1990 pour l'Australie ; Cornet *et al.*, 1992 pour le Mexique), que la différenciation en deux phases traduit un fonctionnement hydrologique permettant à la bande nue de jouer le rôle d'un impluvium, dont les eaux de ruissellement alimentent la bande de végétation, éventuellement structurée elle-même en plusieurs zones selon leur position, de l'amont à l'aval. Cette disposition permet à la végétation de disposer de ressources en eau bien supérieures à celles apportées par la seule pluie, et donc à certaines espèces de prospérer dans des zones climatiques qui leur sembleraient *a priori* inaccessibles (Leprun, 1992).

Il est donc attendu que la végétation de la bande, suralimentée en eau, disposant de conditions de croissance améliorées, ait une production supérieure à celle d'une végétation ne bénéficiant que de la pluie. La question qu'on ne peut alors manquer de se poser, est celle de savoir si cette production, ramenée à l'unité de surface incluant les deux phases, reste supérieure à celle d'une végétation moins ou pas du tout organisée, dans les mêmes conditions climatiques. Indépendamment de l'intérêt théorique de la réponse, l'enjeu pour le gestionnaire est évident : si l'avantage reste à la formation contractée, l'aménagement et la gestion doivent non seulement respecter, mais tenter de reproduire cette forme naturelle de «sylviculture de ruissellement» (par analogie au *run-off farming* des anglo-saxons). On peut en effet rapprocher ce fonctionnement de l'une des formes de l'arido-culture pratiquée traditionnellement en région aride méditerranéenne : les «jessours» tunisiens (*cf.* Bonvallot, 1979) en sont un exemple, qui permettent la céréaliculture et l'arboriculture fruitière sous une pluviométrie inférieure à 300 mm. Notons que les aménagements en demi-lunes ou avec des cordons pierreux, couramment pratiqués en «Défense et Restauration des Sols», font appel à cette technique de récolte des eaux de ruissellement : il est important de connaître la performance du système naturellement structuré avant de surajouter nos propres aménagements qui pourraient aller à l'encontre du but recherché.

Si le fonctionnement de la brousse tigrée nigérienne est bien documenté (Ambouta, 1984 ; Thiéry *et al.*, 1995 ; Bromley *et al.*, *subm.* ; Galle *et al.*, 1997), aucune étude du

fonctionnement, en particulier hydrologique, de ces brousses moins nettement structurées n'a à notre connaissance été réalisée. La distinction en deux phases, l'une nue, l'autre végétalisée, est cependant nette (Figure 1a).

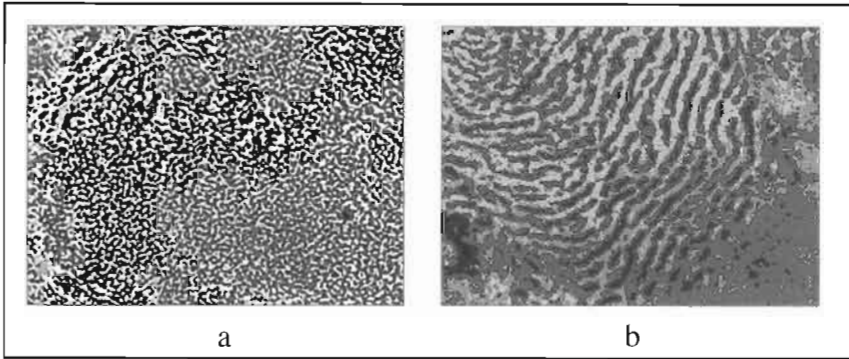


Figure 1. Vues aériennes des deux formations contractées, (a) diffuse et (b) tigrée.

Les conditions d'existence de différents modes de contraction dans des conditions climatiques et morpho-pédologiques très voisines commencent à être élucidées (*cf.* d'Herbès *et al.*, 1997). Les résultats montrent que, à conditions pluviométriques identiques, la pente et les états de surface jouent un rôle déterminant sur la structure : les brousses peu organisées correspondent à des pentes plus faibles que celles mesurées pour les brousses typiques (supérieures à 0,2% pour les brousses typiques, inférieures pour les autres structures ; Delbære, 1984 ; d'Herbès et Valentin, *subm.*). Il s'ensuit probablement une redistribution moindre, voire nulle, de l'eau des zones nues vers les zones végétalisées, en des flux divergents et non unidirectionnels. Quant aux surfaces couvertes d'un voile sableux plus ou moins épais, elles sont d'une part, impropres à la production d'un ruissellement important et d'autre part très souvent mises en culture.

Très peu de données sont disponibles dans la littérature concernant la production des formations contractées, soit parce que les inventaires réalisés ne mentionnent pas le type de structure (Catinot, 1994), soit parce que l'étude du fonctionnement a été jusque là privilégiée, sans référence à la production. Les connaissances actuelles permettent de mieux relier les structures des formations forestières, éventuellement détectables par l'imagerie aérienne et satellitaire (Delbære, 1994 ; Mougenot et Hamani, 1997), et le fonctionnement correspondant. Il semble indispensable désormais de poursuivre cette chaîne de connaissances en reliant le fonctionnement à la production forestière, dans le but de rendre les inventaires forestiers à la fois plus fiables et plus aisément reproductibles dans le temps. Pour commencer à répondre au problème ainsi posé, deux formations forestières des plateaux des alentours de Niamey ont été comparées, l'une présentant une structuration nette de brousse tigrée typique, l'autre appartenant à la catégorie des brousses mouchetées (Ambouta, 1984), les zones de sol nu formant dans ce cas des taches plus ou moins circulaires au milieu d'une végétation peu organisée (Figure 1a). Les résultats de cette étude menée par Ichaou (1995), présentés ici, portent sur la comparaison des phytomasses aériennes sur pied, ainsi que sur les volumes de bois exploitables selon les critères actuels utilisés pour l'exploitation forestière (Djibo *et al.*, 1997).

Matériel et méthodes

La région de Niamey correspondant au degré carré, entre les latitudes 13° à 14° N et les longitudes 2° à 3° E (Figure 2), est franchement sahélienne dans sa partie nord, progressivement soudanienne dans ses parties sud et est. La saison sèche dure d'octobre à mai et la pluviométrie moyenne est de 560 mm à Niamey.

Cette région est dominée par une formation géologique complexe de grès argileux de dépôts miocènes appelés le Continental Terminal, recouvrant le socle cristallin précambrien. Le Continental Terminal est localement recouvert par des dépôts sableux datant de la fin du quaternaire, qui forment des cordons dunaires d'orientation générale ENE-WSW, principalement dans les parties nord et nord-est de la région (d'Herbès et Valentin, 1997).

Le paysage est dominé par des plateaux disséqués (27% du degré carré, d'Herbès et *al.*, 1994) dont les sols, la plupart acides (pH<5,0) sont formés de 25 à 85 cm d'altérites sur cuirasse. Les brousses plus ou moins structurées décrites par Ambouta (1997) ne se rencontrent que sur ces plateaux, sauf si ceux-ci sont recouverts de voiles sableux ou de dunes, qui peuvent atteindre 4 m d'épaisseur. Les autres éléments paysagés sont, en suivant une toposéquence type, le talus, plus ou moins marqué suivant le mode de raccord au plateau de l'élément suivant, les jupes sableuses, dépôts éoliens sur les versants des plateaux, qui peuvent atteindre de grandes épaisseurs en haut de versant (jusqu'à 9 m). En bas de versant, cette épaisseur diminue jusqu'à exposer localement des niveaux cuirassés secondaires.

Les formations contractées sont la règle générale dans ce paysage : même en dehors des plateaux, il est rare de rencontrer des couvertures végétales continues et homogènes. Sur les versants et les dunes, les loupes d'érosion sur sols sableux à contenu en argile atteignant les 10% déterminent des systèmes à deux phases, l'une nue, encroûtée, l'autre sableuse et végétalisée. Les termitières constituent également des sources de forte différenciation micro-locale produisant une redistribution des flux de surface. La mise en culture, généralisée hors plateaux, atténue cette hétérogénéité naturelle, bien qu'elle donne également origine à des processus d'encroûtement, source d'hétérogénéité stationnelle apparaissant durant les phases de jachère.

La première station retenue se situe dans le site de recherche de Banizoumbou (entre 2°39' et 2°48' longitude Est et 13°31' et 13°40' latitude Nord), à 70 km à l'est de Niamey, qui accueille depuis quelques années les travaux de nombreux chercheurs, portant en particulier sur le fonctionnement de la brousse tigrée (*cf.* Galle et *al.*, 1997). La moyenne pluviométrique calculée sur 80 ans atteint 560 mm, mais ne dépasse pas les 500 mm sur les dernières décennies. La variabilité inter-annuelle des dernières années (425 mm en 1992, 672 en 1994) est caractéristique du climat sahélien. Le plateau sur lequel sont réalisées les études, d'une superficie de 750 ha, porte une brousse tigrée typique, à faciès en rosace ou flexueux selon la classification proposée par Ambouta (1997).

Un transect a été installé à proximité des stations expérimentales implantées pour l'étude des processus. Il comporte cinq séquences «type» : cette séquence a été définie, par association des caractères de la surface du sol (Casenave et Valentin, 1992) et de la végétation, par Ambouta (1984) et Thiéry *et al.* (1995). Elle se compose, de l'amont vers l'aval, d'une **zone de dégradation** (ZD), à croûtes structurales fournissant un ruissellement important et d'une végétation ligneuse chétive ou morte justifiant sa dénomination de

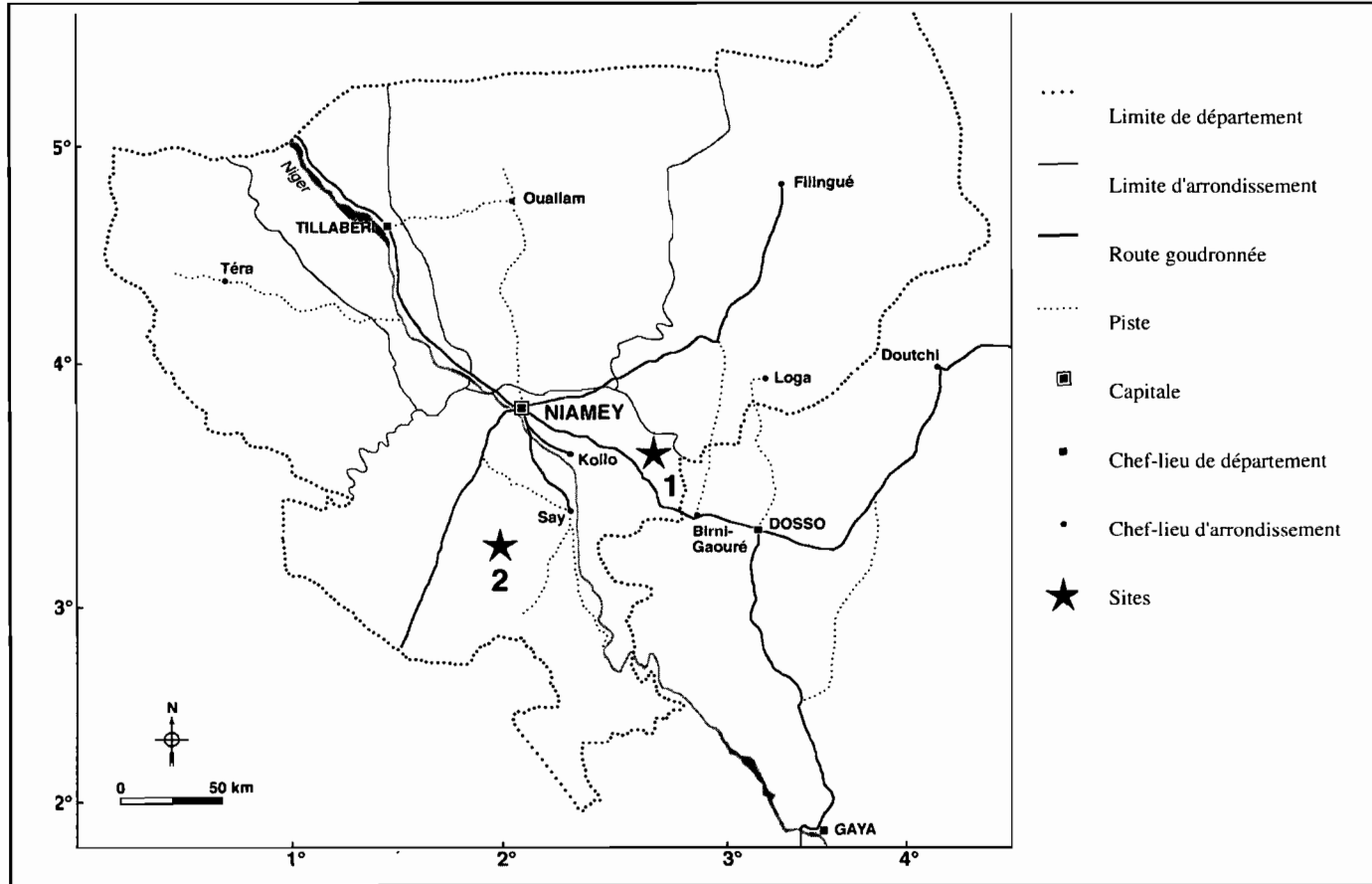


Figure 2. Localisation des sites (1) de Banizoumbou (brousse tigrée) et (2) de Tientiégou (brousse diffuse).

«frange à chicots» ; d'une **zone de ruissellement principal** (ZR), totalement dénuée de végétation et couverte de croûtes d'érosion ou gravillonnaire ; d'une **zone de sédimentation** (ZS), parfois absente, caractérisée par des croûtes de décantation et également dénuée de végétation ; d'une **zone de front pionnier** (ZP), appelée ainsi en raison de sa position dans la séquence, qui fait supposer des processus de colonisation amont, à dominante herbacée parsemée de jeunes arbustes, essentiellement de *Guiera senegalensis* J.F. Gmel.; enfin du corps principal de la **bande de végétation** (ou Zone Centrale : ZC), formée en grande partie par des arbustes de *Combretum micranthum* G.Don., ainsi que par des grands arbres (*C. nigricans* Lepr.ex Guill. et Perr., *Cassia sieberiana* DC, etc.). C'est évidemment cette dernière zone qui intéresse la production forestière, bien que le bois soit en grande partie récolté mort, dans la «frange à chicot».

Compte tenu de la forte anisotropie de ce type d'organisation, l'inventaire de type forestier a concerné six parcelles, une sur chaque bande traversée, ce qui représente un échantillonnage à un degré avec un taux de 1%.

Le second site retenu se situe dans le quart sud-ouest du degré de Niamey, sur le vaste plateau de Tientiergou, couvrant 31 000 ha d'un seul tenant, à environ 60 km au sud de Niamey et à 15 km à l'ouest de Say (2°10 E, 13°4 N). La pluviométrie moyenne annuelle atteint 600 mm. Excepté sur les bordures du plateau, aucune structuration en bandes n'apparaît sur les vues aériennes, bien que des plages de sol nu soient évidentes et que des signes de transfert hydrique, identiques à ceux caractérisant la séquence type de la brousse tigrée, décrite plus haut, soient visibles au sol. Cependant, la succession spatiale répétitive des zones ne se retrouve pas, celles-ci étant distribuées aléatoirement sur la surface du plateau. Cette brousse appartient à la catégorie des structures ponctuées ou mouchetées décrites par Ambouta (1984) : il y sera fait référence ici sous le terme général de «brousse diffuse».

A la demande du Projet Énergie II-Volet Offre, un inventaire forestier a été réalisé en 1990 et 1991 dans cette formation forestière. Cet inventaire s'est intéressé aux tiges de diamètre ≥ 4 cm, diamètre minimum recherché pour l'exploitation et la commercialisation du bois-énergie dans la ville de Niamey. Des coupes ont été effectuées à cette occasion, selon un dispositif expérimental précisé par Burillon (1990) et Ichaou (1995) : il en résulte quatre séries de parcelles de 0,1 ha (50x20m), dont deux séries ont été coupées chacune des années, l'une d'elle étant clôturée. Les résultats ont donné pour l'ensemble du plateau une masse ligneuse moyenne de bois-énergie de l'ordre de 3,5 t/ha dont environ 300 kg de bois mort. Une partie de ces parcelles (9 sur 35, choisies de manière aléatoire dans chaque série) a été réévaluée en 1994, afin d'obtenir des données sur la productivité après coupe de cette formation diffuse. La comparaison entre les deux structures devait cependant porter sur des formations naturelles. Pour ce faire, un inventaire a été réalisé sur l'ensemble du plateau de Tientiergou, à travers un échantillonnage systématique à deux degrés avec un taux de 0,2%, représentant 30 x 5 parcelles de 0,1 ha chacune.

Il fallait également s'assurer que les âges respectifs des formations diffuses et tigrées étaient comparables : une étude dendrochronologique a été entreprise sur les arbres et arbustes principaux se prêtant correctement à la datation par comptage des cernes d'accroissement ligneux (*Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *C. nigricans* ; Ichaou, 1995).

Enfin, une évaluation des prélèvements opérés, tant par la population rurale pour ses besoins domestiques que par les bûcherons pour la commercialisation du bois à Niamey, a été réalisée par enquête directe ainsi que par suivi et pesage directement sur chacun des sites.

Résultats

Les âges des deux formations s'avèrent comparables (Tableau I). La structure d'âge pour les différentes espèces est même remarquablement voisine, ce qui semble indiquer une démographie des populations assez constante pour ces formations à Combretacées dans cette région. Les âges maximum relevés pour chaque espèce sont cependant à considérer avec prudence, car le bûcheronnage s'adresse en priorité aux arbres les plus grands, donc probablement les plus vieux. *Guiera senegalensis* est en moyenne plus jeune (<10 ans) que les individus du genre *Combretum* (*C. micranthum* légèrement plus âgé que *C. nigricans*), et ce dans les deux formations. L'âge maximum a été enregistré pour un individu de *C. micranthum* dans la brousse tigrée de Banizoumbou (41 ans), ce qui permet d'estimer l'âge de la bande. Une étude plus fine de la démographie des ligneux et des conséquences sur les hypothèses de dynamique des arcs de brousses tigrées est en cours (d'Herbès *et al.*, en prép.).

Tableau I. Détermination de l'âge des formations tigrée et diffuse par dendrochronologie des espèces principales.

Espèce	Brousse tigrée				Brousse diffuse			
	n échant.	âge moyen	écart-type	âge maxi	n échant.	âge moyen	écart-type	âge maxi
<i>Guiera senegalensis</i>	90	9,4	3,2	21	107	9,8	3,5	20
<i>Combretum micranthum</i>	728	13,3	4,5	41	180	12,5	4,0	23
<i>Combretum nigricans</i>	68	11,8	4,5	25	82	11,9	4,4	25
Total/moyenne	886	12,8		41	369	11,5		25

La composition spécifique des différentes brousses apparaît dans le Tableau II. Les deux formations sont là encore comparables, avec cependant une plus forte participation de *G. senegalensis* dans la brousse diffuse. Cette participation s'accroît, *Guiera* devenant même dominant, dans les taillis issus de coupes, ce qui laisse supposer une meilleure réponse à la coupe de *G. senegalensis*, la brousse diffuse du plateau de Tientiergou étant plus exploitée que la brousse tigrée de Banizoumbou (total prélevé : à Tientiergou, 168 kg/ha/an dont 110 exportés contre 75 kg/ha/an dont 0 exporté à Banizoumbou). On retrouve cette dominance de *Guiera*, pour ces mêmes raisons de coupes répétées, dans les jachères de la zone d'étude (Delabre et d'Herbès, *subm.*). La repousse de *Combretum nigricans* semble plus problématique, le pourcentage d'individus diminuant de moitié dans les parcelles coupées.

La structure du peuplement ligneux dans son ensemble montre que le nombre d'individus par hectare ne diffère pas énormément d'une brousse à l'autre (1 437 à Banizoumbou, 1 257 à Tientiergou, Tableau III).

En revanche, la coupe a pour effet d'augmenter significativement ce nombre (un tiers d'augmentation). Le nombre de tiges va dans le même sens. Le nombre de tiges par individu est plus faible en brousse tigrée (6,8 contre 8,6 en brousse diffuse). Le pourcentage d'individus morts est trois fois plus élevé en brousse tigrée qu'en brousse diffuse, ce pourcentage diminuant logiquement dans le taillis récent. Cette mortalité peut trouver son origine dans deux explications : (1) la moindre exploitation du bois à Banizoumbou et (2) la plus grande «production de bois mort» en brousse tigrée.

Le nombre de tiges dont le diamètre est supérieur à 4 cm est également supérieur en brousse tigrée, ainsi, en définitive, que la biomasse totale rapportée à l'hectare de plateau : 17 t/ha en brousse tigrée contre 15,9 pour la brousse diffuse non contrôlée et moins de 8 t/ha pour celle coupée depuis 3-4 ans. La différence est plus importante si l'on considère la biomasse totale rapportée à l'hectare de surface végétalisée (la surface du plateau amputée des zones nues) : plus de 27 t/ha en brousse tigrée, 20,6 t/ha en brousse diffuse. Il en résulte une biomasse ligneuse «à utilité domestique», c'est-à-dire ne retenant que les tiges de diamètre supérieur à 2 cm, de 8,7 t MS /ha pour la brousse tigrée contre 6,6 t MS /ha pour la brousse diffuse. Cette différence s'accroît significativement si l'on considère les paramètres classiques utilisés en foresterie, le volume (m³) et la stère : on obtient, compte tenu des coefficients d'empilage différents mesurés dans les deux situations (Ichaou, 1995), 14,1 m³ et 39,1 stères en brousse tigrée, contre 8 m³ et 19,5 stères en brousse diffuse, soit un rapport de 1,7 en m³ et de 2 en stères entre les deux formations.

Discussion

Les résultats obtenus semblent indiquer un avantage décisif des structures contractées en bande, par rapport aux structures diffuses. Les chiffres ne concernant que deux situations, il faut les prendre avec une certaine prudence, les taux d'exploitation et l'historique des formations n'étant pas connus avec la précision requise pour ce type de comparaison. L'exploitation est de fait moins intense à Banizoumbou, le bûcheronnage n'existant pas, ce qui se traduit par une plus faible représentation de *Guiera senegalensis*, un nombre plus faible de tiges par individu ligneux. Le fait que la structure des peuplements et les âges soient très comparables donnent cependant une certaine fiabilité aux résultats comparatifs. Les chiffres obtenus en particulier à Tientiergou sont du même ordre de grandeur que ceux cités dans la littérature pour la zone soudano-sahélienne (voir par exemple : Catinot, 1994).

Le mode de fonctionnement de la brousse tigrée, basé sur une concentration des eaux de ruissellement vers les zones végétalisées laissait prévoir cet avantage décisif de la production dans les bandes végétalisées, pouvant recueillir lors de certains événements pluvieux, jusqu'à sept fois plus que la quantité d'eau précipitée (Galle *et al.*, 1997). En moyenne, 50% de l'eau annuelle arrivant sur la bande nue ruisselle vers la bande végétalisée, s'infiltrant essentiellement dans le corps de la bande (ZC), permettant ainsi aux espèces de croître, suivant la longueur de l'impluvium, avec 1,5 à plus de 2 fois la quantité de pluie reçue (Cornet *et al.*, 1988 ; Greene, 1992 ; Valentin et d'Herbès, *sous presse*), soit 750 à 1 250 mm pour une pluviosité de 500 mm. Dans les zones sahéliennes, où l'eau constitue un facteur limitant, les effets de seuil étant déterminants, on conçoit l'avantage d'un système qui permet à la végétation de s'affranchir de ces contraintes. Seules les franges amont et aval

Tableau II. Composition spécifique comparée des 5 espèces dominantes dans chacune des formations forestières étudiées (en pourcentage du nombre d'individus).

Espèce	Brousse tigrée	Brousse diffuse non coupée	Brousse diffuse Taillis 3-4 ans
<i>Combretum micranthum</i>	59,4	37,3	35,3
<i>Guiera senegalensis</i>	19,5	34,8	42,2
<i>Grewia flavescens</i>	8,7	-	-
<i>Gardenia sokotensis</i>	-	8,4	6,8
<i>Combretum nigricans</i>	0	7,0	3,3
<i>Boscia senegalensis</i>	-	-	5,8
<i>Croton zambesicus</i>	-	3,5	-
<i>Boscia angustifolia</i>	2,5	-	-

Tableau III. Production comparée des formations forestières tigrée et diffuse (poids en kg/ha).

Paramètre	Brousse tigrée non contrôlée	Brousse diffuse non contrôlée	Brousse diffuse Taillis 3-4 ans
<i>Densité</i>			
individus (n/ha)	1 437	1 257	1 712
dont morts (%)	11,7	3,4	1,4
<i>Densité</i>			
tiges (n/ha)	8855	10 853	13 843
dont Ø ≥ 4 cm (%)	20,0	13,3	4,5
<i>n tiges / individu</i>	6,2	8,6	8,1
<i>Biomasse verte sur pied par hectare de plateau</i>	17 523	15 939	7 922
<i>Biomasse verte sur pied par hectare végétalisé</i>	27 619	20 641	---
dont feuilles + brins	9 278	8 950	---
tiges Ø = 2-4 cm	6 230	2 732	---
tiges Ø ≥ 4 cm	12 110	8 779	---
<i>Bois sec à l'air (tiges Ø = 2-4 cm)</i>	2 679	1 513	1 009
<i>Bois sec à l'air tiges Ø ≥ 2-4 cm</i>	6 066	5 120	827
<i>Total MS ligneuse à utilité domestique</i>	8 745	6 633	1 836

courent le risque d'un déficit hydrique : la frange amont, rarement jusqu'à provoquer la mort des individus ligneux mais pouvant limiter leur croissance, la frange aval étant beaucoup plus exposée. Valentin et d'Herbès (*sous presse*) se basant sur des sites de brousse tigrée typique le long d'un transect latitudinal de 250 km (12°30 à 14°30 N), ont mesuré les largeurs des bandes et des interbandes, et modélisé les volumes végétaux des bandes en fonction de la

quantité d'eau reçue. Ils démontrent d'abord que le rapport bande nue / bande végétalisée décroît d'un facteur 2,5 dans les zones à 300 mm de pluie, jusqu'à 0,5 dans les zones à 750 mm de pluie annuelle. L'efficacité de la récolte d'eau de ruissellement est la plus forte, ainsi que la croissance de la végétation dans la bande, pour les pluviométries les plus faibles. L'efficacité du système dans son ensemble (c'est-à-dire la production par surface de plateau) augmente régulièrement de 300 à 650 mm, puis décroît brusquement pour devenir nulle vers 750 mm, limite d'existence des brousses tigrées (Ambouta, 1984).

Le mode de fonctionnement hydrologique de la brousse diffuse n'a pas fait l'objet de recherche, et l'on ne peut que constater les résultats concernant la croissance de la végétation. Il est probable que la redistribution de l'eau, sur des pentes généralement plus faibles (d'Herbès *et al.*, 1997), est bien moindre qu'en brousse tigrée, la végétation devant alors se contenter des seules pluies, sans apports latéraux. Elle affiche cependant une vitalité non négligeable puisque la biomasse reconstituée 3-4 ans après une coupe est déjà moitié de la biomasse d'origine (Tableau III). Le bois exploitable atteint près de 2 t/ha, représentant une productivité du taillis de près de 0,9 stère/ha/an (Ichaou, 1995).

Le fonctionnement de la brousse tigrée laisse prévoir une mortalité plus importante dans la zone aval des bandes. Ce fait a son importance pour l'exploitation forestière, le bois mort étant plus facile à recueillir, et plus recherché pour ses qualités énergétiques. Il faut cependant garder à l'esprit que ce bois mort alimente les termites, moteur biologique essentiel au fonctionnement de la brousse tigrée (Lepage et Ouédraogo, 1997) : l'exporter totalement pourrait avoir des effets néfastes sur l'efficacité, voire la survie du système. Des recherches devraient être entreprises sur ce sujet. De même la réponse de la brousse tigrée à une exploitation du type de celle réalisée à Tientiergou, n'est pas connue : il faudrait là-aussi mettre en place des suivis sur le moyen et le long terme pour améliorer encore la gestion forestière de ces systèmes contractés, si efficaces pour amortir et exploiter la variabilité des précipitations, mais aussi si exposés à des interventions trop brutales.

Références

- Ambouta J.M.K., 1984. *Contribution à l'édaphologie de la brousse tigrée de l'ouest nigérien*. Thèse Univ. Nancy I, France.
- Ambouta J.M.K., 1997. Définition et caractérisation des structures de végétation contractée au Sahel : cas de la brousse tigrée de l'ouest nigérien. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 41-57.
- Boaler S.B. et Hodge C.A.H., 1962. Vegetation stripes in Somaliland. *Journal of Ecology*, 50 : 465-474.
- Bonvallet J., 1979. Comportement des ouvrages de petite hydraulique dans la région de Médenine (Tunisie) au cours des pluies exceptionnelles de mars 1979. *Cahiers des Sciences Humaines*, 16, 3 : 233-249.
- Bromley J., Brouwer J., Barker A.P., Gaze S.R., Valentin C., (subm.). The role of surface water redistribution in an area of patterned vegetation in South West Niger. *Journal of Hydrology*.
- Burillon G., 1990. Dépouillement de l'inventaire des ressources ligneuses du massif de Diakindi. Projet Énergie II, Volet Offre, Niamey, Niger.

- Casenave A. et Valentin C., 1992. *Les états de surface de la zone sahélienne*. ORSTOM éditions, coll. Didactiques, Paris.
- Catinot R., 1994. Aménager les savanes boisées africaines. Un tel objectif semble désormais à notre portée. *Bois et Forêts des Tropiques*, 241: 53-70.
- Cornet A.F., Montaña C., Delhoume J.P., Lopez-Portillo J., 1992. Water flows and the dynamics of desert vegetation stripes. In : Hansen A.J., Di Castri F., éd. *Landscape boundaries. Consequences for biotic diversity and ecological flows*. Springer-Verlag, Ecological Studies 92, New-York : 327-345.
- Delabre E. et d'Herbès J.M., (*subm.*). Post-cultivation phytodynamics in South West Niger. Consequences for management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.
- Delbære E., 1994. *Identification de la structure des écosystèmes forestiers contractés sahéliens par télédétection aérienne et satellitaire. Facteurs du milieu déterminant ces structures*. Mémoire d'ingénieur, ISTOM, Cergy-Pontoise / ORSTOM, Niamey.
- Djibo H., Montagne P., Geesing D., Peltier R., Touré A., 1997. L'aménagement villageois sylvo-pastoral de la formation de brousse tachetée de Tientiergou, arrondissement de Say, Niger. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., éd. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 203-215.
- Galle S., Seghieri J., Mounkaïla H., 1997. Fonctionnement hydrologique et biologique à l'échelle locale. Cas d'une brousse tigrée au Niger. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., éd. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 105-118.
- Greene R.S.B., 1992. Soil physical properties of three geomorphic zones in a semi-arid mulga woodland. *Australian Journal of Soil Research*, 30, 1 : 55-69.
- d'Herbès J.M. et Valentin C. (1997). Surface conditions in the Niamey region (Niger) : spatial distribution, ecological and hydrological implications. *Journal of Hydrology*, 188-189 : 18-42.
- d'Herbès J.M. et Valentin C. (*subm.*). Slope gradient and rainfall control of banded woodland patterns in Niger. *Banded vegetation patterning in arid and semi arid environment : ecological processes and consequences for management*. International Symposium, April 2-5, 1996, Paris. *Catena*.
- d'Herbès J.M., Valentin C., Ichaou A. (en prép.). Upslope migration of arcs in banded patterns as evidenced by dendrochronology of shrubs.
- d'Herbès J.M., Valentin C., Mougénot B., 1994. *Spatiocartes des états de surface du degré carré de Niamey, échelle 1/200 000, scènes SPOT du 25 septembre 1992*. ORSTOM, HAPEX-Sahel Information System, LERTS, Toulouse : 3 cartes.
- d'Herbès J.M., Valentin C., Thiéry J., 1997. Synthèse des connaissances acquises sur la brousse tigrée nigérienne : hypothèses sur la genèse et les facteurs déterminant les différentes structures contractées. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., éd. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 131-152.
- Ichaou A. 1995. *Etude comparée de la productivité des formations forestières de brousse tigrée et de brousse diffuse : conséquences pour la gestion et pour la régénération de ces formations*. Mémoire de fin de cycle, IPR, Katibougou, Mali / ORSTOM, Niamey, Niger.
- Lepage M. et Ouédraogo P., 1997. Rôle des termites en brousse tigrée. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., éd. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 81-94.

- Leprun J.C., 1992. Etude de quelques brousses tigrées sahéliennes : structure, dynamique, écologie. In : Le Floc'h E., Grouzis M., Cornet A., Bille J.C., eds. *L'aridité, une contrainte au développement*. Editions de l'ORSTOM, Paris : 221-244.
- Mac Fayden W.A., 1950. Vegetation patterns in the semi desert plains of British Somalilands. *Geographic Journal*, 116 (4-6) : 119-211.
- Mougenot B. et Hamani S., 1997. Les possibilités de classification des formations contractées à partir de la télédétection aérienne et satellitaire. Exemple dans l'ouest nigérien. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 59-68.
- Noy-Meir I., 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4 : 25-51.
- Slatyer R.O., 1961. Methodology of a water balance study conducted on a desert woodland (*Acacia aneura* F. Muell.) community in central Australia. In *Plant-water relationships in arid and semi-arid conditions*. Proc. of the Madrid symposium, UNESCO Arid Zone Research, 16 : 15-25.
- Thiéry J., d'Herbès J.M., Valentin C. 1995. A model simulating the genesis of banded patterns in Niger. *Journal of Ecology* , 83 : 497-507.
- Tongway D.J. et Ludwig J.A., 1990. Vegetation and soil patterning in semi-arid mulga lands of Eastern Australia. *Australian Journal of Ecology*, 15 : 23-24.
- Valentin C. et d'Herbès J.M. (*in press*). The Nigerian Tigerbush as a natural water harvesting system. *Banded vegetation patterning in arid and semi arid environment : ecological processes and consequences for management*. International Symposium, April 2-5, 1996, Paris. *Catena*.
- White L.P., 1971. Vegetation stripes on sheet wash surfaces. *Journal of Ecology*, 59 (2) : 615-622.

11

La brousse tigrée au Niger : synthèse des connaissances acquises. Hypothèses sur la genèse et les facteurs déterminant les différentes structures contractées

J.M. d'Herbès ¹, C. Valentin ¹, J.M. Thiéry ²

¹ *ORSTOM, Niamey, Niger.*

² *CEA, Cadarache, France.*

Résumé

Suite aux nombreux travaux portant sur la brousse tigrée, tant au Niger qu'au niveau international, il semble établi que ce système de contraction de la végétation en bandes constitue une réponse naturelle et efficace à la raréfaction des ressources hydriques, fondée sur la récolte et l'acheminement des eaux de ruissellement des zones dénudées vers les zones de végétation.

Le présent article se propose de faire un inventaire des questions en suspens concernant cette structure paysagère, en particulier les facteurs climatiques et topographiques déterminant cette structure, les hypothèses sur les conditions de son apparition (genèse), enfin la dynamique supposée d'avancée amont des bandes de végétation.

Les différents travaux conduits récemment au Niger pour tenter de répondre à ces questions sont passés en revue, ainsi que les principaux résultats acquis.

Introduction

La végétation des plateaux cuirassés à faible pente de la zone sahélienne, entre les isohyètes 300 et 700 mm, a tendance à se contracter, selon des formes identifiables sur les vues aériennes et satellitaires à très haute résolution spatiale (Couteron 1997 ; Mougénot et Hamani, 1997), et classées selon une typologie proposée pour le Niger par Ambouta (1997).

Les formes les plus typiques, les brousses tigrées, ont été caractérisées depuis longtemps au sol, sur les plans structurel et, moins souvent, fonctionnel, par de nombreux auteurs, sur plusieurs continents. Pour l'Afrique, citons Mac Fayden (1950 : Somalie) ; Worral (1960 : Soudan) ; Audry et Rossetti (1962 : Mauritanie) ; Boaler et Hodge (1964 : Somalie) ; Boudet (1972 : Mali) ; Leprun (1992 : Mali, Burkina Faso) ; pour l'Australie, Slatyer (1961) ; Tongway et Ludwig (1990) ; Greene (1992) ; pour le Moyen-Orient, White (1969 : Jordanie) ; pour le Mexique, Cornet *et al.* (1992) ; Mauchamp *et al.* (1994).

Au Niger, Clos-Arceuduc (1956) puis White (1970, 1971) ont décrit ces structures ; suite aux travaux pédologiques d'Ambouta (1984), il devint alors évident que l'existence des structures en bande dans cette zone sahélienne ne devait rien à des variations géologiques et pédologiques, mais que la base du fonctionnement était bien hydrologique et biologique. Des travaux concernant ce fonctionnement ont été repris récemment sur le site de Banizoumbou au Niger et exposés au cours du présent atelier (Galle *et al.*, 1997). Ces travaux sur le bilan hydrique permettent d'évaluer à 50% de la pluie annuelle la quantité d'eau ruisselée depuis la bande nue vers la bande de végétation. L'édification d'une digue empêchant ce ruissellement d'arriver à la bande de végétation, expérience réalisée au cours des mêmes travaux, permet de conclure que cet apport d'eau est indispensable au bon fonctionnement du système. La croissance et la production forestière résultantes sont en définitive supérieures à celles mesurées dans un système moins structuré (Ichaou et d'Herbès, 1997).

Il semble donc acquis que le système de brousse tigrée fonctionne comme un système naturel de collecte et d'acheminement des eaux de ruissellement sur des impluviums vers des zones de production végétalisée. Les aménagements et la gestion doivent tenir compte de son efficacité, en particulier dans ces zones à grande variabilité inter-annuelle des précipitations, avant d'intervenir pour une restauration hypothétique et coûteuse.

Il reste cependant de nombreuses questions en suspens : (1) Pour les brousses tigrées, quels sont les facteurs déterminant les largeurs des bandes et interbandes ; ces largeurs varient-elles en fonction d'un gradient (spatial ou temporel) de précipitations ? (2) Quels sont les facteurs qui permettent la coexistence, sur un même plateau, donc sous le même régime de précipitations, de structures différentes ? (3) Quelle est la dynamique des bandes : l'hypothèse d'avancée des bandes de végétation vers l'amont est-elle fondée ? Quelles en sont les conséquences pour la gestion forestière ? (4) Enfin, de nombreuses hypothèses ont été émises concernant la genèse des formations en bandes ; est-il actuellement possible de les rassembler en une théorie ? Quelles sont les possibilités d'évolution des différentes structures et à quelles échéances ?

Des travaux réalisés ou en cours de publication permettent de répondre à quelques unes de ces nombreuses interrogations. L'objectif de cet article est de les passer rapidement en revue. L'intérêt des réponses n'est pas seulement académique : les écosystèmes forestiers

contractés constituent la base des systèmes d’approvisionnement énergétique, en particulier des centres urbains (Mahamane et Montagne, 1997). Ils constituent également un exemple remarquable de corrélation directe entre une structure, aisément identifiable, un mode de fonctionnement et une productivité forestière.

Matériel et méthodes

Échantillonnage régional et local

Afin de répondre aux deux premières questions, deux échantillonnages emboîtés ont été adoptés, l’un à l’échelle régionale, l’autre à l’échelle locale.

A l’échelle régionale, la zone d’échantillonnage considérée est un grand transect nord-sud compris entre les latitudes 12°30 et 14°30 N et les longitudes 2° et 3° E (Figure 1). Il appartient à la zone agro-pastorale du sud-ouest nigérien, dont on trouvera une description générale dans Ichaou et d’Herbès (1997) ou d’Herbès et Valentin (1997).

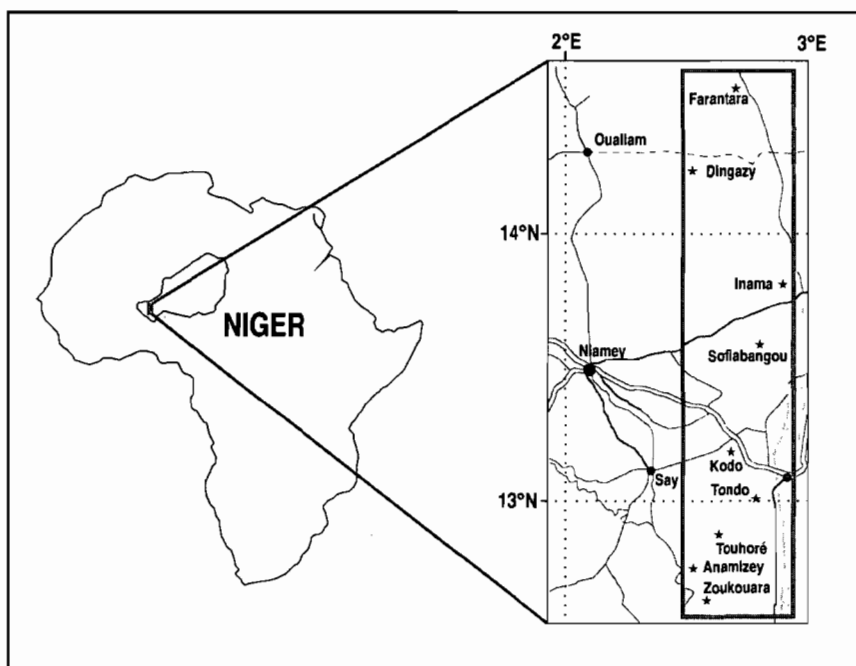


Figure 1. Localisation du transect d’échantillonnage des brousses tigrées typiques dans le sud-ouest nigérien (d’après Valentin et d’Herbès, *sous presse*).

Le long de ce transect d’échantillonnage, dix sites de brousse tigrée typique ont été sélectionnés à intervalles latitudinaux réguliers, sur des images satellitaires SPOT Panchromatique (résolution 10 m au sol), afin de déterminer les relations entre les caractéristiques structurelles de ces brousses, la pluviosité (croissante de 315 mm pour le site le plus au nord à 641 mm pour le site sud) et les conditions topographiques.

Chacun des sites a fait l'objet d'observations le long de transects de mesure recoupant cinq séries de bandes-interbandes (périodes). Ces transects de mesure ont été reportés soigneusement sur les photos aériennes prises à différentes dates (1950 ; 1955 ; 1962 ; 1975 ; 1992 ; voir Valentin et d'Herbès, *sous presse*) : les largeurs des bandes et interbandes ont été mesurées sous loupe binoculaire à l'aide d'un micromètre gradué au 1/10^e de mm. Le quotient «largeur de bande nue» / «largeur de bande végétalisée» obtenu a été mis en relation avec la pluviométrie du site, évaluée par une moyenne calculée sur les quinze années précédant la prise de vue aérienne, en prenant en compte un gradient moyen de 100 mm par degré de latitude (Lebel *et al.*, 1992).

Entre les latitudes 13°30 et 13°40 N et 2°39 et 2°48 longitude E, c'est-à-dire au milieu du transect nord-sud, se trouve le site de Banizoumbou-Sofiabangou, à 70 km à l'est de Niamey, qui accueille depuis quelques années les travaux de nombreux chercheurs, portant en particulier sur le fonctionnement et la production de la brousse tigrée (*cf.* Galle *et al.* ; Ichaou et d'Herbès, 1997). Ce site de 20 x 20 km² comporte des plateaux supportant différentes structures de végétation forestière, échantillonnées par Delbære (1994) à travers la lecture de 33 transects de mesure représentant la diversité des situations (Figure 2).

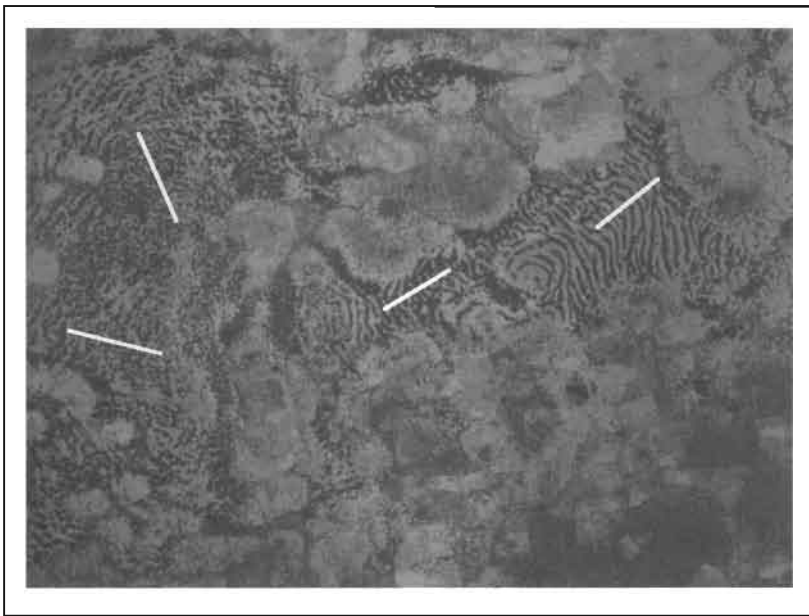


Figure 2. Exemples de structures échantillonnées sur les différents plateaux du site de Banizoumbou (13°30 N, 2°40 E).

Les traits blancs représentent les transects de mesure. (d'après Delbære, 1994).

Sur chacun des sites, appartenant au grand transect d'échantillonnage nord-sud comme à Banizoumbou, le transect de mesure recoupant cinq séries de bandes-interbandes a fait l'objet des observations suivantes : la topographie a été relevée au théodolithe, les recouvrements de la végétation et des états de surface (identifiés d'après la classification établie par Casenave et Valentin, 1992) ont été évalués le long d'un décamètre déplacé sur le transect.

Pour les dix sites situés sur le grand transect latitudinal, le phytovolume des bandes boisées a été calculé comme le produit du recouvrement de la végétation par sa hauteur moyenne (deux paramètres évalués lors de la lecture du transect) et par la longueur de l'unité correspondante. Ce phytovolume a été transformé en phytomasse à partir des relations établies sur le transect mesuré par Ichaou (1995 ; Ichaou et d'Herbès, 1997). La phytomasse a été à son tour mise en relation avec la quantité d'eau récoltée par la zone d'infiltration, modélisée à partir de la pluviométrie et des états de surface relevés sur le transect.

La séquence modale d'une brousse tigrée (Figure 3) comporte la succession répétitive de cinq zones caractérisées par une combinaison particulière des types d'état de surface et de végétation (Ambouta, 1997 ; Thiéry *et al.*, 1995). Ces zones ont été identifiées et leurs longueurs d'interception (l_i) mesurées sur les transects échantillonnés. Afin de différencier au sol les structures tigrées typiques des structures moins organisées, des petits transects latéraux de 50 m de longueur, perpendiculaires au transect principal, ont été installés au milieu de chaque «zone nue» interceptée (appelée ZR pour Zone de Ruissellement).

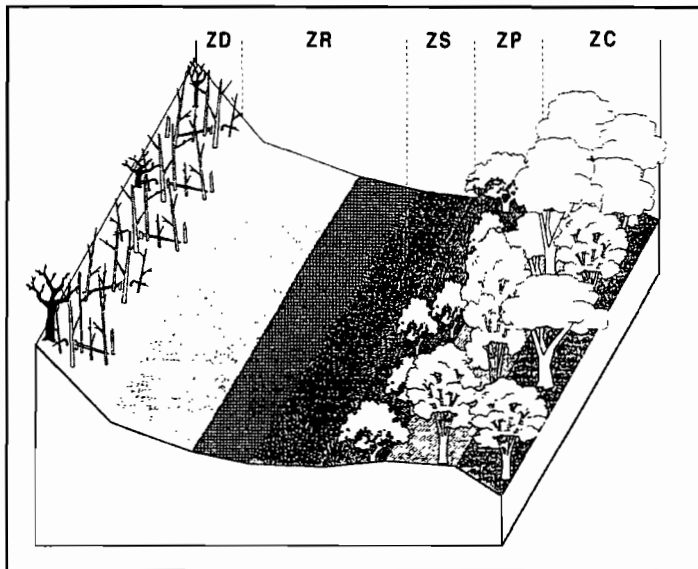


Figure 3. Séquence modale d'une brousse tigrée typique.
Zones ZD : dégradation ; ZR : ruissellement ; ZS : sédimentation ;
ZP : front pionnier ; ZC : cœur de bande.
(d'après Ambouta, 1984 ; adapté par Valentin et d'Herbès, *sous presse*).

Ces petits transects se situent entièrement en zone nue dans le cas de brousses tigrées à bandes régulières alignées (Figure 4a), mais se heurtent à d'autres zones dans le cas de structures différentes (Figure 4b). A partir de ces mesures, on a calculé un indice de diversité de zones (réciproque de l'indice de Simpson, $1/\sum p_i^2$; Hill, 1973, avec $p_i = l_i / L$, L étant la longueur totale du transect ; Delbære 1994) pour chaque transect afin d'obtenir une classification objective des structures, classées jusque là visuellement par Ambouta (1984).

Le calcul a été effectué séparément pour le transect principal et pour les transects latéraux. Chaque transect, caractérisé par cet indice, a été mis en relation avec la pente et les états de surface du plateau correspondant. La longueur moyenne d'une période (bande plus interbande) a enfin été mise en relation avec la pente moyenne des plateaux.

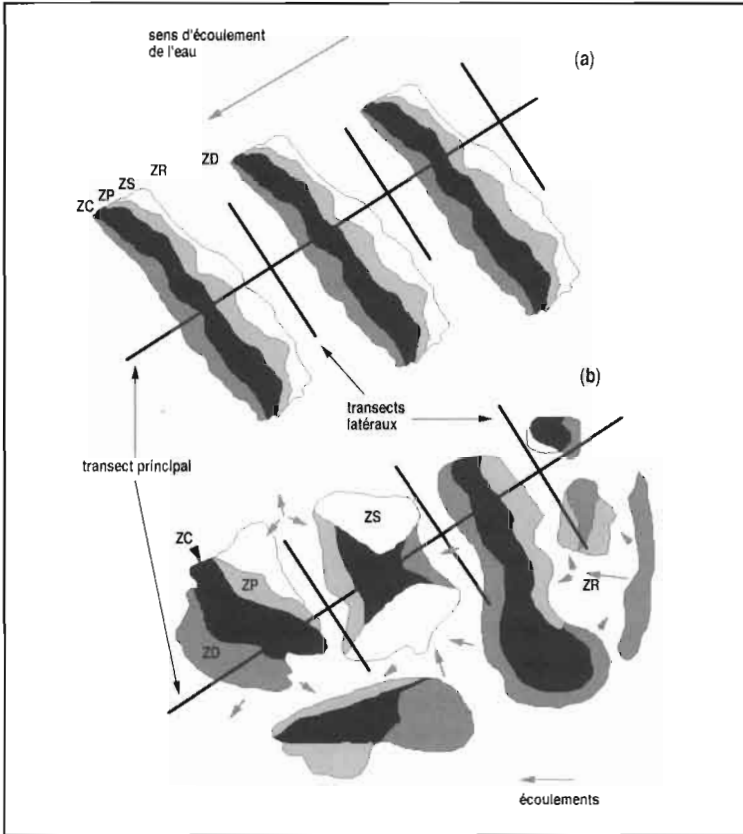


Figure 4. Schéma d'échantillonnage des structures au sol
(a : brousse tigrée ; b : brousse non tigrée)
par transect longitudinal (ou principal) et latéral (perpendiculaire ou secondaire).
Pour la signification des zones, voir Figure 3.

Dynamique des bandes

Afin de répondre à la troisième question, concernant la dynamique amont des bandes végétalisées, plusieurs méthodes ont été mises en œuvre.

La première, la plus évidente, est un suivi diachronique : un transect de huit bandes a été installé et mesuré sur le site de Banizoumbou par Seghieri en 1993. Des bornes cimentées ont été implantées, leurs localisations relatives par rapport aux bandes soigneusement mesurées. Il faudra plusieurs années, voire décennies, pour obtenir des résultats, alors

irréfutables, sur la dynamique des bandes. Rappelons qu'avec la même méthode diachronique, Leprun (1992) avait obtenu des résultats convainquants au Mali, de l'ordre de 0,5 m d'avancée annuelle, mais sur des systèmes dans lesquels la dynamique sableuse semble jouer un rôle essentiel, ce qui n'est pas le cas des brousses tigrées nigériennes.

La deuxième méthode, en cours d'évaluation, consiste à analyser les éventuels changements sur photos aériennes, et distinguer ce qui appartient à la dynamique de retrécissement des bandes durant les périodes climatiques défavorables de ce qui constitue effectivement une dynamique amont. Les difficultés méthodologiques sont nombreuses, la première consistant à superposer des photos numérisées prises à des dates et des saisons différentes, à des échelles différentes, avec une qualité optique variable : les erreurs introduites par les corrections géométriques sont parfois supérieures aux dimensions des phénomènes que l'on veut mettre en évidence (Mougenot *et al.*, 1996).

La troisième méthode, actuellement testée (Guillaume *et al.*, *article soumis*), consiste à dater la matière organique résiduelle éventuelle dans les zones de sol nu, en espérant trouver un gradient d'âge, de la bande amont vers la bande aval, qui permette de mettre en évidence et de dater le « passage » de la bande. Là aussi, les difficultés méthodologiques sont nombreuses : les plus importantes tiennent à la délicate évaluation des rapports C^{13}/C^{14} qui permettent de dater des composés organiques récents (10-50 ans ?). Un mini-transect a été réalisé sur une séquence modale, sur le plateau de Sofiabangou dans le site de Banizoumbou.

Une quatrième méthode a été testée avec succès, malgré ses difficultés d'interprétation : elle consiste à évaluer les dynamiques d'érosion (processus dominant dans les zones ZD et ZR, voir Figure 3) et d'accumulation (ZS, ZP et ZC) des argiles par la méthode de quantification de la présence du Césium (^{137}Cs). L'échantillonnage a repris le mini-transect précédent (Chappell *et al.*, *sous presse*).

La dernière méthode a considéré que l'âge des arbres et arbustes devait suivre un gradient de l'amont vers l'aval, si l'hypothèse dynamique était exacte. Sur le plateau de Sofiabangou à Banizoumbou, sur un transect recoupant six bandes, servant par ailleurs à la quantification de la phytomasse aérienne sur pied (voir Ichaou et d'Herbès, 1997), l'âge de tous les individus coupés, sur une bande de 10 m de large, a été déterminé par lecture des cernes, après avoir obtenu l'assurance que ces cernes d'accroissement correspondaient effectivement à l'âge (Ichaou, 1995) : cela a été vérifié pour les Combrétacées, qui représentent entre 80 et 90 % des individus composant les brousses nigériennes.

Modélisation

La dernière question, concernant la genèse des brousses tigrées, est la plus complexe. De nombreuses hypothèses ont été émises par les auteurs s'intéressant à la brousse tigrée (voir une synthèse dans Tongway et Ludwig, *article soumis*), qui ont probablement toutes une base réaliste : dégradation d'un couvert homogène par péjoration des conditions climatiques ou par augmentation de la pression anthropique, ou au contraire colonisation progressive des plateaux par amélioration de la pluviométrie ; on a aussi proposé le rôle du vent (par analogie avec la structuration des ergs sahariens), ainsi que celui des termitières (points « hauts » créant des sources de ruissellement, puis s'anastomosant).

Il sera rendu compte ici du modèle «TIGREE» publié par Thiéry *et al.* (1995), qui loin de répondre à toutes les interrogations, a le mérite de proposer une théorie simple, voire simpliste, de l'organisation en bandes. Le modèle, fondé sur des automates cellulaires, est dérivé du jeu de la vie et dépend seulement de deux hypothèses sur les **compétitions** et les **synergies** : l'établissement, la croissance et la survie d'une plante donnée sont influencés **négativement** par les plantes en amont et **positivement** par les plantes latérales ou en aval.

Ces hypothèses ont été traduites sous forme de matrice et appliquées à des situations aléatoires générées mathématiquement (voir Thiéry *et al.*, 1995 pour plus de détails). Pour chaque cellule élémentaire (indiquée par *), la matrice représentant les effets de ses voisines immédiates prend la forme suivante (ou une forme voisine) :

0	-a	0	a et b sont des coefficients qu'il est possible de faire varier pour simuler les différentes structures observées sur le terrain.
0	-a	0	
0	-a	0	
0	-a	0	Le nombre d'itérations (cycle durant lequel le programme applique la matrice successivement à chacune des cellules de la grille actuelle), simule le temps et permet de suivre l'organisation progressive du paysage.
0	-a	0	
0	-a	0	
b	*	b	
0	4	0	

Résultats et discussions

Impact de la pluviométrie sur le rapport interbande / bande

Le résultat global des relations entre le rapport interbande nue / bande boisée (RIB) et la pluviométrie apparaît sur la Figure 5, empruntée à Valentin et d'Herbès (*sous presse*).

L'ensemble des points résulte de la mesure sur photos aériennes et sur le terrain des largeurs respectives des bandes et interbandes : plusieurs points apparaissent pour un même site, correspondant à plusieurs dates, donc à plusieurs pluviométries moyennées sur les 15 années précédant la mesure réalisée.

Il apparaît clairement que le quotient RIB augmente spectaculairement lorsque la pluviométrie diminue, soit géographiquement, soit temporellement : le déplacement des points pour un même site témoigne de cette évolution. Ce déplacement est d'autant plus important que la pluviométrie moyenne du site est faible : pour le site le plus nordique (Farantara), le quotient RIB est multiplié par 2 (passant de 1,1 à 2,2) entre 1962 (moyenne des 15 années précédentes : 430 mm) et 1992 (moyenne 320 mm), alors qu'il varie très peu pour les sites dont la pluviométrie moyenne évolue entre 600 et 750 mm. L'effet de seuil est ici très marqué : plus la pluviométrie diminue, plus la largeur de l'impluvium (l'interbande) doit être grande pour permettre à la végétation de la bande de se maintenir. Cela confirme l'importance, soulignée à plusieurs reprises, de conserver l'intégralité de l'impluvium, ainsi que la remarquable aptitude du système à tamponner l'extrême variabilité climatique inhérente à la région.

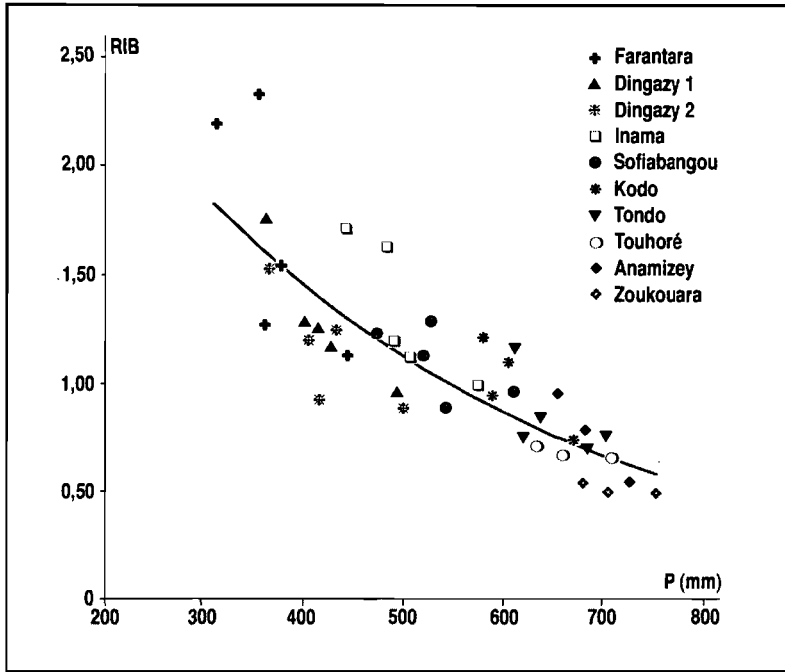


Figure 5. Influence de la pluviométrie P (mm) sur le rapport interbande / bande (RIB).

D'après les mesures de terrain (1995) et les photos aériennes (1955, 1962, 1975 et 1992),

à partir de 10 transects locaux situés sur un grand transect latitudinal (12°30 à 14°30 N) au Niger.

(d'après Valentin et d'Herbès, *sous presse*).

Relations entre phytomasse et approvisionnement en eau

La modélisation de l'approvisionnement en eau a été abordée par le biais de l'Efficacité de la Récolte d'Eau (ERE), calculée pour chacun des dix sites du transect latitudinal, à partir de la définition de deux zones : une zone de ruissellement (ZR), sur laquelle sont modélisés les écoulements correspondant aux zones dont les états de surface produisent du ruissellement, et une zone d'infiltration maximum (ZI), correspondant aux états de surface privilégiant les processus d'infiltration, essentiellement constituée par le corps principal de la bande (cf. Figure 3). L'ERE est calculée en fonction des pluies, moyennées sur la période de 15 ans précédant la mesure des transects (soit 1980-1995) et de la nature et du recouvrement des états de surface le long du transect. Les relations entre le coefficient ERE et la phytomasse ont été abordées à deux niveaux : celui de la bande seule et celui de l'ensemble du système (voir les détails dans Valentin et d'Herbès, *sous presse*).

Au niveau de la bande végétalisée (Figure 6), la relation établit clairement une production croissante avec la quantité d'eau récoltée (AME, égal à la somme de la pluie directe et de l'eau apportée par le ruissellement, cette dernière dépendant du coefficient ERE), ainsi qu'une limite théorique (courbe asymptotique) pour un approvisionnement en eau de 1 450 mm, correspondant à une phytomasse de 80,4 t/ha de bande : ce sont

approximativement les données correspondant au site le plus nordique de Farantara, pour lequel le rapport de la longueur de la zone de ruissellement sur la longueur de la zone d'infiltration est maximum, l'ERE atteignant 4,15. Sur la même Figure 6 ont été reportés les points relevés dans la littérature concernant la production ligneuse de forêts soudaniennes au Burkina Faso, sous des pluviométries comprises entre 750 et 1 300 mm : ces points sont systématiquement inférieurs à ceux mesurés en brousse tigrée, en ne retenant que les performances ramenées à l'hectare végétalisé.

Lorsque la production est ramenée à l'hectare de plateau, les équations calculées pour ces modèles de ruissellement par Valentin et d'Herbès (*sous presse*) permettent de prévoir les limites inférieure et supérieure théoriques d'efficacité de ce système de récolte : 155 mm et 685 mm, l'optimum se situant vers 550 mm. Cela signifie que, si la production de la bande elle-même est maximale pour les faibles pluviométries et des impluviums correspondants très importants, la production de l'ensemble du système (bande et interbande) croît progressivement des zones à 155 mm jusqu'à celles recevant 550 mm, puis décroît très rapidement au-delà. La limite inférieure correspond à la disparition de la zone d'infiltration ; la limite supérieure est obtenue en considérant que, lorsque la pluie augmente, la largeur de la zone de ruissellement diminue jusqu'à rendre inefficace le système de récolte d'eau : la structuration en bandes disparaît au profit de structures diffuses.

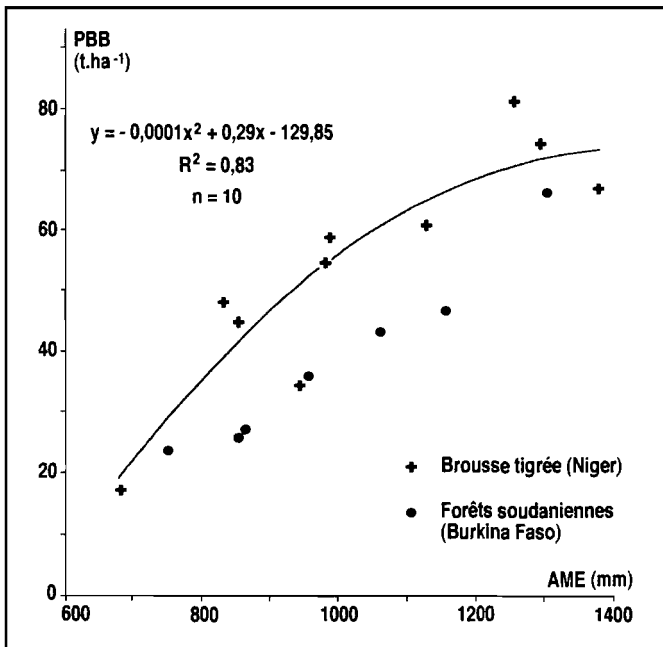


Figure 6. Relation entre la phytomasse mesurée par hectare de bande boisée (PBB) et l'approvisionnement annuel moyen en eau (AME : somme de la pluie directe et de la récolte des eaux ruissellées).

La courbe est ajustée aux résultats obtenus au Niger (d'après Valentin et d'Herbès, *sous presse*).

Ces limites calculées définissent en fait le domaine théorique d'existence de la brousse tigrée. En pratique, les brousses tigrées africaines les plus septentrionales ont été décrites dans le Gourma Malien sous une pluviométrie de 200-250 mm par Leprun (1992) et Hiernaux et Gérard (*article soumis*), en Mauritanie par Audry et Rossetti (1962), sous une pluviométrie de 150-200 mm. Au Niger, la limite septentrionale est surtout marquée par la présence d'importants dépôts sableux sur les plateaux en dessous de l'isohyète 300 mm, ce qui rend impossible l'écoulement en nappe nécessaire à la structuration en bandes.

Relations entre les structures et les pentes

Les structures échantillonnées ont été classées à partir de la relation établie entre un indice de diversité (calculé pour les mini-transects latéraux) et les pentes du transect principal. La Figure 7, empruntée à d'Herbès et Valentin (*article soumis*), montre clairement que les structures tigrées typiques présentent, par définition, une diversité latérale faible (voisine de 1), et se rencontrent exclusivement sur des pentes supérieures à 0,16%. L'indice de diversité augmente rapidement en dessous de cette valeur de pente.

Une fois cette classification «objective» réalisée, la longueur de la période moyenne (bande de végétation plus bande nue) a été mise en relation, pour l'ensemble des structures, avec la pente du plateau correspondant (Figure 8). Aucune relation claire n'apparaît pour les structures mouchetées ou peu structurées. En revanche, la longueur de période des brousses tigrées décroît assez rapidement lorsque la pente augmente, confirmant la relation entre la formation des bandes et la topographie du plateau. Cette relation a été retrouvée dans la littérature portant sur les brousses tigrées (d'Herbès et Valentin, *article soumis*) : Worral (1960) et Wickens et Collier (1971) au Soudan ; Slatyer (1961), Mabbut et Fanning (1987) et Dunkerley et Brown (1995) en Australie ; Montaña *et al.* (1990) au Mexique.

A pluviométrie identique, la pente joue donc un rôle fondamental sur le type de structure : une pente trop faible ne permet pas le ruissellement en nappe (indispensable pour organiser la végétation en bande) et la structure reste diffuse. Ce seuil inférieur est d'autant plus faible que la pluviométrie est faible également : la contraction en bande est d'autant plus «obligatoire» que les ressources hydriques sont faibles. En revanche, sous de fortes pluviométries, autorisant un recouvrement de végétation plus élevé, la structuration en bandes n'interviendra que sur les pentes les plus fortes, liée en cela à la récolte de l'eau de ruissellement caractérisée précédemment (Valentin et d'Herbès, *sous presse*). C'est ce qui apparaît sur les vues aériennes des zones à pluviométrie élevée (grossièrement >600 mm), sur lesquelles la structuration en bandes n'a lieu que sporadiquement, en général sur les bordures des plateaux, où les pentes sont plus fortes.

Ce fonctionnement laisse supposer que des transitions entre structures seraient possibles en un même lieu, en cas de fortes variations des précipitations sur une période suffisamment longue (*cf.* temps de «réaction» de quinze ans obtenu par Valentin et d'Herbès, *sous presse*). Peu d'exemples de ce type de transitions ont été rapportés : on peut évoquer le cas du nord du Burkina étudié par Serpantié *et al.* (1992) sur photographies aériennes prises avant et après les périodes de sécheresse des années 1971-1974 puis 1983-1985, sur lesquelles un changement de structures semble se dessiner, d'une brousse à mode de contraction diffus vers une brousse structurée en bandes. Couteron (1997) montre également une nette

contraction de la végétation résultant des périodes de sécheresse. L'analyse systématique des photographies aériennes multi-dates, appliquée aux zones de coexistence des différentes structures, permettra seule d'apporter des arguments dans le domaine des possibilités de transition. L'enjeu est ici encore double : si les transitions existent effectivement, il importe d'en tenir compte dans l'approche à long terme des aménagements et de la gestion des formations forestières. Parallèlement, on disposerait ainsi d'indicateurs assez sensibles des changements écologiques intégrant des variations pluviométriques sur le moyen et le long terme.

La relation entre la longueur de la période (bande de végétation+bande nue) et la pente mise en évidence sur la Figure 8 suggère en fait une corrélation entre le dénivelé et la longueur de période, similaire à celle établie dans les formules mises au point pour les constructions de banquettes en Défense et Restauration des Sols (formule de Ramser : d'Herbès et Valentin, *article soumis*). L'hypothèse d'un dénivelé d , commun à toutes les brousses tigrées, suppose que les données se répartissent sur l'hyperbole $y = d/x$. Cette hypothèse est exclue statistiquement si l'on prend l'ensemble des brousses tigrées. Par contre, elle est statistiquement acceptable en ne retenant que les brousses tigrées sur des pentes supérieures à 0,2%. Le dénivelé commun est alors $d = 0,25\text{m}$. Le système en bandes constitue en définitive une réponse naturelle à des contraintes physiques s'exerçant à travers la gestion de l'eau. Le fait que cette structuration se retrouve dans des contextes phytogéographiques différents (Afrique, Australie, Amérique centrale), dans des milieux écologiques comparables (topographie à faible pente uniforme, pluviométrie limitée) est un exemple des convergences de formes de végétation en réponse à des contraintes similaires.

Dynamique des bandes de végétation

Les hypothèses concernant la dynamique amont des bandes de végétation proviennent de la compréhension du fonctionnement du système interbande / bande : du fait que les ressources hydriques supplémentaires (nécessaires au maintien et à la croissance de la végétation) proviennent exclusivement de l'amont, il est logique de penser que la végétation située en amont aura une dynamique plus active que celle située en aval, laquelle ne recevra l'eau de ruissellement que lors d'événements pluvieux exceptionnels. Même alors, les conditions d'infiltration dans cette zone étant défavorables, la valorisation du surplus hydrique est improbable. En revanche, la strate herbacée et la strate ligneuse localisées en amont sont susceptibles de capter une partie importante des ressources hydriques (mais aussi minérales et organiques) et donc de se développer aux dépens des zones nues situées en amont, donnant naissance à ce qui ressemble à un processus de succession primaire (colonisation d'une zone totalement dénuée de végétation, dont le sol a des caractéristiques minérales brutes, même s'il a pu connaître le « passage » d'une bande de végétation dans le passé). Durant les bonnes séries pluviométriques, le maintien de la totalité de la bande est assuré ; de mauvaises séries affectent préférentiellement la végétation aval, et limitent probablement le développement amont. Le retour à des séries favorables relance la dynamique amont, créant un phénomène de pulsation des bandes résultant globalement en une progression de la végétation vers le haut de la pente (*cf.* Ambouta, 1984).

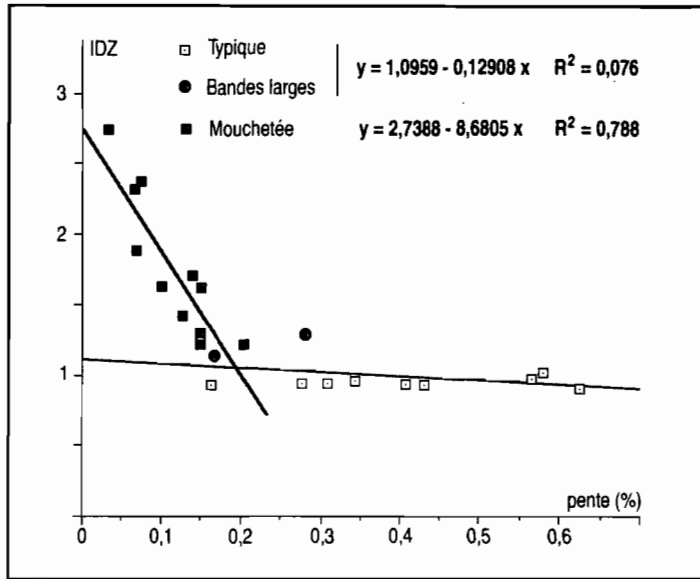


Figure 7. Relation entre l'indice de diversité zonale (IDZ) et la pente moyenne longitudinale.

Un indice égal à 1 indique que le transect est entièrement inclus dans une seule zone, la zone nue.

Plus l'indice est élevé, plus l'organisation est complexe et s'éloigne de la structuration en bandes alignées régulières. (d'après d'Herbès et Valentin, *article soumis*).

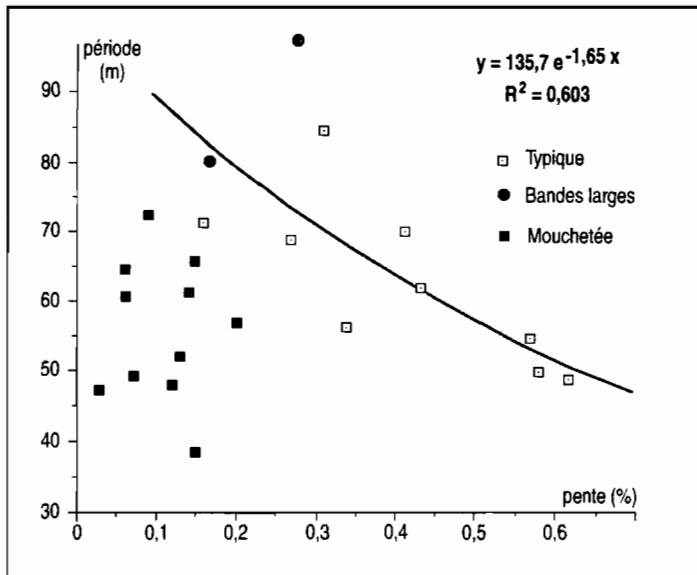


Figure 8. Relations entre la longueur de période (bande végétalisée + interbande nue) et la pente, faisant apparaître les différentes structures classées d'après les données de la Figure 7.

La courbe de régression est calculée pour les seules structures tigrées. (d'après d'Herbès et Valentin, *article soumis*).

La mise en évidence de ce processus est compliquée du fait des délais nécessaires à la croissance et à la reproduction de la végétation, en particulier ligneuse, susceptible de générer la dynamique. Qui plus est, le phénomène n'est assurément pas linéaire : le contour amont de la bande végétalisée est sinueux, formé de caps et de baies dont les conditions d'existence (micro-relief local ou hasard de la reproduction des arbustes pionniers, l'un pouvant dépendre de l'autre) sont actuellement en cours d'étude (Erhmann, en préparation).

Parmi les méthodes exposées, actuellement mises en œuvre pour rendre compte du phénomène et surtout estimer la vitesse moyenne d'avancée des bandes, deux d'entre elles donnent actuellement des résultats probants : l'utilisation de la datation par le Césium 137 et l'étude de l'âge des arbustes de l'amont vers l'aval de la bande végétalisée.

L'étude des processus d'érosion-accumulation de l'amont à l'aval de la bande nue (Chappell *et al.*, *sous presse*) rend compte d'une activité intense durant les 30 dernières années, ce qui confirme l'existence d'une dynamique au niveau des horizons superficiels du sol. La datation obtenue par la quantification du Césium 137 donne des cinétiques de l'ordre de 25 centimètres par an. Le comblement progressif, par des particules fines mêlées à des matières organiques, de la micro-dépression située juste en amont de la bande (zone pionnière et zone de décantation), modifie les états de surface, les conditions d'infiltration et la pente de cette zone et permettrait ainsi à la végétation herbacée (dynamique saisonnière et interannuelle, *cf.* Galle *et al.*, 1997) et ligneuse de progresser vers l'amont.

Les résultats de la datation de l'âge des arbres et arbustes, réalisée sur un transect du site de Banizoumbou, apparaissent sur la Figure 9 (d'après Mougnot *et al.*, 1996). La dynamique des populations d'arbustes est évidente (Figure 9a), avec une nette dominance de l'arbuste *Guiera senegalensis* en amont de la bande et un gradient d'âge remarquable. La population de *Combretum micranthum* a une répartition plus homogène dans la bande, les individus jeunes étant cependant localisés à l'amont. Les quelques individus arborés de *Combretum nigricans* permettent d'attribuer un âge maximum à la végétation de la bande, de l'ordre de 45 ans. On note la présence dans le cœur de la bande d'individus jeunes (5-15 ans), ce qui indique une dynamique de régénération interne à la bande, se superposant au gradient général d'âge de l'amont vers l'aval. Les régressions calculées pour les deux arbustes dominants (Figure 9b), permettent d'estimer la vitesse d'avancée de la bande à 0,5 m par an, soit 5 m tous les dix ans. Cette première estimation doit tenir compte du fait qu'elle ne se réfère qu'à un transect, sur un plateau, situé dans des conditions optimales pour l'existence de la brousse tigrée au Niger (voir Valentin et d'Herbès, *sous presse*). Il sera nécessaire de compléter ces travaux pour obtenir une vitesse d'avancée moyenne, reflétant un ensemble de conditions peut-être moins favorables. Il faut cependant retenir qu'une dynamique des populations d'arbustes existe en amont de la bande de végétation et qu'il faut donc en tirer partie pour l'aménagement et la gestion forestière.

En effet, si l'on considère qu'une brousse tigrée en bon état (c'est-à-dire n'ayant pas fait l'objet d'une sur-exploitation forestière ou d'un défrichement pour la mise en culture) représente un stade d'équilibre optimal avec les conditions climatiques actuelles et les conditions topographiques sur lesquelles elle se situe, il a été démontré que l'aménagement de la bande nue servant d'impluvium n'était pas souhaitable (*cf.* Galle *et al.*, 1997). En revanche, il peut être avantageux d'accélérer le phénomène d'épaississement des bandes

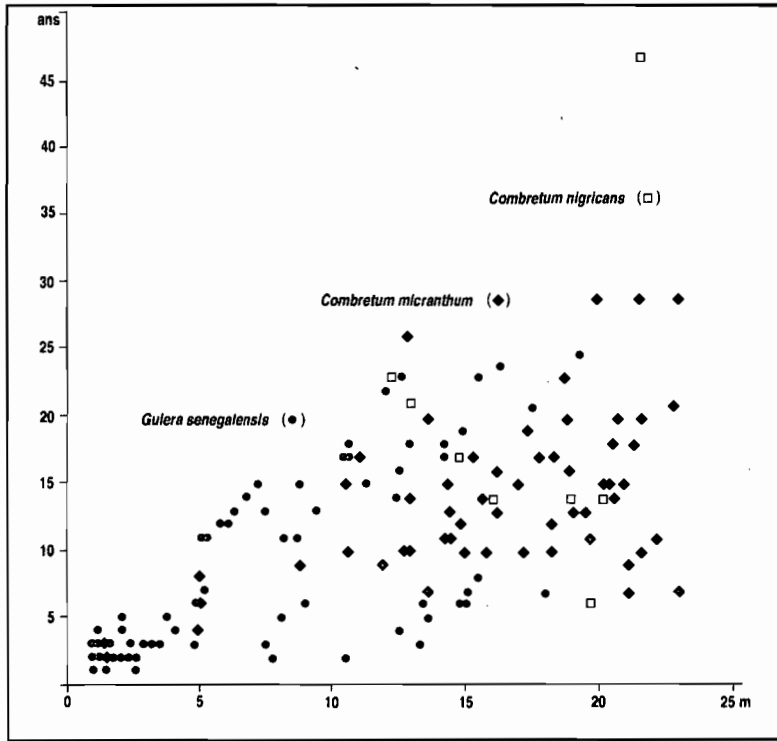


Figure 9a. Age des arbres et arbustes en fonction de leur position dans la bande.

On retrouve l'arbuste *Guiera senegalensis* en front pionnier, *Combretum micranthum* dominant le cœur de la bande ; quelques individus de *C. nigricans* donnent l'âge maximum présumé de la végétation de la bande : 45 ans.

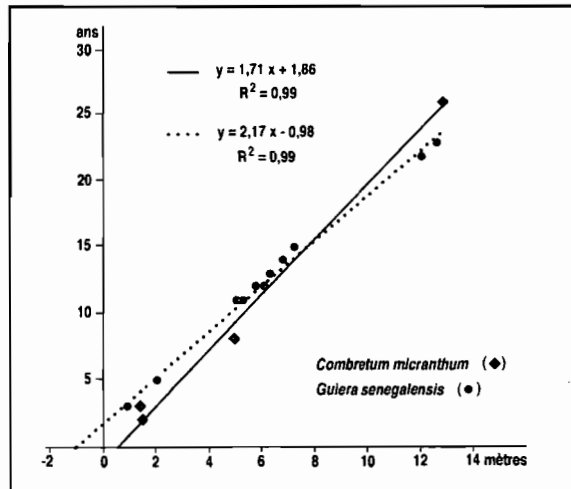


Figure 9b. Courbes de régression calculées pour les individus les plus âgés correspondant aux différentes positions dans la bande, pour les deux espèces principales. Les droites obtenues permettent de déduire une vitesse d'avancée de la bande de l'ordre de 0,5 m par an.

pour augmenter la surface de production, lorsque les conditions pluviométriques le permettent. C'est pourquoi, suite aux travaux menés par les équipes de l'ORSTOM sur la brousse tigrée, il a été recommandé aux bûcherons de répartir les branches inexploitable (petits bois, brindilles et feuilles) sur la partie amont (zone pionnière et zone de décantation, facilement identifiables par la dominance de croûtes de décantation, très caractéristiques, d'herbacées et de jeunes arbustes de *Guiera senegalensis*). Ce branchage facilite et protège la germination des herbacées et des ligneux, attire les termites (qui modifient les états de surface et améliorent ainsi l'infiltration) et active donc la dynamique de colonisation amont de la bande. Si les conditions pluviométriques restent favorables, l'alimentation hydrique sera suffisante pour permettre la production sur l'ensemble de la bande. Le retour à des séries pluviométriques défavorables provoquera une mortalité accrue de la partie aval de la bande, avant d'affecter les autres parties : il y aura production de bois mort, ce qui est l'un des buts recherchés par la gestion forestière, sans grever le potentiel productif de l'ensemble du système. Ces techniques, mises en application par le projet Énergie II, ont l'air de donner satisfaction, tant au niveau de leur mise en œuvre par les bûcherons chargés de l'exploitation forestière, que des taux de germination et de survie constatés dans la zone de branchage (Peltier *et al.*, 1994). Un suivi est cependant nécessaire pour évaluer l'impact à long terme de ces pratiques sur la durabilité du système.

Modélisation de la genèse des brousses tigrées

La Figure 10 montre un exemple des résultats obtenus en appliquant la matrice de convolution à une situation aléatoire commune, en faisant varier les coefficients a (2, 4 ou 8, compétition croissante pour les ressources) et b (1 ou 4, synergie croissante entre voisins).

Les structures se stabilisent au bout de 20 itérations (ce qui représenterait une durée de 100 à 200 ans). On peut constater que ce modèle très simple permet de reproduire avec une remarquable vraisemblance un grand nombre de structures réellement observées sur le terrain, ce qui lui donne une valeur intrinsèque forte. Cependant, la signification des coefficients reste à préciser : la «compétition» correspond essentiellement à la compétition pour l'eau. Par contre, l'effet de synergie entre individus voisins requiert une définition de ses différentes composantes (interception facilitée des flux amont, maintien d'un microclimat atténuant la demande évaporatrice, activité faunique, amélioration des caractéristiques physico-chimiques des horizons superficiels, *etc.*). Enfin, le modèle fonctionne avec des «activités métaboliques» abstraites, qui traduisent la proportionnalité généralement observée entre la photosynthèse et la transpiration. Comme tout modèle, celui-ci constitue une représentation simplifiée de la réalité, et non la réalité elle-même.

Des études sont lancées pour combiner les modèles fonctionnels résultant des travaux à l'échelle de la bande (*cf.* Galle *et al.*, 1997) et ce modèle, fonctionnant à l'échelle du paysage (Ehrmann, en préparation).

Ce modèle se prête également à des simulations diverses, en particulier pour analyser les impacts prévisibles de différents aménagements. La Figure 11, empruntée à Thiéry *et al.* (1996), est le résultat de la modélisation correspondant à la plantation d'arbres dans la zone nue. Le modèle prévoit d'une part que les arbres introduits sont très vite éliminés (en deux itérations) et, d'autre part, que leur introduction induit un net rétrécissement des bandes de

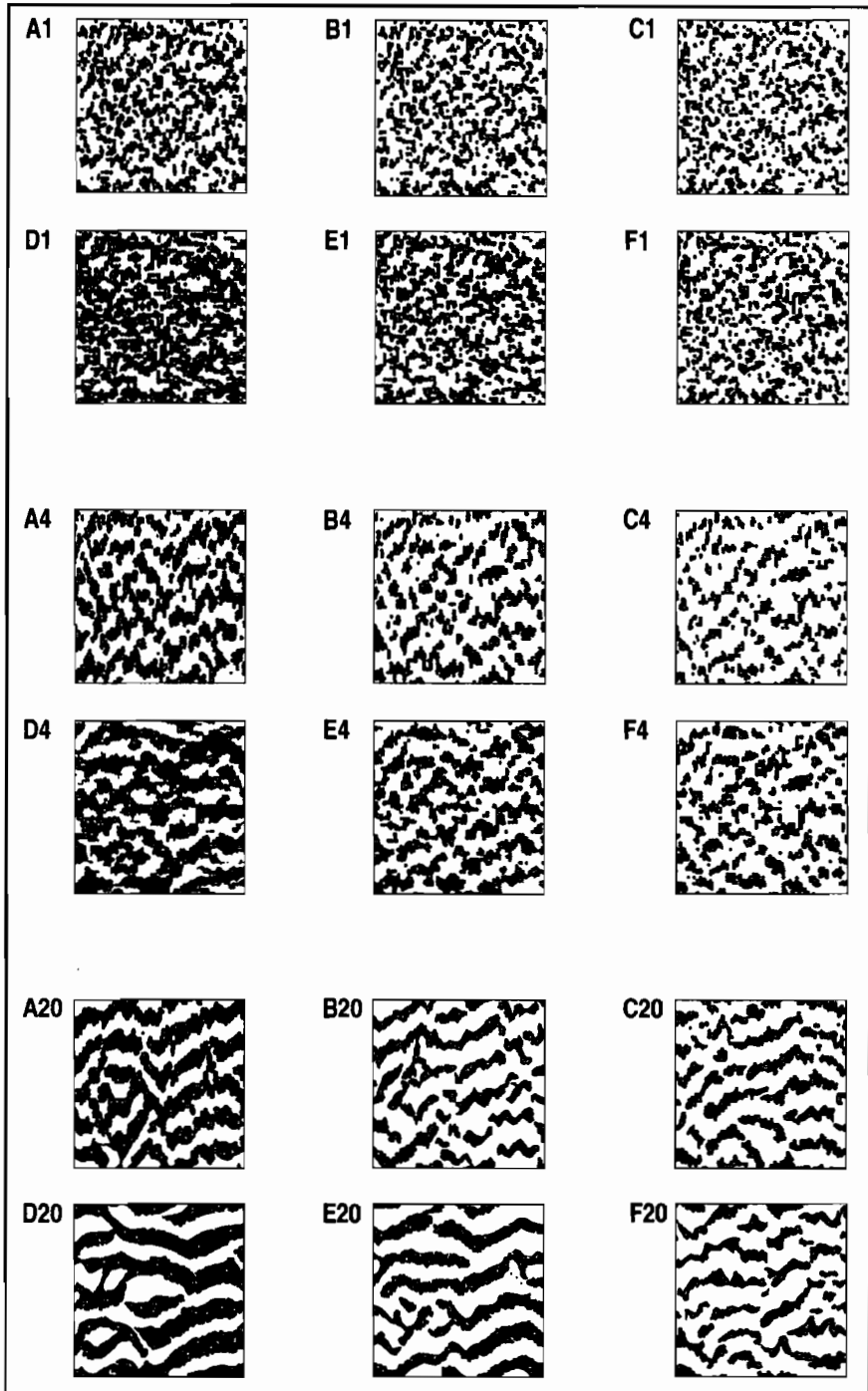


Figure 10. Motifs engendrés par le modèle pour différentes valeurs des paramètres : $a = 2$ (A, D), 4 (B, E) ou 8 (C, F) ; $b = 1$ (A, B, C) ou 4 (D, E, F), avec un coefficient de calibration $c = 0,5$. Le nombre d'itérations ($k = 1, 4, 20$) est proportionnel au temps, probablement 5 à 10 ans par itération. Les motifs correspondent à la matrice présentée dans le texte (p. 138).

végétation spontanée (Figure 11 : M1, M2), qui ne retournent à l'état initial qu'après deux itérations supplémentaires. Cette simulation ne reproduit que partiellement les conditions réelles des aménagements forestiers, dans la mesure où elle ne prévoit pas, en particulier, les ouvrages de type «demi-lune» destinés à recueillir les eaux de ruissellement en amont de chaque arbre introduit. Cependant, l'effet dépressur sur les bandes de végétation aval est bien pris en compte au travers du coefficient a , et traduit l'impact réel de l'introduction d'ouvrages en amont de ces bandes. L'examen du résultat négatif de nombres de projets d'aménagements forestiers réalisés ces dernières décennies semble valider le résultat de la simulation. Il conforte l'importance de conserver l'impluvium intact pour optimiser le fonctionnement global du système contracté et donc la production forestière.

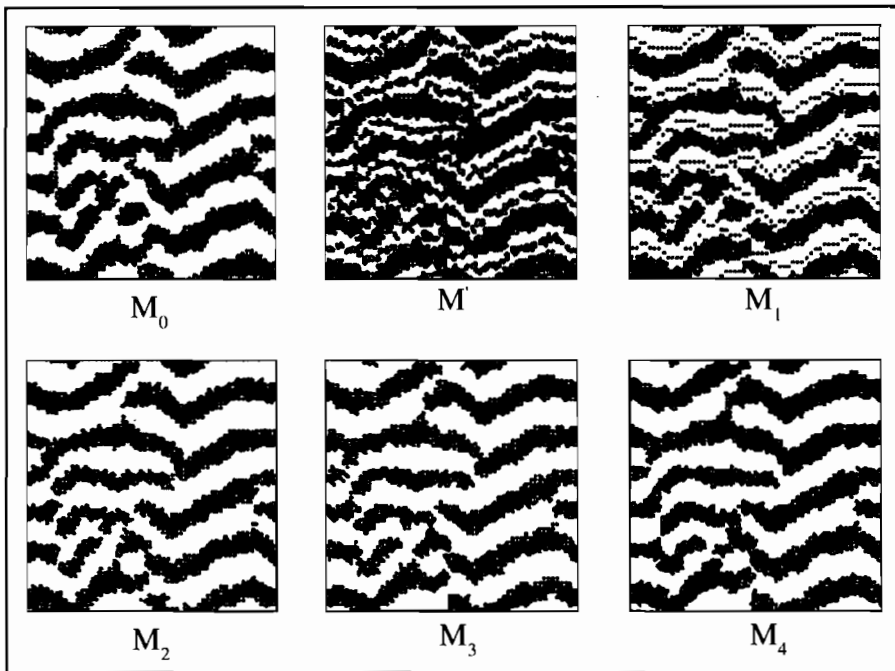


Figure 11. Simulation de l'introduction d'arbres au milieu de la bande nue (en M') à partir d'un état initial M_0 . (d'après Thiéry *et al.*, 1996).

Conclusion

Les travaux conduits ces dernières années sur les écosystèmes forestiers contractés au Niger (et présentés au cours de l'Atelier de Niamey) ont permis de confirmer certaines hypothèses émises auparavant, d'en nuancer d'autres, enfin d'en poser de nouvelles.

Les relations entre les différentes formes de contraction et la topographie locale (essentiellement la pente) sont désormais bien établies, ainsi que les variations structurales régionales selon le gradient pluviométrique. La dynamique des bandes de végétation n'est pas encore formellement prouvée, un faisceau de preuves indirectes se dégage cependant

en faveur d'une migration progressive des bandes vers l'amont de la pente. Ces résultats permettent de définir le cadre général des interventions d'aménagement et de gestion de ces formations, en jouant sur les potentialités locales déterminées par des facteurs biophysiques bien identifiés. Il apparaît en particulier que le mode de contraction en bandes régulières accroît la production forestière et doit donc être respecté, voire favorisé lorsqu'il est rendu possible par les conditions édapho-climatiques.

La modélisation, par définition imparfaite, de la genèse des systèmes contractés fournit des hypothèses de travail pour la poursuite de la compréhension des mécanismes conduisant à cette structuration spontanée particulière.

La reconnaissance des différentes structures sur les images aériennes et satellitaires semble être possible, et devrait modifier l'approche des inventaires forestiers : en effet, les relations entre structures et fonctionnements (et la production primaire résultante) permettent d'envisager à terme la cartographie automatique de la productivité des écosystèmes forestiers sahéliens à partir des seules données de la télédétection. Auparavant, il est cependant nécessaire de préciser encore ces relations : les travaux présentés se sont essentiellement concentrés sur les brousses tigrées typiques et il est indispensable de les appliquer à l'ensemble des structures contractées ou diffuses observées au Sahel.

Références

Ambouta J.M.K., 1984. *Contribution à l'édaphologie de la brousse tigrée de l'ouest nigérien*. Thèse de docteur-ingénieur, Univ. Nancy I, France.

Ambouta J.M.K., 1997. Définition et caractérisation des structures de végétation contractée au Sahel : cas de la brousse tigrée de l'ouest nigérien. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 41-57.

Audry P. et Rossetti C., 1962. *Observation sur les sols et la végétation en Mauritanie du sud-est et sur la bordure adjacente du Mali (1959 et 1961)*. Prospection Écologique en Afrique Occidentale, FAO, Rome : 53-71.

Boaler S.B. et Hodge C.A.H., 1964. Observations on vegetation arcs in the northern region, Somali Republic. *Journal of Ecology*, 52 : 511-544.

Boudet G., 1972. Désertification de l'Afrique tropicale sèche. *Adansonia*, série 2, 12(4) : 505-524.

Casenave A. et Valentin C., 1992. A runoff capability classification system based on surface features criteria in semi arid areas of Africa. *Journal of Hydrology*, 130 : 231-249.

Chappell A., Valentin C., Peugeot C., Warren A., d'Herbès J.M., (in press). Using ¹³⁷Cs to trace soil erosion and potential upslope migration of banded vegetation in south-west Niger. *Catena*.

Clos-Arceud M., 1956. Étude sur photographies aériennes d'une formation végétale sahélienne : la brousse tigrée. *Bulletin de l'IFAN*, tome XVIII, série A(3) : 677-687.

Cornet A.F., Montaña C., Delhoume J.P., Lopez-Portillo J., 1992. Water flows and the dynamics of desert vegetation stripes. In : Hansen A.J., Di Castri F., eds. *Landscape boundaries. Consequences for biotic diversity and ecological flows*. Springer-Verlag, Ecological Studies 92, New-York : 327-345.

- Couteron P., 1997. Sécheresse et hétérogénéité spatiale de paysages végétaux soudano-sahéliens : exemple au nord-ouest du Burkina Faso. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 69-79.
- Delbære E., 1994. *Identification de la structure des écosystèmes forestiers contractés sahéliens par télédétection aérienne et satellitaire. Facteurs du milieu déterminant ces structures*. Mémoire d'ingénieur, ISTOM, Cergy-Pontoise / ORSTOM, Niamey.
- Dunkerley D.L. et Brown K.J., 1995. Runoff and runoff areas in a patterned chenopod shrubland, arid western New South Wales, Australia: characteristics and origin. *Journal of Arid Environments*, 30: 41-55.
- Ehrmann M. (en prép.). *Thèse*. Université Paris VI.
- Ehrmann M., Galle S., Seghieri J., Valentin C., (subm.) Patterning and pioneer processes of the herbaceous front in a tiger bush. *Banded vegetation patterning in arid and semi arid environment : ecological processes and consequences for management*. International Symposium, April 2-5, 1996, Paris. *Acta Oecologica*.
- Galle S., Seghieri J., Mounkaila H., 1997. Fonctionnement hydrologique et biologique à l'échelle locale. Cas d'une brousse tigrée au Niger. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 105-118.
- Greene R.S.B., 1992. Soil physical properties of three geomorphic zones in a semi-arid mulga woodland. *Australian Journal of Soil Research*, 30, 1 : 55-69.
- Guillaume K., Abbadie L., Mariotti A., (subm.) Soil organic matter dynamics in tiger bush. *Banded vegetation patterning in arid and semi arid environment : ecological processes and consequences for management*. International Symposium, April 2-5, 1996, Paris. *Acta Oecologica*.
- d'Herbès J.M. et Valentin C. (1997). Surface conditions in the Niamey region (Niger) : spatial distribution, ecological and hydrological implications. *Journal of Hydrology*, 188-189 : 18-42.
- d'Herbès J.M. et Valentin C. (subm.). Slope gradient and rainfall control of banded woodland patterns in Niger. *Banded vegetation patterning in arid and semi arid environment : ecological processes and consequences for management*. International Symposium, April 2-5, 1996, Paris. *Catena*.
- Hiermaux P. et Gérard B., (subm.). Does patchiness increase vegetation productivity, diversity and stability. The case of «brousse tigrée» in the Sahel. *Banded vegetation patterning in arid and semi arid environment : ecological processes and consequences for management*. International Symposium, April 2-5, 1996, Paris. *Acta Oecologica*.
- Hill M.O., 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54, 2 : 427-432.
- Ichaou A., 1995. *Étude comparée de la productivité des formations forestières de brousse tigrée et de brousse diffuse : conséquences pour la gestion et pour la régénération de ces formations*. Mémoire d'ingénieur, Institut Polytechnique Rural, Katibougou, Mali ; ORSTOM, Niamey, Niger.
- Ichaou A. et d'Herbès J.M., 1997. Productivité comparée des formations structurées et non structurées dans le Sahel nigérien : conséquences pour la gestion forestière. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 119-130.
- Lebel T., Sauvageot H., Hoepffner M., Desbois M., Guillot B., Hubert P., 1992. Rainfall estimation in the Sahel : the EPSAT-Niger experiment. *Hydrological Science Journal*, 37, 3 : 201-215.

- Leprun J.C., 1992. Etude de quelques brousses tigrées sahéliennes : structure, dynamique, écologie. In : Le Floch E., Grouzis M., Comet A., Bille J.C., eds. *L'aridité, une contrainte au développement*. ORSTOM éditions, Paris : 221-244.
- Mabbutt J.A. et Fanning P.C., 1987. Vegetation banding in arid western Australia. *Journal of Arid Environments*, 12 : 41-59.
- Mac Fayden W.A., 1950. Vegetation patterns in the semi desert plains of British Somalilands. *Geographic Journal*, 116 (4-6) : 119-211.
- Mahamane L. E. et Montagne P., 1997. Les grands axes stratégiques du projet Énergie II pour une gestion rationnelle des écosystèmes contractés péri-urbains. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 155-167.
- Mauchamp A., Rambal S., Lepart, J., 1994. Simulating the dynamics of a vegetation mosaic : a spatialized functional model. *Ecological Modelling*, 71 : 107-130.
- Montaña C., Lopez-Portillo J., Mauchamp A., 1990. The response of two woody species to the conditions created by a shifting ecotone in an arid ecosystem. *Journal of Ecology*, 78 : 789-798.
- Mougenot B. et Hamani S., 1997. Les possibilités de classification des formations contractées à partir de la télédétection aérienne et satellitaire. Exemple dans l'ouest nigérien. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 59-68.
- Mougenot B., d'Herbès J.M., Ichaou A., Valentin C., 1996. How do vegetated arcs move upwards in the nigerien tiger bush. *Banded vegetation patterning in arid and semi arid environment : ecological processes and consequences for management*. International Symposium, April 2-5, 1996, Paris.
- Peltier R., Mahamane L.E., Montagne P., 1994. Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger. 1ère et 2ème parties. *Bois et Forêts des Tropiques*, 242 : 59-76 et 243 : 5-24.
- Serpantié G., Tezenas du Montcel L., Valentin C., 1992. La dynamique des états de surface d'un territoire agro-pastoral soudano-sahélien. Conséquences et propositions. In : Le Floch E., Grouzis M., Comet A., Bille J.C., eds. *L'aridité, une contrainte au développement*. ORSTOM éditions, Paris : 419-447.
- Slatyer R.O., 1961. Methodology of a water balance study conducted on a desert woodland (*Acacia aneura* F. Muell.) community in central Australia. In *Plant-water relationships in arid and semi-arid conditions*. Proc. of the Madrid symposium, UNESCO Arid Zone Research, 16 : 15-25.
- Thiéry J., d'Herbès J.M., Valentin C. 1995. A model simulating the genesis of banded patterns in Niger. *Journal of Ecology*, 83 : 497-507.
- Thiéry J.M., d'Herbès J.M., Valentin C., 1996. Modélisation de la réponse de brousses tigrées à différents modes de gestion. *Journées du PIR-Environnement, Vie et Sociétés, «Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement»*, 15-17 janvier 1996, Paris : 111-116. Elsevier, Paris (1997).
- Tongway D.J. et Ludwig J.A., 1990. Vegetation and soil patterning in semi-arid mulga lands of Eastern Australia. *Australian Journal of Ecology*, 15 : 23-24.
- Tongway D.J. et Ludwig J.A., (*subm.*). Theories on the origins, maintenance, dynamics and functioning of banded landscapes. In : Tongway D.J., Valentin C., d'Herbès J.M., Seghieri J., eds. *Banded vegetation patterning in arid and semi-arid environments : ecological processes and consequences for management*. Springer Verlag, Ecological Studies, New York.
- Valentin C. et d'Herbès J.M. (*in press*). The Nigerian tiger bush as a natural water harvesting system. *Banded vegetation patterning in arid and semi arid environment : ecological processes and consequences for management*. International Symposium, April 2-5, 1996, Paris. *Catena*.

Wickens G.E. et Collier F.W., 1971. Some vegetation patterns in the Republic of the Sudan. *Geoderma*, 6 : 43-59.

White L.P., 1969. Vegetation arcs in Jordan. *Journal of Ecology*, 57 : 461-464.

White L.P., 1970. Brousse tigrée patterns in Southern Niger. *Journal of Ecology*, 58 : 549-553.

White L.P., 1971. Vegetation stripes on sheet wash surfaces. *Journal of Ecology*, 59 (2) : 615-622.

Worrall G.A., 1960. Patchiness in vegetation in the Northern Sudan. *Journal of Ecology*, 48 : 107-117.

ATELIER III

Modes de gestion. Impact de l'administration et des projets

Plusieurs communications abordent la nouvelle politique forestière du Niger, d'abord à travers les grandes lignes du Projet Énergie II (L.E. Mahamane et P. Montagne), puis dans le détail des concepts et méthodes mis en œuvre dans le développement des marchés ruraux de bois-énergie (P. Montagne *et al.*).

L'importance socio-économique de l'implantation des marchés ruraux est analysée par P. Montagne, les aspects techniques des aménagements associés sont abordés par H. Djibo *et al.*, puis par D. Knapp et A.N. Mazou, enfin par C. Bernard *et al.*

L'impact écologique d'un projet de reboisement est étudié par P. Torrekens *et al.*, tandis que J.M. Jolly propose à la réflexion les résultats et les difficultés de la mise en œuvre de cette politique forestière dans le cadre de projets intégrés de gestion de terroirs.

12

Les grands axes stratégiques du Projet Énergie II - Volet Offre pour une gestion rationnelle des écosystèmes forestiers péri-urbains au Niger

L.E. MAHAMANE et P. MONTAGNE

Projet Énergie II / Énergie Domestique - Volet Offre, Niamey, Niger.

Résumé

L'approvisionnement en bois-énergie des quatre grandes villes du Niger (Niamey, Maradi, Zinder, Tahoua) est depuis une vingtaine d'années un secteur économique en développement, qui se traduit notamment par des emplois en milieu rural (bûcherons et transporteurs) et un chiffre d'affaires annuel global de 2 à 3 milliards de francs CFA pour la seule ville de Niamey. Cette activité économique, jusqu'à aujourd'hui basée sur une ressource gratuite, entraîne une exploitation anarchique croissante, menaçant le potentiel de production. Aussi, depuis 1989, le Projet Énergie II - Volet Offre travaille, sur mandat du Gouvernement du Niger, à l'élaboration d'un cadre global permettant de garantir un approvisionnement à la fois durable, régulier, performant et au meilleur coût, tout en assurant une gestion conservatoire et rationnelle des ressources ligneuses.

Ce cadre global, intitulé Stratégie Énergie Domestique s'appuie concrètement sur le triptyque : Fiscalité - Contrôle Forestier - Marchés Ruraux, auquel s'ajoute le Schéma Directeur d'Approvisionnement, outil de planification des ressources forestières. Les marchés ruraux sont l'outil qui permet de transférer aux populations la responsabilité de la gestion de ces formations forestières. Ils ont été officiellement créés par l'ordonnance 92-037 du 21 août 1992 (article 8), outil structurel légal réglementaire et fiscal qui organise le commerce du bois en fixant les règles du jeu entre les différents acteurs. Le contrôle forestier a pour objet de garantir aux marchés ruraux que les zones d'exploitation leur sont bien réservées. Ce dispositif global, développé concrètement sur le terrain depuis 1991, est maintenant opérationnel : 10 à 15% du bois consommé à Niamey provient de structures de production organisées en marchés ruraux.

Introduction

La non-appropriation des forêts par les communautés villageoises riveraines et leur situation de fait en accès libre entraînent une exploitation anarchique du couvert forestier nigérien. En plus de sa fonction de principale source d'énergie, le bois représente :

- des emplois en milieu rural pour les habitants de plus de 1 000 villages, mais aussi pour des bûcherons recrutés parmi les chômeurs des grandes villes, pour des charretiers, des chameliers, des âniers ;
- une source d'activité pour des chauffeurs et des propriétaires de camions et de camionnettes : le transport du bois de feu constitue une part importante du trafic routier sur les axes desservant les grandes villes ;
- un chiffre d'affaires annuel global de 2 à 3 milliards de francs CFA pour la seule ville de Niamey, soit près du tiers des recettes des ventes d'essence automobile pour l'ensemble du pays.

L'approvisionnement en bois-énergie des quatre grandes villes (Niamey, Maradi, Zinder, Tahoua) est donc lié à des enjeux majeurs :

- enjeu environnemental, par l'importance des prélèvements effectués sur des massifs forestiers fortement dégradés ;
- enjeu social, puisque c'est pratiquement toute la population rurale comme urbaine, qui est directement concernée soit en tant que consommateur, soit en tant que producteur ;
- enjeu économique enfin, d'une part en raison des revenus que génère directement ou indirectement le commerce du bois, et d'autre part parce que le bois de feu est et sera pour longtemps encore, le seul combustible domestique d'origine nationale peu coûteux et facilement accessible.

La Stratégie Énergie Domestique

Historique

Les formations forestières du Niger sont soumises à de nombreuses contraintes qui mettent en péril leur pérennité. Les causes sont connues : problèmes climatiques (sécheresses), facteurs humains (liés au développement anarchique de l'agriculture, lui-même conséquence de l'accroissement démographique et de la quasi-stagnation des techniques culturales) et problèmes liés au surpâturage (divagations animales). Les conséquences sont claires : les massifs forestiers, qu'ils soient situés à l'ouest du pays (plateaux de brousses à Combrétacées tigrées et/ou tachetées) ou à l'est (formations de bas-fonds à *Acacia*), sont dégradés. A ces difficultés dont les conséquences s'aggravent d'années en années, viennent s'ajouter les effets des prélèvements ligneux destinés à l'approvisionnement en bois-énergie, bois de service ou bois d'œuvre des populations. En effet, l'augmentation forte de ces populations depuis une vingtaine d'années (3,2%/an ; RGP, 1988 in SDAN, 1991) entraîne une hausse de la consommation de ces produits.

L'utilisation des ressources ligneuses à des fins énergétiques concerne plus de 98% des ménages pour les besoins culinaires. Les études filières réalisées en 1990 ont montré que la ville de Niamey consommait près de 133 000 tonnes de bois par an (SDAN, 1991) ; en 1994, l'accroissement démographique a dû entraîner un accroissement de ce besoin à 150 000 tonnes. Cette tendance va continuer. Sur le plan qualitatif, si il y a dix ou vingt ans le bois consommé était mort, on constate actuellement de plus en plus de prélèvements de bois vert, bien souvent issu de coupes liées à des défrichements agricoles. Dans bien des cas, il est difficile de savoir si le défrichement n'a pas pour raison fondamentale la coupe du bois pour sa vente plutôt que la mise en culture proprement dite. L'activité d'exploitation du bois est devenue depuis une dizaine d'années une filière de production bien souvent aux effets économiques supérieurs à cause des filières traditionnelles de l'agriculture ou de l'élevage. Des commerçants-transporteurs s'y intéressent et réalisent de substantiels bénéfices (rapport de 1 à 6 en moyenne ¹).

Il devenait dès lors urgent de repenser, sous peine d'assister à très brève échéance à la destruction massive des écosystèmes, la politique d'intervention des Services de l'Environnement.

Dès 1981, l'État a initié et testé cette nouvelle politique notamment par l'aménagement forestier de la forêt classée de Guesselbodi. D'autres aménagements forestiers ont également eu lieu dans le domaine de l'État (Gorou Bassounga, Faira, *etc.*). Le domaine protégé a commencé à être concerné par ces aménagements en 1987 par le début des travaux du massif de Hamadidé.

Une nouvelle approche : la Stratégie Énergie Domestique (SED)

Depuis 1989, le Projet Énergie II - Volet Offre travaille, sur mandat du Gouvernement du Niger et avec l'appui de la Banque Mondiale (IDA) et de l'Agence Danoise de Coopération Internationale (DANIDA), à partir d'un diagnostic des actions des autres projets, à l'élaboration d'un cadre global permettant, compte tenu des besoins en bois sans cesse croissants des populations urbaines, de leur garantir un approvisionnement qui soit à la fois durable, régulier, performant, au meilleur coût pour le consommateur et pour la collectivité, tout en assurant une gestion conservatoire et rationnelle des ressources ligneuses (Bertrand *et al.*, 1994).

Il s'agissait donc de mettre au point et de développer des propositions en matière de gestion des ressources ligneuses pour que leur exploitation se fasse dans des conditions garantissant leur pérennité. En effet, les opérations de substitution ne pourront, au mieux, que compenser l'accroissement de consommation dû à la croissance démographique, et la ville de Niamey aura pendant encore de longues années un besoin important de bois-énergie. La SED tient compte de ce fait en proposant un cadre de gestion globale à l'échelle nationale.

En 1989, l'expérience nigérienne, déjà considérable et reconnue, en matière de coopératives d'exploitation forestière du bois de feu et d'aménagements forestiers villageois s'était cependant avérée insuffisante. En effet jusqu'à présent, toutes les réalisations de ce

1. Soit pour un prix d'achat de 1,5 à 2 FCFA/kg un prix de vente au détaillant de 10 à 12 FCFA/kg.

type avaient eu un caractère essentiellement pilote. Le défi qui était alors proposé était de passer du « prototype » au « produit de série ». Cela impliqua un effort méthodologique supplémentaire pour simplifier, en les gardant performantes, voire en les améliorant, les méthodes acquises et expérimentées par les pionniers au cours de la décennie 1980. Ainsi, pour toutes ces raisons, la Stratégie Énergie Domestique vise à :

- inverser la tendance prédatrice pour l'environnement qui risque de compromettre à la fois la satisfaction des besoins en combustibles domestiques des citadins et l'équilibre du milieu naturel péri-urbain, déjà bien fragilisé, en organisant une gestion plus précise, rationnelle et contrôlée de l'espace péri-urbain et des ressources ligneuses, par : (1) la rationalisation de l'exploitation des ressources et de l'approvisionnement en bois-énergie des villes, en tenant compte de l'ensemble des contraintes d'ordre physique, sociologique et économique ; (2) la responsabilisation réelle et la participation effective des populations riveraines à la gestion et au contrôle de l'exploitation de leurs ressources ligneuses.
- renforcer la capacité d'orientation, de coordination et d'intervention des pouvoirs publics dans le domaine de l'énergie domestique.

A court terme, la mise en place de cette stratégie passera par :

- la réorganisation du dispositif de contrôle forestier pour maîtriser effectivement les flux (quantités et provenances) de bois-énergie entrant en ville et s'assurer qu'une part de plus en plus importante de ces flux proviendra, année après année, de l'exploitation rationnelle et participative de zones aménagées ;
- la mise en place d'une politique de prix et de nouveaux systèmes de taxation des combustibles domestiques, assurant l'orientation économique de leur production et de leur consommation, la réduction de la fraude à un niveau résiduel et le développement substantiel des recettes publiques ;
- la définition et la mise en place d'une assistance visant à permettre aux opérateurs privés des filières énergie domestique (bois-énergie et énergies de substitution) d'évoluer, de se moderniser et d'aboutir à une gestion meilleure et plus rentable de leurs activités.

La SED : une démarche avant tout économique

Dans la mesure où les approches techniciennes antérieures n'avaient pu donner des résultats satisfaisants, la SED a adopté une approche qui, à partir de leviers économiques, vise, à long terme, les mêmes objectifs. Il s'agit simplement de poursuivre les actions de développement forestier engagées par le passé dans un cadre législatif, fiscal, réglementaire et organisationnel spécifique. Depuis 1989, la SED a donc pu développer le processus de mise en place d'aménagements forestiers par et pour les populations¹, dans un contexte socio-économique qui leur soit favorable. L'objectif final est de donner à l'arbre une valeur sur pied qui puisse permettre aux ruraux de le protéger et de l'élever. Le dispositif fiscal génère et amplifie cette prise de conscience.

1. Cette SED englobe également de façon plus large les préoccupations liées aux aspects consommation des produits ligneux par les ménages (urbains surtout) et donc tout ce qui a trait au remplacement du bois par le pétrole ou le gaz (Projet Énergie II - Volet Demande).

Responsabilisation des ruraux dans la gestion commerciale et technique de leurs massifs forestiers

L'objectif est donc le transfert effectif de l'État au profit des populations rurales de la responsabilité de la gestion et du contrôle de l'exploitation et du commerce primaire du bois-énergie. Ce transfert, réalisé dans le cadre défini par les schémas directeurs, comporte deux étapes :

- la mise en place de marchés ruraux de type **orienté** par l'administration forestière et gérés par les populations sur l'ensemble des zones définies par les schémas directeurs,
- puis, selon les moyens dont disposeront les populations et l'administration, la transformation progressive de ces marchés ruraux vers le type **contrôlé**.

Donner une valeur à l'arbre sur pied

La forêt constitue une richesse immense qui, malheureusement jusqu'ici, profite surtout à des personnes extérieures, notamment les commerçants-transporteurs qui viennent sur les terroirs villageois couper du bois avec des équipes de bûcherons salariés, sans bénéfice ou contrepartie pour le village. Ce système d'exploitation incontrôlée du bois-énergie est très défavorable et démobilisateur pour les paysans. Désormais cette richesse reviendra intégralement aux villageois organisés, conformément aux termes du contrat de concession rurale établi entre l'État et le marché rural de bois.

La gestion conservatoire et rationnelle des ressources ligneuses constitue la condition *sine qua non* pour assurer des revenus réguliers et durables, pour pérenniser la ressource et pour garantir un approvisionnement en bois-énergie des populations urbaines qui soit à la fois performant et permanent.

L'importance des revenus retirés de la vente du bois doit faire prendre conscience aux villageois de la valeur monétaire de l'arbre sur pied. Ils doivent par conséquent comprendre l'intérêt pour eux de pratiquer une exploitation qui assure le renouvellement régulier de cette ressource.

Les quotas d'exploitation : outils de réglementation et de suivi

Mais pour que les revenus du marché rural soient véritablement réguliers et durables, il faudra que les bûcherons exploitent les ressources ligneuses du village de façon à permettre une bonne régénération des formations végétales et donc ne coupent pas plus que la végétation ne peut le supporter tout en respectant les normes de coupe (hauteur, diamètre, espèce) conformément à la formation technique qu'ils ont reçue.

C'est pourquoi la quantité globale de bois qui pourra être exploitée par le marché rural chaque année sera limitée par un **quota annuel fixé par l'administration de l'Environnement**, des représentants de la structure de gestion et de la collectivité territoriale. Ce quota sera réévalué tous les ans après un contrôle *a posteriori* de l'administration de l'Environnement, qui évaluera si les bûcherons ont réellement travaillé de manière à ce que les ressources ligneuses puissent se reconstituer. Si au contraire l'exploitation du bois par les bûcherons du marché rural est effectuée de manière inconsidérée, sans tenir compte des

recommandations des agents de l'Environnement, alors le quota annuel de l'année suivante sera réduit, voire annulé ce qui pourra signifier la fermeture temporaire ou définitive du marché rural. Notons que ces éléments ont été concrétisés par :

- la mise au point de méthodes d'aménagement forestier simples et adaptées au contexte local (Djibo *et al.*, 1997) ;
- la mise en place de dispositifs expérimentaux de suivi de la régénération des coupes de bois vert.

La SED a une ambition de gestion des ressources forestières à long terme ou tant que les populations urbaines utiliseront le bois comme combustible principal. Il s'agit de vérifier que les systèmes d'exploitation, notamment de bois vert¹, ne sont pas préjudiciables au maintien des écosystèmes. Notons ici que l'on ressent, après cinq ans de travaux, que les phénomènes de dégradation constatés sont plus du fait des défrichements agricoles, qui laissent des terrains nus, que des prélèvements de bois, finalement faibles par unité de surface.

La SED, cadre global national d'organisation de l'exploitation du bois

Ce cadre global, intitulé Stratégie Énergie Domestique s'appuie donc concrètement sur le triptyque : Fiscalité - Contrôle Forestier - Marchés Ruraux.

Les Schémas Directeurs d'Approvisionnement en bois (SDA) des villes

Le SDA est un outil de planification des ressources forestières qui permet de définir les zones prioritaires d'intervention et de déterminer le (ou les) mode(s) de gestion à appliquer.

Ils sont basés sur un triple zonage de la ressource, de son exploitation et des dynamiques agricoles et pastorales ; ils définissent les zones propices à l'exploitation, les quantités de bois-énergie que l'on peut y prélever sans préjudice pour l'environnement, ainsi que les zones qu'il convient de protéger en y réduisant l'exploitation, voire en les mettant en défens. Les Schémas Directeurs d'Approvisionnement en bois des villes de Niamey, Maradi et Zinder sont prêts (Attari, 1997).

Les marchés ruraux

Les marchés ruraux sont des organismes à vocation coopérative officiellement créés par l'ordonnance 92-037 du 21 août 1992 (article 8) : c'est une avancée considérable puisque cela assure une base légale au dispositif de production du bois proposé et permet une appropriation des terroirs forestiers par les populations riveraines. Ces marchés ruraux de bois-énergie sont classés selon une typologie qui permet d'inciter les villageois à gérer de façon durable les ressources ligneuses de leurs terroirs. Ainsi on rencontre les **marchés de type orienté** où le massif exploité est délimité avec fixation d'un quota d'exploitation annuel et les **marchés de type contrôlé** où le massif est en outre parcellisé de façon à organiser les coupes annuelles selon une rotation préalablement définie.

1. Notons que, de toute manière, il y a de moins en moins de bois mort et que l'approvisionnement des centres de consommation se fera inévitablement par la coupe de bois vert...

Entre l'exploitation incontrôlée, qui subsistera encore longtemps, et l'exploitation orientée/contrôlée, un différentiel de taxe (actuellement de l'ordre de 300 FCFA/stère) est prévu pour inciter les transporteurs-commerçants à aller s'approvisionner dans ces structures villageoises.

Notons tout de suite que les marchés ruraux, s'ils constituent un préalable à la mise en place éventuelle d'un aménagement forestier villageois, peuvent par ailleurs être la base de toute autre action de développement rural (Montagne, 1997).

La fiscalité

La fiscalité est l'outil structurel légal réglementaire qui organise le commerce du bois en fixant les règles du jeu entre les différents acteurs : État, membres des structures de gestion des marchés ruraux et transporteurs-commerçants. Il est défini par l'ordonnance 92-037, le décret 92-279/PM/MHE du 21 août 1992 et l'arrêté 09/DE/MHE du 23 février 1993. L'ordonnance 92-037 autorise la création de structures de production et de commercialisation de bois (énergie dans un premier temps) appelées marchés ruraux. Le point important du dispositif réside dans le fait que ces structures de production **prélèvent la taxe sur le transport du bois à la source**, au moment de l'achat du bois par les commerçants. Le montant de cette taxe est, en partie, reversé à l'État (niveau central et collectivités) pour que celui-ci puisse assumer ses tâches de contrôle et ait les moyens d'assurer le financement d'actions villageoises de développement rural. En effet, entre 40 et 60% des recettes fiscales destinées aux collectivités territoriales doivent être affectées à des travaux d'aménagement forestier tels qu'actions agroforestières, pépinières, pare-feux, lutte anti-érosive, *etc.* Une part des sommes conservées par les villages (entre 30 et 50% de la taxe selon les modes d'exploitation choisis) sont également affectées à des travaux d'aménagement. Le reste va à des investissements au libre choix des villageois.

Cette réforme constitue une avancée considérable en matière de politique forestière et traduit la volonté du Gouvernement nigérien de parvenir à une gestion plus rationnelle et viable des ressources naturelles renouvelables du pays, dont le bois est un des principaux éléments.

Le contrôle forestier

Le contrôle forestier est le principe central de réussite de l'opération «marchés ruraux» : il est seul à même de garantir aux membres des structures de gestion des marchés ruraux que les zones d'exploitation sont bien réservées aux seuls bûcherons des marchés ruraux et ne sont pas exploitées par des bûcherons salariés étrangers. Il assure également à l'État que les taxes fiscales sont bien perçues par les marchés ruraux, ainsi que le prévoit la loi, et reversées à qui de droit. A plus long terme, c'est une chance, pour les agents forestiers du service «classique», de renouer des liens de confiance avec les populations, ceci quelque soit leur passif apparent.

Ainsi, dans ce nouveau dispositif, le forestier ne délivre plus les coupons de transport. Il a désormais un rôle de surveillance des conditions d'exploitation définies lors de l'établissement des marchés ruraux. Il peut aussi aider les villageois à développer des

actions à partir de la part des recettes fiscales attribuées aux investissements dans les formations végétales exploitées et donc jouer un rôle central en matière de développement rural. Pour toutes ces actions, dites de **suivi administratif et technique**, des ressources financières existent au niveau des collectivités (fonds d'aménagement) ou de l'État (compte 3 001 approvisionné par le système fiscal).

Ce nouveau rôle du service forestier est fondamental et permettra à terme de redonner une légitimité «développement» aux agents du service classique : un homme et deux casquettes. Les actions de développement forestier sont financées par les recettes de la fiscalité (collectivité et surtout fonds villageois à propos desquels il faut souligner le caractère de ressources propres du village : c'est LEUR argent et il faut en tenir compte dans les conseils fournis). Enfin, si la mise en œuvre des actions identifiées par les villageois nécessite plus de moyens que n'en dispose le marché rural, d'autres projets pourront y aider tel que le PNGRN (Programme National de Gestion des Ressources Naturelles).

La SED à la fin 1995

La Stratégie Énergie Domestique, initiée à partir de 1989, est donc maintenant ancrée dans ses bases tant institutionnelles (c'est un élément de la politique forestière de la Direction de l'Environnement) que réglementaires (le contrôle forestier a été réorganisé et dispose surtout de moyens de fonctionnement et d'investissement propres grâce au compte 3001) ou organisationnels (une méthodologie précise a été mise au point pour assurer une diffusion rapide des structures villageoises de production pour que les populations responsabilisées prennent réellement le contrôle de leur terroirs sylvo-pastoraux et des ressources qui s'y trouvent).

Ce dispositif global mis au point en 1989-1990 et développé concrètement sur le terrain depuis 1991, est maintenant opérationnel et fonctionne à une échelle significative, tout au moins autour de Niamey, puisque 10 à 15% du bois consommé par cette ville provient de structures de production organisées et gérées par les populations riveraines des massifs.

Les marchés ruraux de bois-énergie

Les objectifs au niveau de chaque marché rural

Les marchés ruraux sont donc des structures auto-gérées détentrices de l'exclusivité des droits d'exploitation de la forêt et contribuant à l'amélioration des conditions de vie des ruraux tout en assurant une exploitation rationnelle et conservatrice de la ressource ainsi qu'une réorganisation du système de distribution/commercialisation du bois.

Les objectifs poursuivis au niveau de chaque marché rural du bois de feu sont les suivants :

- le transfert de la responsabilité entre l'État et les populations rurales en matière de gestion et de contrôle de l'exploitation des ressources ligneuses et du commerce primaire du bois ;
- la création de lieux où les professionnels du transport et du commerce urbain du bois

de feu pourront venir s'approvisionner sans recourir, comme actuellement, à l'organisation de coupes incontrôlées n'apportant aucun revenu aux populations rurales (bûcherons salariés venant de Niamey) ;

- le regroupement des producteurs, favorisant la libre négociation de la vente du bois, pour aboutir de ce fait à une élévation progressive de la valeur de l'arbre sur pied ;
- inciter de la sorte les paysans et exploitants ruraux de bois à préserver et à mieux gérer, de façon à la fois conservatoire et soutenue, une ressource qui leur procure des revenus réguliers et de plus en plus indispensables à la vie de leur ménage.

Les villageois des zones concernées, par leur nombre et leur présence sur les lieux, peuvent exercer un contrôle permanent d'autant plus important pour eux qu'ils sont les premiers concernés par la préservation de leur environnement. Dans le même temps, les producteurs de bois, à travers les marchés ruraux, peuvent et doivent se regrouper au niveau inter-villageois pour se constituer en véritables «forces rurales» capables d'être les interlocuteurs directs et incontournables des acheteurs afin d'écouler leur bois de manière régulière et à de meilleurs prix.

Le rôle des transporteurs-commerçants

Les professionnels du secteur bois (les commerçants-transporteurs), dès lors que leur activité peut s'exercer dans un cadre économique sauvegardant - voire améliorant - leurs revenus, peuvent participer à l'effort de préservation en concertation avec les services forestiers et les villageois.

C'est dans ce sens que la Direction de l'Environnement a aidé à la création en août 1991 de l'Association Nationale des Exploitants de Bois (ANEB) qui a pu bénéficier, de la part de l'État, d'un important appui matériel et financier et d'une formation en comptabilité et en législation forestière. Les commerçants-transporteurs doivent «jouer le jeu» du partenariat établi entre eux et la Direction de l'Environnement en renonçant à l'exploitation incontrôlée, en s'approvisionnant régulièrement au niveau des marchés ruraux de bois.

La multiplicité des marchés ruraux à créer

L'objectif du projet, grâce à la création d'un ensemble de marchés ruraux, est d'aboutir à une modification structurelle du fonctionnement et de l'économie de la filière bois de feu qui soit plus favorable aux producteurs ruraux et garantisse une meilleure gestion de la ressource. En effet, tant que les quantités de bois produites par les marchés ruraux resteront sans commune mesure avec le tonnage de bois provenant des zones incontrôlées, la réorganisation géographique de l'exploitation forestière et la régulation des prélèvements ne seront pas effectives, même avec un système de contrôle renforcé et la réforme fiscale.

Les membres du marché rural du bois-énergie doivent prendre conscience que l'exploitation et la vente du bois-énergie peuvent leur assurer des revenus réguliers et durables, qui profiteront directement à l'ensemble de la communauté villageoise, par :

- le renforcement de leur capacité de négociation des prix vis-à-vis des commerçants de bois : c'est le bureau du marché rural qui négociera seul la vente et le prix du bois aux commerçants-transporteurs et qui décidera du montant, du mode de rémunération

- des bûcherons et de la répartition des paiements du bois aux bûcherons en fonction des ventes réellement effectuées ;
- l'intégration du marché rural dans le nouveau système de taxation du bois qui permettra :
 - une plus grande sécurité en matière de commercialisation en dirigeant les exploitants vers les zones où les producteurs de bois auront organisé des marchés ruraux ;
 - de garantir au marché rural villageois et à la collectivité territoriale dont il relève, des recettes substantielles et régulières issues du produit de la taxe sur le transport du bois et destinées au financement soit des travaux forestiers soit des investissements d'intérêt collectif.
 - la limitation de l'exode par la création d'emploi. Le marché rural de bois est une occasion pour :
 - travailler sur place, chez soi, parmi les siens loin des frustrations et des vicissitudes que rencontre généralement le migrant ;
 - obtenir une certaine sécurité économique dans une ambiance familiale plutôt que l'aventure à l'étranger ;
 - développer la solidarité intra-villageoise et les travaux d'intérêt général, ainsi que l'auto-promotion de la population rurale en particulier par la prise en main du pouvoir de gestion de son terroir.

Cet objectif de création de multiples marchés ruraux du bois de feu a imposé au projet (dont la durée est limitée) de recourir, pour que l'administration de l'Environnement puisse en assurer le suivi, à des méthodes qui soient à la fois :

- simples, de façon à pouvoir être mises en œuvre en de multiples endroits par des agents de l'administration de l'Environnement dont les effectifs sont limités ;
- efficaces et performantes (un échec aboutirait à compromettre toute perspective ultérieure de création nouvelle sur une zone étendue) ;
- peu coûteuses, de manière à ce que l'administration de l'Environnement puisse assurer cette charge financière après la fin du projet.

Situation actuelle

Le système de contrôle est entièrement sous la responsabilité des services de l'Environnement (BTPN) depuis janvier 1994 : publication régulière de l'évolution des recettes 1989 - 1994 pour les quatre centres urbains principaux dans l'**indicateur énergie domestique**. La réforme fiscale a été adoptée, promulguée et mise en place (ordonnance 92-037).

Le processus de développement des marchés ruraux est en cours :

- 10 marchés créés en 1992, 10 en 1993 et 25 en 1994 qui permettent une capacité de production atteignant fin 1995, pour la zone SDAN, 15% de la consommation annuelle de Niamey ;
- sur le plan fiscal, les recettes collectées par l'État grâce à ce système sont supérieures à ce qu'elles auraient été selon un mode d'exploitation incontrôlé (cf. indicateur n° 5) du fait surtout de taux de contrôle insuffisants ;

- réflexions en cours sur les moyens juridiques (concessions rurales) permettant l'octroi des forêts aux villageois avec pour objectif leur sécurisation foncière.

Des difficultés sont rencontrées :

- sur le plan de la conception : il faut parvenir à mettre au point un schéma de développement qui soit simple (pour être compréhensible par les acteurs villageois et l'administration) et qui n'entraîne pas des effets pervers, notamment en terme de dynamique d'exploitation (d'où la nécessité d'actions fortes de contrôle à l'entrée des villes - les postes forestiers - et dans les campagnes - le suivi administratif).
- sur le plan du suivi des marchés ruraux et du contrôle forestier, les agents des services de l'Environnement ont encore des difficultés à accepter le fait que ces actions font partie de leurs tâches administratives normales. Cependant, l'institutionnalisation croissante de la SED entraîne une prise en charge progressive des actions de contrôle par l'administration à partir des moyens financiers dégagés par l'exploitation (compte 3 001) ;
- sur le plan de l'exécution, les grandes lignes déterminées en 1989, notamment une implication continue des équipes des Directions Départementales de l'Environnement dans les travaux d'études et d'inventaires, ont été à peu près respectées. Il n'est pas certain cependant que les agents ainsi formés soient à même de réaliser seuls ces travaux.

Perspectives

Le Gouvernement du Niger a déjà fait des propositions en avril 1994 pour obtenir une poursuite de l'appui de ses partenaires de coopération pour que soit assuré le financement d'une phase 2 de mise en oeuvre de la Stratégie Énergie Domestique, notamment de sa composante **offre** mise en œuvre par la Direction de l'Environnement.

La Banque Mondiale a d'ores et déjà réagi favorablement au document qui lui a été soumis et avait été adopté par l'atelier d'avril 1994 : une phase intérimaire d'un an a été obtenue et devrait permettre la finalisation de ces négociations. Mais il ne faut pas oublier que cette phase intérimaire est aussi l'occasion pour la Banque Mondiale, avant de s'engager pour une nouvelle durée de cinq ans, de vérifier que les éléments de base du dispositif sont effectivement opérationnels et que le financement obtenu permettra d'en renforcer les effets. L'enjeu est donc clair, notamment en terme de contrôle forestier : le développement du dispositif marchés ruraux ne peut être envisagé que s'il n'existe aucune possibilité de fraude, d'une part au niveau de ces structures de production notamment en terme de «blanchiment» du bois incontrôlé au niveau des marchés ruraux, mais aussi sur le plan de l'exploitation incontrôlée : le différentiel actuel de 300 FCFA/stère entre les deux modes d'exploitation est annihilé si un transporteur fraude un voyage sur deux !

On peut donc prévoir que la suite de ce projet ne sera assurée que si l'ensemble des conditions ci-après sont respectées :

- contrôle forestier efficace à l'entrée des villes, parvenant aux objectifs définis en 1989 et surtout régulièrement financé par les fonds du compte 3 001 ;

- niveau de la taxe sur le bois issu d'une exploitation incontrôlée augmenté ¹ ;
- définition du processus de développement des marchés ruraux, permettant une séparation effective des tâches entre les services de l'environnement et les organismes de développement, ONG/Bureaux d'étude ;
- mobilisation effective des fonds dégagés par la fiscalité au profit des collectivités pour un suivi administratif fiscal et technique régulier.

Conclusion

L'ensemble des travaux réalisés de 1989 à 1994 ont fait l'objet, la plupart du temps, de publications spéciales disponibles à la DE/UTA ². Les résultats obtenus sont significatifs et engageant de façon irréversible les différents intervenants, qu'ils soient paysans, bûcherons ou agents de l'État. Le transfert de responsabilité de la gestion des exploitations forestières entre l'État et les populations est effectif dans les marchés ruraux opérationnels.

Il s'agit maintenant de développer spatialement le dispositif de production pour donner définitivement la maîtrise de la filière à ces populations (prix à la production en hausse). Les propositions faites par le gouvernement du Niger en mai 1994 vont dans ce sens puisqu'elles recommandent la mise en place de près de 330 marchés ruraux. Il faut noter que le financement de ces actions de développement sera assuré à 40% par l'État lui-même à partir des recettes générées par la fiscalité, que l'on peut estimer à plus de 700 millions de FCFA par an (dans la mesure où le système de contrôle assurerait sa tâche).

Avec la période 1995-1999, la SED rentrera donc dans un processus de développement à grande échelle qui visera à une couverture la plus complète possible du territoire en structures villageoises de production. Il est clair que les agents de la Direction de l'Environnement ne pourront pas assumer seuls cette tâche. A ce niveau, deux cas de figures sont possibles :

- les marchés ruraux déjà opérationnels dégagent des sommes importantes (30 millions en 1994 de recettes hors taxes) et la Direction de l'Environnement, même appuyée par un projet, n'est pas en mesure d'assurer l'ensemble des actions de conseil, de formation, de renforcement (crédits) et de suivi indispensables. La SED doit donc être renforcée dans le développement de ses actions à l'aval des marchés ruraux par d'autres intervenants à même de mener des opérations à l'échelle des terroirs villageois ;
- hors des zones déjà ciblées, le pays est vaste, il existe des possibilités d'intervention pour d'autres partenaires qui prendraient comme base de développement le cadre légal global défini par la SED (cf. Jolly, 1997). Les outils méthodologiques existent même si des adaptations sont nécessaires pour les ajuster aux contextes locaux humains et physiques.

1. Un groupe de travail a été constitué à cette fin et se réunit régulièrement : des propositions concrètes seront soumises, sous forme de décret et d'arrêté, au Ministre de l'Hydraulique et de l'Environnement.

2. Direction de l'Environnement / Unité Technique d'Appui, B.P. 578, Niamey, Niger.

Références

- Attari B., 1997. Le schéma directeur de l'approvisionnement en bois de la ville de Niamey. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 25-37.
- Bertrand A., Idrissa K., Montagne P., Mamadou M., Helmstetter D., Wata I., 1994. *Les marchés ruraux de bois de feu au Niger et l'autogestion locale des ressources naturelles. La problématique et les leçons de l'expérience*. Projet Énergie II - Volet Offre, Niamey, Niger.
- Djibo H., Montagne P., Geesing D., Peltier R., Touré A., 1997. L'aménagement villageois sylvo-pastoral de la formation de brousse tigrée de Tientiergou (arrondissement de Say, Niger). In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 203-215.
- Jolly J.M., 1997. Résultats techniques et économiques de l'expérience «contrôlée» d'un massif forestier sahélien au nord de Niamey (Niger). In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 247-260.
- Montagne P., 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : outils de développement rural local. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 185-202.
- SDAN, 1991. *Schéma directeur d'approvisionnement en bois-énergie de Niamey*. Groupement SEED/CIRAD-Forêt, Niamey, Niger.

13

Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : le mode de développement

P. MONTAGNE, M. HOUSSEINI, L.O. SANDA

Projet Énergie II / Énergie domestique - Volet Offre, Niamey, Niger.

Résumé

La création des marchés ruraux de bois-énergie est officiellement possible, au Niger, depuis la promulgation de l'ordonnance 92-037 du 21 août 1992 qui fournit le cadre général dans lequel les populations, légitimées dans la gestion des ressources ligneuses de leur terroir, pourront en assurer une gestion durable.

Dans ce cadre, les agents forestiers ne sont plus des « policiers du monde rural » : ils interviennent à la demande explicite des ruraux pour faire respecter leurs droits. La seconde tâche de l'administration forestière réside dans le conseil et l'appui technique.

Un guide de développement et de mise en place des marchés ruraux a été rédigé en 1993 et permet aux agents de base de découvrir une zone d'une façon raisonnée et organisée pour aboutir à la création de ces marchés ruraux. Ce guide intègre, dans un ordre chronologique précis, six étapes pouvant amener à l'agrément et à l'ouverture officielle du marché rural de bois-énergie : (1) information des populations ; (2) contact avec les villages candidats ; (3) diagnostic villageois et délimitation des surfaces exploitables ; (4) soutien à l'élaboration de la structure marché rural ; (5) officialisation de la création du marché rural ; (6) appuis à l'autogestion / suivi administratif et contrôle fiscal et technique.

Le système de gestion mis en place tient compte des contextes socio-économiques et écologiques propres à chaque terroir villageois. Il s'intègre dans un dispositif global intégrant une réforme fiscale et réglementaire et s'appuyant sur un système de contrôle renforcé.

Introduction

Dans l'objectif de répondre à une demande croissante des populations urbaines du Niger en bois-énergie, les aménagements forestiers, suite au constat d'échec des projets de plantation, ont été intégrés au début des années 1980 dans un cadre coopératif. Les diagnostics établis sur les difficultés rencontrées par ces expériences ont permis de mettre en évidence les erreurs commises, en particulier celle d'avoir privilégié les aspects techniques. Les travaux de réhabilitation, s'ils ont permis de distribuer jusqu'à 90 millions FCFA par an dans les villages limitrophes des massifs, ont mobilisé d'importants fonds de l'aide extérieure¹, et entraîné des lourdeurs administratives et techniques difficilement compatibles avec la souplesse qu'exigeait la recherche d'une meilleure gestion des massifs forestiers. Il est désormais patent que le contexte économique est l'élément moteur de la demande en bois, et donc, *in fine*, détermine les phénomènes de dégradation : faible pouvoir d'achat des populations urbaines limitant les capacités de substitution, maintien de l'exploitation extensive agricole et pastorale, recherche de profits maximaux de la part des transporteurs-commerçants les conduisant à piller sans cesse de nouveaux sites.

Ces coopératives, quel que soit le bilan que l'on peut en faire *a posteriori* (notamment leur caractère inter-villageois entraînant de grandes difficultés de gestion) ont cependant montré, par leur bilan financier (65,5 millions FCFA de chiffre d'affaires de 1986 à 1990, «l'âge d'or des coopératives») qu'il était possible d'organiser les populations rurales pour les aider à retrouver l'entière maîtrise de leurs ressources et renverser des flux financiers jusqu'alors le plus souvent orientés des campagnes vers les villes. Le constat a été fait que les structures à mettre en place, pour être indépendantes des financements extérieurs et conserver des chances de perdurer sans appui extérieur, devaient être les plus simples possible et donc, contrairement aux idées dominantes en matière de gestion des terroirs notamment, monosectorielles et verticales. Il s'agissait de mettre en place un système à même de modifier de façon fondamentale l'organisation structurelle des filières d'approvisionnement en bois des villes, jusque là maîtrisées quasi exclusivement par des exploitants urbains.

Tirant profit de ces expériences, les propositions d'aménagement de la Stratégie Énergie Domestique s'intègrent donc dans un cadre strictement villageois. La politique forestière de la Direction de l'Environnement est désormais fondée sur la promotion des marchés ruraux (Mahamane et Montagne, 1997).

Le marché rural de bois-énergie

La création des marchés ruraux de bois-énergie est officiellement possible depuis la promulgation de l'ordonnance 92-037 du 21 août 1992 qui fournit le cadre général dans lequel les populations doivent s'inscrire pour gérer leurs ressources forestières.

¹ Forcément volatile, d'autant plus que les résultats des travaux réalisés, souvent pharaoniques, n'ont jamais été à la hauteur des espoirs et des investissements consentis.

Il s'agit en priorité d'expliquer ce nouveau cadre : il est nécessaire de le faire fonctionner à un niveau qui justifie l'effort tout particulier fait par les autorités politiques du pays pour modifier les anciennes réglementations. L'accent continuera d'être mis sur la diffusion d'une information nationale, le plus souvent radiophonique, de la population, concernant le nouveau régime de taxation du bois et la possibilité, pour les villages, de demander la création de marchés ruraux. A l'échelle locale, une information plus complète de la population rurale est faite pour expliquer les détails des droits et devoirs induits par ce nouveau cadre structurel.

Cette information est la condition pour que la population rurale, notamment celle qui se sent lésée par les prélèvements ligneux effectués par les bûcherons salariés des exploitants transporteurs, puisse réagir en se constituant en marché rural, seul base légale d'opposition à ces prélèvements. Ce degré de réaction sera bien sûr différent selon les villages touchés, en fonction des multiples paramètres susceptibles de l'influencer (facteurs ethniques, professionnels, démographiques, *etc.*), mais l'on peut espérer que l'effet d'entraînement jouera au mieux.

Présentation

L'analyse des expériences passées a montré que seules les populations rurales légitimées dans la gestion des ressources ligneuses de leur terroir peuvent en assurer une gestion durable. En assurant un revenu non négligeable, la forêt devient pour elles un facteur de développement économique local. Il s'agit donc de mettre en place les conditions de création d'une institution villageoise (le marché rural de bois-énergie) responsable de la gestion technico-commerciale des terroirs sylvo-pastoraux. L'État est le garant de la viabilité de cette institution aux plans de la gestion écologique (quota annuel, conseils techniques, contrôle fiscal) et de la sécurisation des acteurs du secteur économique (villageois, bûcherons, transporteurs, commerçants, consommateurs).

Le marché rural est une institution et une structure commerciale. C'est un site rural de vente de bois-énergie géré par une structure locale de gestion et agréé par l'administration de l'Environnement. Il est approvisionné par une zone d'exploitation délimitée d'un commun accord entre la population locale, la structure locale de gestion et l'administration de l'Environnement. C'est aussi le moyen d'initier un processus de négociation interne et externe pour définir les règles d'appropriation des ressources renouvelables de l'espace villageois. Un des enjeux essentiels réside dans l'implication effective des éleveurs.

Par ailleurs, les nouveaux textes modifient en profondeur les tâches de terrain des agents forestiers et de l'administration de l'Environnement. Les agents forestiers ne sont plus des « policiers du monde rural ». Ils interviennent à la demande explicite des ruraux pour faire respecter leurs droits. Cette mutation fondamentale des esprits nécessite des efforts importants d'information. La seconde tâche de l'administration forestière réside dans le conseil et l'appui technique. Les règles techniques de l'aménagement ne sont que la contrepartie négociée de la restitution des ressources renouvelables aux populations villageoises. Elles font donc explicitement partie du contrat entre la structure locale de gestion et l'administration. Le marché rural règle en fait l'accès commun et simultané des divers utilisateurs d'un même espace. Il limite les usages de chacun de façon à assurer la

viabilité à long terme de la ressource ligneuse. En 1990, cette perspective de réorganisation fondamentale du commerce du bois n'apparaît possible ni aux populations rurales, ni aux cadres de l'administration : le pouvoir des exploitants-salariés des commerçants des villes, fort du soutien institutionnel de l'administration et du système de délivrance des coupons de transport, qui ne tient pas compte des lieux d'exploitation, est indiscutable. L'idée fondamentale de vouloir confier aux ruraux la tâche de prélèvement des taxes, en lieu et place des régies forestières, est fortement combattue et paraît à beaucoup irréaliste et source de fraudes. Une des premières tâches du projet Énergie II-Énergie Domestique, soutenu par de nombreux cadres de l'administration, a été «d'ouvrir l'horizon des possibles» aux yeux des villageois et aux cadres de l'administration.

Il a fallu (et il faudra de plus en plus) convaincre et non pas imposer, démontrer et non pas dicter ; en somme faire preuve d'une pédagogie adaptée à chaque interlocuteur, qu'il soit villageois bûcheron ou non, commerçant-transporteur, cadre ou agent de terrain de l'administration de l'Environnement et enfin consommateur.

Une démarche multidisciplinaire pour un processus de développement durable

Pour répondre à l'objectif principal de la Stratégie Énergie Domestique (SED ; cf. Mahamane et Montagne, 1997), c'est-à-dire la création de marchés ruraux en grand nombre à même de prendre effectivement le contrôle des principales filières d'approvisionnement en bois des villes, il est nécessaire de mettre en place un système de développement et de vulgarisation durable. Il a fallu pour cela imaginer une démarche qui intègre non seulement tous les éléments nécessaires à la mise en place des marchés, mais aussi tous ceux qui seront indispensables à leur fonctionnement à long terme.

Comment traduire les grands axes de la SED dans un message clair et compréhensible pour tous les ruraux susceptibles d'adhérer à ces propositions d'une exploitation durable des ressources ligneuses ? Une méthodologie a donc été mise au point en deux ans de travail et a abouti à la création d'une première génération de marchés ruraux dans les arrondissements de Say (quatre marchés), de Birni N'Gaouré (quatre marchés) et Gouré (deux marchés).

L'expérience aidant, il apparaît aujourd'hui que cette méthodologie peut être simplifiée pour pouvoir être mise en œuvre par des agents d'animation et des agents techniques des Eaux et Forêts non impliqués dans la démarche initiale. Il s'agira seulement de respecter rigoureusement un certain nombre de critères méthodologiques, même s'il est évident que des adaptations locales devront être réalisées. Un guide de développement et de mise en place des marchés ruraux a donc été rédigé en 1993 : il permet à ces agents de base d'analyser une zone de façon raisonnée et organisée pour aboutir à la création des marchés ruraux.

Phase préparatoire à la création de marchés ruraux

Il s'agit avant tout d'expliquer ce qu'est la SED et en quoi son application peut modifier les rapports de force qui existent notamment entre les exploitants-salariés et les villageois riverains des territoires sylvo-pastoraux. Il est important d'éviter de choisir, à vue de nez,

des villages-cibles pour lancer des travaux de terrain devant aboutir à la création de marchés ruraux non réfléchis. En effet, même si l'objectif est de couvrir l'ensemble de la zone SDAN (cf. Attari, 1997), il s'agit avant tout de favoriser la création des marchés ruraux par le lancement d'une dynamique sociale qui, par un effet d'entraînement, créera les conditions favorables à l'apparition d'autres marchés ruraux autour de ceux créés à l'origine.

Cela nous a conduit à proposer une séquence des opérations à effectuer qui, tout en tenant compte des disponibilités de la ressource, privilégie les problèmes d'information et de sensibilisation de la population et les évaluations socio-économiques : un guide synthétique des différentes procédures a été réalisé, afin de permettre à une équipe réduite (un animateur et un agent forestier) d'organiser la mise en place de plusieurs marchés ruraux (Figure 1).

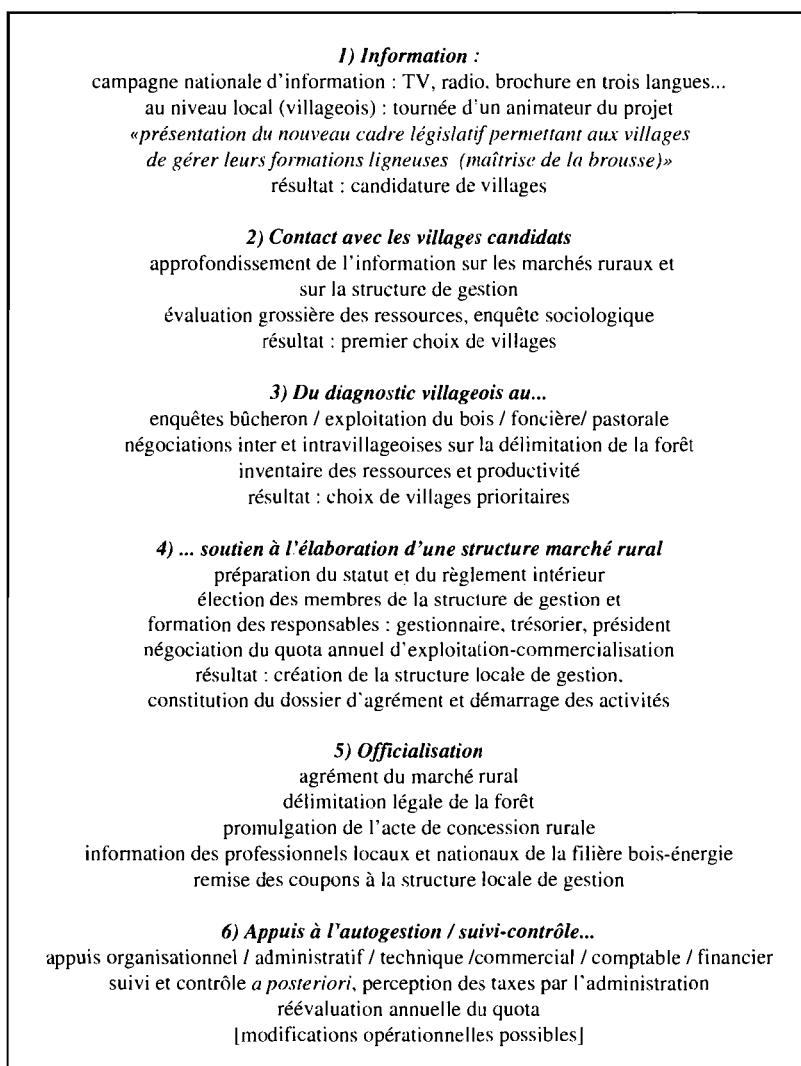


Figure 1 . Les principales étapes de la création des marchés ruraux de bois-énergie au Niger.

Information des populations

L'étape d'information se déroule à deux niveaux :

- à l'échelle nationale, par l'intermédiaire des médias TV mais surtout radio, et par diffusion de brochures spécifiques en langues locales. A ce niveau trois langues sont actuellement utilisées (peuhl, haoussa et djerma) ;
- à l'échelle locale, par les animateurs passant de village en village. L'information porte sur les dispositions légales :
 - la nouvelle réglementation et le nouveau régime de taxation du bois sont destinés à favoriser les marchés ruraux ;
 - les marchés ruraux sont des structures commerciales villageoises créées, organisées et gérées par les populations rurales en général et les bûcherons en particulier, exploitants exclusifs du bois ;
 - l'administration est également, par l'intermédiaire de son système de contrôle, chargée de garantir aux exploitants-ruraux le respect des zones réservées aux marchés ruraux.

Le contact avec la population et les villages candidats

Les habitants informés des possibilités offertes par la nouvelle fiscalité peuvent demander aux Services de l'État, représentés par le Service d'Arrondissement de l'Environnement, d'entamer la procédure conduisant au choix des sites de production et de recueillir alors les noms des villages candidats. Cette démarche tient compte de critères sociologiques, socio-économiques, forestiers et techniques. Les critères techniques ont la priorité, car il est nécessaire d'évaluer l'importance de la ressource disponible dans le terroir du village avant de s'engager dans une procédure d'exploitation (les villages ne disposant pas de ressources ligneuses suffisantes peuvent cependant se voir proposer des actions de développement du capital forestier).

Parallèlement à l'évaluation préliminaire, une enquête sociologique est menée pour, notamment, analyser le sérieux de la demande par les villageois. A ce stade, l'animateur doit être en mesure de donner les noms des villages où il poursuivra les procédures.

Le choix du site

C'est une étape basée essentiellement sur des enquêtes socio-économiques, destinées à finaliser le diagnostic villageois qui permettra de définir les conditions exactes dans lesquelles seront créés les marchés et de rédiger le dossier d'agrément :

- analyse des diverses chaînes locales de production/commercialisation primaire du bois de feu grâce notamment à l'enquête «bûcheron» qui vise à déterminer le nombre de bûcherons villageois existants et potentiels ainsi que les conditions d'exercice de ce travail dans le village ;
- évaluation socio-économique des activités agricoles et pastorales ;
- zonage des maîtrises foncières.

Ce dernier point est primordial car les objectifs globaux ne peuvent être atteints que si les questions de droits de propriété, de contrôle et de régime foncier sont résolues. Pour les paysans, les règles énoncées en matière de propriété foncière et de propriété de l'arbre sont multiples (cf. Sidikou, 1997) : *la terre et la forêt sont des dons de Dieu ; la terre et la forêt appartiennent au chef ; la terre et la forêt appartiennent à l'État ; la terre et la forêt appartiennent à celui qui les travaille, etc.* L'État doit lever toute ambiguïté en cette matière. C'est pourquoi les contrats de concession rurale prévus permettront de rassurer les populations rurales en leur accordant l'exclusivité des droits d'exploitation de la forêt tout en préservant les droits d'usage actuels. Désormais, elles seules auront le droit de couper et de vendre le bois de l'espace délimité d'un commun accord.

L'enquête «foncière» permet de définir, sur la base d'un processus de négociations inter-villageois, les limites et les pratiques du terroir sylvo-pastoral du village. Sur le plan technique, l'utilisation du GPS (*Global Positioning System*) couplé à un SIG (Système d'Information Géographique) fait apparaître précisément les limites intervillageoises et les zones non ou doublement revendiquées¹ (cf. Bernard *et al.*, 1997). Cette phase s'accompagne de travaux d'inventaires forestier et pastoral et vise à aider, par la suite, la commission départementale d'agrément du marché à fixer le quota d'exploitation.

Ces éléments techniques et socio-économiques sont ensuite intégrés dans une seule et même grille de décision locale d'implantation de marchés ruraux. C'est la phase de synthèse multi-critères des données de terrain.

Les choix organisationnels et institutionnels

Une fois les villages choisis sur la base des critères précédents, le principal problème à résoudre sera de nature organisationnelle.

La diversité des conditions sociologiques, socio-économiques et forestières d'organisation actuelle des chaînes d'exploitation et de commercialisation du bois est manifeste entre les villages, même distants d'à peine quelques kilomètres.

Comment définir un cadre général d'organisation de ces marchés ruraux qui soit valable dans l'ensemble du pays, tout en conservant le maximum de souplesse nécessaire à une adaptation du dispositif à chaque situation locale? Les propositions ci-après sont donc indicatives, chacun sur le terrain étant responsable de son application et de son adaptation.

L'objectif fixé est d'aider les villageois dans l'élaboration du dossier d'agrément à soumettre à la commission départementale pour la création du marché rural. Des projets de statuts et de règlement intérieur type existent. Il ne s'agit pas de reproduire ces textes non officiels, mais de les étudier en assemblée générale pour les adapter au contexte local. Ainsi, les villages pourront choisir le type de bureau chargé d'administrer la structure, fixer les conditions d'adhésion ou de répartition des recettes hors taxe (les recettes fiscales sont déjà réparties par décret).

1. Il est bien entendu que ce processus de délimitation ne vise pas à interférer dans les débats locaux d'appropriation des terres (qui relève du Code Rural), mais à faire reconnaître par les villageois, notamment par les bûcherons, des limites avant tout techniques facilitant la fixation des quotas d'exploitation et donc la mise en œuvre d'un processus de gestion durable.

Lorsque la structure locale de gestion est créée, un bureau est élu et un gestionnaire désigné. Puis, le quota annuel d'exploitation et de commercialisation est négocié. Tous les éléments recueillis lors des phases préparatoires sont rassemblés : le dossier d'agrément est constitué et déposé auprès du Service de l'Environnement le plus proche qui, après étude, le transmettra pour approbation définitive à la Direction Départementale de l'Environnement (DDE).

La phase de mise en place

La formation préliminaire

Le passage dans les faits d'une innovation aussi profonde et complexe que celle de la création des marchés ruraux ne sera pas possible sans la formation (conçue aussi simple et adaptée que possible) des acteurs appelés à assumer des responsabilités dans le fonctionnement autonome du marché rural. Cette phase de formation constitue donc bien un préalable à la création effective du marché rural.

Les principales personnes bénéficiaires de ces formations sont, en règle générale et sans que la liste ne soit limitative :

- le gestionnaire, qui est l'«agent de vente» du marché et tient les cahiers de stock, de vente et de fiscalité ;
- le trésorier, qui doit être en mesure de vérifier les comptes établis par le gestionnaire (il peut être aidé par des commissaires aux comptes), gère la trésorerie du marché et répartit les sommes collectées entre les différents bénéficiaires (bûcherons, caisse villageoise et État) ;
- le président, souvent le chef de village, qui doit diriger le marché et s'assurer de sa cohésion, en gérant notamment les conflits entre éleveurs et bûcherons, mais aussi les relations avec les villages ayant des limites communes (conflits fonciers) ;
- les bûcherons bénéficient également de formations adaptées à l'objet de leur travail (qualité des arbres coupés, diamètres minimaux d'exploitation, etc.) ; ces conseils, qui sont autant de devoirs, seront modulés en fonction du type de marché rural.

Les choix sociologiques organisationnels et institutionnels

La création d'un marché rural viable et durable implique que la population locale soit intimement associée à la procédure de création et prenne en charge sa part des tâches à effectuer, spécialement durant cette troisième étape.

Du fait de la diversité impressionnante des réalités sociales du monde rural nigérien, il n'est pas possible d'envisager une solution organisationnelle et institutionnelle unique pour tous les marchés ruraux.

Dans tel cas, on pourra juger nécessaire d'associer les bûcherons et les vendeurs de bord de route. Ici, les exploitants de bois seront prêts à se grouper pour vendre leur bois de façon centralisée au niveau du marché rural et pourront ainsi mieux faire bloc face aux acheteurs ; là, au contraire, ils tiendront absolument à conserver chacun la maîtrise de leur commerce individuel.

De même, selon qu'il s'agisse de créer un marché rural orienté (approvisionné par des formations végétales non aménagées) ou un marché rural contrôlé (associé à un aménagement forestier villageois), les termes de la réflexion à mener seront différents.

La préparation (éventuelle) du plan d'aménagement

Dans le cas d'un marché rural contrôlé, il faudra réaliser toutes les opérations techniques préparatoires à l'établissement du plan d'aménagement (cf. Bernard *et al.*, 1997 ; Djibo *et al.*, 1997).

La phase finale des opérations préparatoires

Officialisation de la création du marché rural

Une fois les acteurs formés et les dossiers préparés, il faut officialiser l'existence du marché rural. Le dossier d'agrément, qui a été transmis à une commission départementale présidée par le Directeur Départemental de l'Environnement, est approuvé : le marché est à ce moment officiellement reconnu et son quota déterminé.

Les professionnels du transport sont informés de la création de ce nouveau marché. Des carnets de coupons sont remis par l'administration à la structure locale de gestion qui pourra donc les délivrer aux commerçants au fur et à mesure de leurs achats de bois. Le Tableau I donne les montants actuellement prélevés suivant les cas de figure. Ces coupons doivent être présentés au contrôle forestier à l'entrée des villes. La politique de taxation vise d'une part à encourager les commerçants à s'approvisionner auprès des marchés ruraux, et d'autre part à éloigner les commerçants des zones proches des villes où la pression sur les ressources est la plus forte.

Tableau I. Taux de la taxe (FCFA / stère) selon la distance et le type de marché rural.

	Taux de base	Type de marché rural		
		Première D<40 km	Deuxième 40<D<80 km	Troisième D>80 km
		+ 0%	- 10%	- 20%
MR orientés	375	375	337,5	300
MR contrôlés	350	350	315,0	280
Zone incontrôlée			600,0	

Il s'agira, en fin de procédure de création de ces marchés ruraux, d'asseoir ceux-ci sur les plans juridiques et institutionnels par l'adoption de textes adaptés. Pour cela, deux textes principaux non officiels doivent être adoptés par les villageois :

- le statut est en quelque sorte l'arrêté de création administrative du marché rural. Il est traduit dans les langues locales, discuté et approuvé par la communauté villageoise

et signé par le Président du Bureau. Il définit l'objet du marché rural de bois, les droits et devoirs des associés, les structures de l'assemblée générale, la composition du Bureau, ainsi que les conditions de retrait-dissolution ;

- le règlement intérieur définit son fonctionnement, précise le rôle de chacun des membres du Bureau et détermine les sanctions.

L'État délivre finalement l'acte de concession rurale au marché rural, autorisant l'exploitation d'une zone délimitée de son terroir pour une période définie. La concession rurale est accordée par décret après avis des ministres chargés des forêts et des domaines fonciers sur demande de la communauté villageoise.

La formation préliminaire des acteurs locaux

L'identification préalable des compétences locales mobilisables pour le fonctionnement des marchés ruraux permet de concevoir des programmes de formation à la fois plus ciblés, plus limités (donc moins longs et moins coûteux) et par conséquent plus efficaces. Ces formations constituent une tâche très importante puisqu'il faut que la structure du marché rural soit autonome sur le plan de sa gestion le plus rapidement possible (en moins de deux ans) afin que les personnels mobilisés pour sa création et son lancement puissent évoluer vers d'autres zones cibles.

Ces formations simples à la gestion et à la tenue des comptes s'adressent à plusieurs villageois, afin d'éviter qu'une seule personne ne dispose d'un trop grand pouvoir ou ne laisse la structure locale de gestion (SLG) dans une situation délicate en cas de départ. La formation des membres de la SLG en alphabétisation/gestion et en animation rurale doit assurer un transfert réel et durable des compétences nécessaires à l'autogestion des marchés ruraux de bois. Une importance particulière est accordée à l'alphabétisation, étendue éventuellement à l'ensemble de la population. En matière de gestion/comptabilité, il a été conçu un système comptable cohérent et maîtrisable.

À l'issue de ces différentes formations, les membres du marché rural de bois doivent être capables de connaître et d'expliquer tous les organes et les mécanismes de son fonctionnement. Les responsables seront capables de tenir correctement les différents documents comptables. Ni les projets, ni les services de l'Environnement ne doivent se substituer à la réalisation de ces tâches. Désormais ils se limiteront essentiellement à un rôle de conseil, avec une aide ponctuelle et occasionnelle.

Le marché rural de bois est l'affaire des villageois. Son sort dépend avant tout de leur dynamisme, de leur motivation et de leur volonté d'en faire un outil de développement au service exclusif de la communauté.

La création effective du marché rural

La constitution du groupement des producteurs

L'adoption des textes une fois réalisée, le groupement des producteurs devra prendre une existence concrète par l'adhésion volontaire des bûcherons et notamment par la délivrance des «cartes bûcherons» annuelles. La cotisation annuelle est définie par le Bureau du marché. Chaque village délivre un modèle de carte à sa propre couleur de façon à ce que

l'administration puisse, dans ses opérations de contrôle et de suivi, faire la différence entre d'une part les bûcherons-villageois et les bûcherons-salariés et d'autre part, les bûcherons de villages limitrophes.

La délimitation

Il faudra ensuite matérialiser, en concertation avec les responsables des terres des villages, l'ensemble du groupement des producteurs et les autorités administratives locales, les limites déjà préidentifiées lors de la phase préliminaire :

- de la zone de collecte du bois pour un marché rural orienté ;
- de la forêt villageoise à aménager et de son parcellaire pour un marché rural contrôlé.

Le quota annuel du marché rural

Il a été fixé et notifié à la SLG par l'administration de l'Environnement lors de la remise des carnets de coupons.

L'appui technique au démarrage du marché rural

Les opérations de coupe et de vente du bois dans le cadre du marché rural pourront alors débiter. Il sera vraisemblablement nécessaire que le projet apporte au démarrage une assistance technique à la structure locale de gestion et aux groupements de producteurs avant que le marché rural ne trouve un certain rythme de croisière.

Aucun appui financier au démarrage de l'exploitation dans les marchés ruraux n'est prévu. Il se peut, dans certains cas, selon les moyens dont dispose l'administration, qu'une avance au démarrage sous forme d'un fonds de roulement remboursable puisse être accordée. Cela constitue une innovation : jamais les exploitants-transporteurs du système incontrôlé n'ont préfinancé en espèces les coupes effectuées par leurs bûcherons salariés ; de temps en temps, des avances en nature (vivres) leur sont concédées pendant la phase d'abattage. Il peut être nécessaire d'aider les membres du groupement des producteurs à s'équiper en matériel (en particulier en moyen de transport : âne et charrette) par la mise en place d'un «crédit-charrette».

Le suivi et l'appui au marché rural

La dernière étape consiste à rendre le marché autonome. Des appuis organisationnels, administratifs, techniques, commerciaux, comptables ou financiers peuvent encore s'avérer nécessaires. Puis le marché rural doit s'autogérer. Un suivi et un contrôle *a posteriori* sont effectués par l'administration. Dans la mesure où l'État reçoit les taxes dues par les transporteurs, son administration n'a pas le droit de s'immiscer dans le marché rural pour décider, à sa place, comment doit être vendu le bois, à quel prix et au profit de qui. Il doit néanmoins se préoccuper de la façon dont sont utilisées les ressources fiscales attribuées aux réinvestissements dans la forêt (quelles actions) et dans le village (au profit de quelle catégorie sociale). Le quota annuel peut être réévalué et renégocié annuellement.

Le suivi peut être divisé en deux phases :

- la phase de suivi opérationnel des activités de gestion financière et technique du marché rural ; cette phase s'achève très rapidement puisqu'en deux ans au plus, le marché rural doit être en mesure de gérer seul ses activités ;
- la phase de suivi institutionnel (ou administratif) qui concerne notamment les opérations de vérification des versements des taxes à l'État ainsi que le suivi des quotas d'exploitation.

Le suivi et l'appui pendant la phase opérationnelle

Durant une certaine période après leur lancement, les marchés ruraux ont besoin d'un suivi et d'un appui périodique fréquent dans le domaine comptable et financier. Cet appui/suivi concerne :

- la comptabilité et la gestion courante tant sur le plan des stocks que des finances : il s'agit de s'assurer que l'État sera à tout instant, après le retrait des institutions de mise en place, en mesure de vérifier le fonctionnement fiscal du marché rural ;
- les crédits financiers à l'équipement des membres du groupement de producteurs.

Le suivi et l'appui comptable

C'est à ce niveau que la nécessité d'un appui régulier en phase de démarrage sera la plus nette et la plus fréquente. Mais très rapidement, si la formation préalable à la création du marché rural a été suffisante (et si elle a été éventuellement complétée par la suite), il ne s'agira plus que d'assurer un suivi et un appui rapide de routine : aide à l'établissement des comptes, vérifications diverses, règlement des problèmes occasionnels.

Le suivi financier du crédit

Le suivi des crédits d'équipement consentis aux membres du groupement des producteurs demandera une attention moins fréquente mais plus précise. Il faudra aider à la tenue des comptes de crédit individuels, veiller au respect des échéanciers de remboursement des fonds avancés par le projet et à la réattribution de nouveaux prêts.

L'assistance à la gestion des bénéficiaires des structures locales de gestion

L'assistance à la gestion des bénéficiaires restant à la structure locale de gestion sera à la fois importante et délicate à assurer. Importante, parce que la bonne et équitable utilisation de ces fonds déterminera à terme l'image (et peut-être la pérennité) du marché rural et le règlement des conflits toujours possibles liés aux modifications de la gestion de l'espace générées par l'existence du marché rural (problèmes pastoraux, monopole de la coupe et du commerce local du bois pour le groupement des producteurs. Cf. Jolly, 1997). Il sera donc important d'inciter la structure locale de gestion à financer sur ses bénéficiaires des actions d'intérêt collectif, bénéficiant largement aux autres catégories ou groupes sociaux locaux non directement parties prenantes du marché rural. Délicate, car il sera indispensable de laisser à la structure locale de gestion la liberté et la responsabilité de ses choix.

Cela imposera sans doute au projet d'apporter à la structure locale de gestion une assistance technique (pour la conception et la réalisation de ces actions) dans des domaines ne relevant pas de sa compétence : puits, structures sanitaires. Il faudra alors que le projet s'entoure de compétences ou d'appuis extérieurs adaptés.

La phase de suivi institutionnel

Elle concerne notamment la phase qui suit le retrait du projet et qui durera tant que l'exploitation se poursuivra. Elle comprend le suivi, par le service forestier, dans le cadre de ses opérations de contrôle, du respect des normes de coupe et des quotas d'exploitation et le contrôle fiscal des versements des taxes aux régions nationales ou d'arrondissement.

Conclusion

Le processus qui vient d'être décrit a dépassé le stade conceptuel, puisque fin 1994, près de 40 marchés ruraux sont opérationnels dans les départements de Tillabery et de Zinder. Les grandes étapes de ce processus paraissent indispensables, surtout dans le cadre d'une opération qui serait développée à grande échelle. Ce sera l'enjeu de la deuxième phase du projet Énergie II. Au fur et à mesure de l'augmentation du nombre de marchés ruraux, il sera nécessaire d'observer si le processus de mise en place suit le même cheminement que celui évoqué ci-dessus. Si des modifications apparaissent, il faudra prendre soin qu'elles n'entraînent pas la démarche dans une dérive non contrôlée. Les marchés ruraux ne doivent pas se transformer jusqu'à devenir aussi dévastateurs que les structures informelles qu'ils sont censés remplacer.

Le marché rural est un organisme à vocation coopérative. Le système de gestion mis en place tient compte des contextes socio-économiques et écologiques propres à chaque terroir villageois. A la différence des coopératives forestières existantes, le marché rural de bois est créé à partir d'un village. En outre, le système est souple et léger, il ne demande pas de longs délais de mise en place et d'importants moyens financiers et d'encadrement, il est facilement reproductible. Le marché rural apparaît comme une version simplifiée et améliorée des systèmes mis en place par les pionniers. Il s'intègre dans un dispositif global intégrant une réforme fiscale et réglementaire et s'appuyant sur un système de contrôle renforcé à même de protéger ces marchés ruraux. Il constitue enfin une «porte d'entrée» à d'éventuelles actions de gestion des ressources naturelles (cf. Montagne, 1997).

Références

- Attari B., 1997. Le schéma directeur de l'approvisionnement en bois de la ville de Niamey. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 25-37.
- Bernard C. Boureima A., Fauvet N., Peltier R., Yaye O., 1997. Les systèmes d'information géographique au service des aménagements villageois. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 225-233.

Djibo H., Montagne P., Geesing D., Peltier R., Touré A., 1997. L'aménagement villageois sylvo-pastoral de la formation de brousse tigrée de Tientiergou (arrondissement de Say, Niger). In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 203-215.

Jolly J.M., 1997. Résultats techniques et économiques de l'expérience «contrôlée» d'un massif forestier sahélien au nord de Niamey (Niger). In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 247-260.

Mahamane L.E. et Montagne P., 1997. Les grands axes stratégiques du Projet Énergie II-Volet Offre, pour une gestion rationnelle des écosystèmes forestiers péri-urbains au Niger. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 155-167.

Montagne P., 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie : outils de développement rural local. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 185-202.

Sidikou H.A., 1997. Droits d'usage traditionnel locaux et demande externe des populations urbaines au Niger. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 3-14.

Annexe 1.

Temps et coûts nécessaires à la mise en place d'un marché rural

Temps nécessaire à la mise en place d'un marché rural (en h/j).

(Source : Propositions pour une 2^e phase de mise en œuvre de la Stratégie Énergie Domestique, mai 1994.)

Type de marchés ruraux	orienté	contrôlé
Études préliminaires	54	62
Étude foncière / délimitation	10	15
Étude pastorale	10	13
Enquête bûcherons	10	10
Inventaire / détermination quota	10	4
Cartographie	4	10
Dossier d'établissement du marché	10	10
Organisation du marché	30	34
Campagne d'information	3	3
Mise en place structure de gestion	3	3
Formation gestionnaire	10	10
Formation bûcherons	4	8
Alphabétisation	10	10
Animation	180	360
Total	264	456

Les différentes tâches énumérées dans ce tableau peuvent être exécutées simultanément ou bien à des intervalles de temps bien précis. La durée d'exécution quant à elle, est fonction de la tâche et du genre de marché à créer.

Cependant, on constate que pour une tâche donnée le délai d'exécution peut être prolongé pour un marché rural contrôlé théoriquement plus délicat à définir.

Les coûts de mise en place des premiers marchés ruraux ont été très variables : entre 1,8 millions FCFA à Torodi I, et plus de 12 millions de FCFA à Say I, non compris la masse

salariale des fonctionnaires de l'administration de l'Environnement qui y ont participé et les coûts de l'assistance technique. Compte tenu du caractère pilote de ces premiers marchés, ces montants ne sont guère représentatifs.

A partir de ces temps, des estimations des coûts globaux en fonction des surfaces aménagées ont pu être obtenues. Ces estimations sont résumées dans le tableau suivant :

Coût de mise en place d'un marché rural (en FCFA/ha).

(Source : Propositions pour une 2^e phase de mise en œuvre de la Stratégie Énergie Domestique, mai 1994.)

Superficie (ha)	MR orienté	MR contrôlé
1 000	4 426	8 435
1 500	2 951	6 290
2 000	2 213	5 217
2 500	1 770	4 574
3 000	1 475	4 145
3 500	1 265	3 838

Le coût par hectare est variable en fonction de la surface à aménager et du type de marché à créer. Ainsi on constate que plus la surface est grande, plus le coût par hectare est réduit.

Le coût par hectare d'un marché rural contrôlé est presque double de celui d'un marché rural orienté. Cela est dû essentiellement à la durée d'exécution plus longue de certaines tâches en marché rural contrôlé, en particulier l'étude foncière et la délimitation. De plus à ces coûts supplémentaires il faut ajouter celui des photographies aériennes (2 000 FCFA/ha), pratiquement inutilisées en marché rural orienté.

Il faut bien préciser que ces coûts sont indicatifs et donnent surtout un ordre de grandeur qui montre bien que la Stratégie Énergie Domestique et les marchés ruraux qui lui sont associés constituent une solution à moindre coût, qui permet aux villageois (bûcherons ou non), par les ressources monétaires (fiscales ou non) dégagées, d'autofinancer des actions de développement local.

14

Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : outils de développement rural local

P. MONTAGNE

Projet Énergie II / Énergie Domestique -Volet Offre, Niamey, Niger.

Résumé

Suite à la mise en application de la réforme fiscale réglant l'approvisionnement en bois des villes du Niger, les flux financiers générés par la Stratégie Énergie Domestique (SED) sont très importants. La SED respecte un des éléments clés des opérations Gestion des Terroirs (GT), à savoir la maîtrise locale du développement, avec une responsabilité totale des populations sur les activités qu'elles organisent au sein de leur terroir. Les marchés ruraux sont donc, pour les populations concernées, un moyen d'obtenir les financements nécessaires au renforcement des capacités collectives ou individuelles de développement. Une part importante des recettes fiscales est utilisée pour financer des investissements à usage collectif (réparation de puits et forages, campagnes de vaccination, etc.) et appuyer des actions de développement rural (pépinières, confection de pare-feux, financement de stocks de sécurité alimentaire, etc.). Ainsi les marchés ruraux sont, pour les villages où il est possible d'en créer, la «porte d'entrée» aux actions de développement local de type gestion des terroirs ou Gestion des Ressources Naturelles (GRN).

Au niveau des exploitations agricoles, les revenus provenant de l'exploitation du bois correspondent à des ressources extérieures aux activités traditionnelles agricoles et peuvent représenter jusqu'à 96% des revenus extérieurs des exploitations et jusqu'à 21% de leurs revenus totaux.

Introduction

Les Schémas Directeurs d'Approvisionnement en bois des villes (SDA) ont été élaborés dans un cadre macrorégional permettant de répondre à des objectifs de planification de l'exploitation du bois et donc avec le souci d'une gestion rationnelle de ces écosystèmes péri-urbains. Ces SDA sont issus de travaux multidisciplinaires (enquêtes, recherches historiques, inventaires forestiers, *etc.*) réalisés à petite échelle et permettent l'élaboration d'une grille de décision technico-économique débouchant elle-même sur des orientations politiques (Attari, 1997). Les résultats de ces travaux ont pour objectif d'identifier les zones d'intervention prioritaires, mais sont difficilement applicables, à grande échelle, aux villages cibles des marchés ruraux (Montagne *et al.*, 1997).

Une méthode d'intervention particulière a donc été mise au point pour procéder à l'implantation des marchés ruraux. Au cours de ce travail, les animateurs doivent procéder à un certain nombre de travaux plus spécifiquement axés sur les conditions dans lesquelles il est possible de créer ces structures villageoises de production et notamment d'aborder tous les problèmes de délimitation inter-villageois. Cette séquence de travaux se situe sur un plan collectif ; les villageois concernés sont les responsables coutumiers, maîtres des terres et les bûcherons potentiels et non la grande masse des habitants, notamment les éleveurs forcément concernés (l'exploitation du bois se fait sur les terroirs sylvo-pastoraux) mais pas acteurs. Etant donné l'importance des revenus issus de l'exploitation du bois, qui alimentent plusieurs caisses, nous avons voulu aller plus loin dans l'analyse des villages et des exploitations agricoles pour comprendre le fonctionnement et identifier les grands axes d'intervention qui pourraient être développés à partir des financements disponibles.

L'objectif est donc d'être en mesure d'intervenir d'une manière plus fine dans les différentes catégories d'exploitations lorsque des actions de «Gestion des Ressources Naturelles» ou plus, prosaïquement, de «Développement Rural» seront proposées.

Dans un premier temps, nous verrons comment la Stratégie Énergie Domestique rejoint les préoccupations de l'approche Gestion des Terroirs et en quoi elles se complètent. Dans un deuxième temps, nous situerons l'importance des revenus issus de l'activité marchés ruraux dans la zone SDA Niamey, que cela soit au niveau collectif ou individuel. Enfin, dans un troisième temps, nous aborderons le problème de l'impact de ces revenus du bois dans les exploitations agricoles à partir de l'étude du fonctionnement du système agraire de la région de Makalondi.

Gestion des terroirs et marchés ruraux

La Stratégie Énergie Domestique (SED) mise en œuvre par la Direction de l'Environnement depuis 1989, avec l'appui financier et méthodologique du projet Énergie II, est une opération que l'on pourrait qualifier de «verticale» et sectorielle, différente en cela des opérations multisectorielles de type «gestion des terroirs» mises en œuvre par ailleurs.

En effet, la stratégie développée s'appuie, au départ, sur un diagnostic régional, voire national, et donc se différencie des diagnostics locaux des projets de gestion des terroirs, visant essentiellement à identifier les besoins des populations locales. Néanmoins, après les phases de cadrage institutionnel (la fiscalité et le contrôle forestier) et de planification (les

schémas directeurs), les équipes de terrain ont mis en place les structures villageoises de production. L'importance de l'appropriation des ressources forestières par les populations riveraines a déjà été soulignée par ailleurs. Il n'aurait pas été possible d'établir ce dispositif dans un cadre purement local sans tenir compte des éléments régionaux et nationaux.

Une fois les structures de production installées, il est cependant parfaitement envisageable, à partir des revenus dégagés aux niveaux individuels ou collectifs (fiscaux ou non), de développer des actions de type «gestion des terroirs». Pour cela, nous reprendrons des éléments établis par I. Wata et D. Helmstetter dans le cadre du Projet d'Appui et de Gestion des Terroirs (PAGT) qui est intervenu dans la région de Torodi dans les années 1990-1993 (cf. Bertrand *et al.*, 1994).

Le cadre institutionnel : SED et gestion des terroirs

L'approche gestion des terroirs

La finalité des opérations dites de Gestion des Terroirs (GT) est l'**appui à la maîtrise locale du développement**. Les populations sont progressivement mises en situation de décider des activités qui auront lieu sur leurs terroirs ; elles peuvent être entièrement responsables des décisions, en particulier celles relatives au financement des opérations. Elles reçoivent pour cela un «appui» de la part des équipes de terrain, dont les agents sont placés en situation de «conseillers» des populations. Le diagnostic, dans cette approche, résulte d'une discussion qui permet d'évaluer les potentialités existantes, ainsi que les contraintes physiques, mais aussi socio-économiques. Un des buts de ces diagnostics est l'établissement de «Plans Villageois de Développement», outil qui permet aux populations de suivre l'évolution et les conséquences de leurs choix.

Le postulat des actions GT, comme des actions «marchés ruraux» de la SED, est que le développement durable implique que les communautés villageoises disposent et gèrent elles-mêmes des ressources financières propres. Partout où la ressource «bois» est valorisable, la préoccupation prioritaire de toute opération «gestion des terroirs» bien conduite devra être la mise en place d'organisations capables d'exploiter la ressource, de gérer au mieux sa commercialisation et de faire un usage judicieux des bénéfices qui en résultent. Les organisations d'exploitation du bois sont donc un moyen privilégié pour les populations d'accéder à la maîtrise de leur développement local.

La Stratégie Énergie Domestique

La SED respecte un des éléments clés des opérations GT à savoir la maîtrise locale du développement avec une responsabilité totale des populations sur les activités qu'elles organisent au sein de leur terroir. Dans ce cadre, un des objectifs de la SED, à savoir l'augmentation du prix du bois sur pied, permet effectivement de sensibiliser les bénéficiaires à une gestion durable de leurs ressources et rejoint donc un des soucis des opérations GT. La conception volontairement plus accessible des marchés ruraux, fait que cet outil est aisément appropriable par les villages qui sont à même de collecter, auprès des transporteurs, les taxes autrefois versées aux agents de l'administration.

Rôle de l'État

Les actions GT, comme celles relatives à la SED, ont besoin d'un environnement institutionnel approprié et de règles définies et appliquées : droit foncier, réglementation relative aux organisations rurales, à l'exploitation des ressources naturelles. Par exemple, la responsabilisation des populations en matière de GRN ne peut se concevoir sans qu'elles aient l'usufruit exclusif de la ressource, ce que reconnaît la réglementation relative aux marchés ruraux, qui est une avancée considérable.

La Direction de l'Environnement, au travers du projet Énergie II, est chargée de mettre en place le cadre institutionnel permettant de former les agents des services de l'Environnement à leur nouveau rôle, qui ne sera donc plus fait d'actions répressives, puisque toute réglementation contraignante entraîne inévitablement des fraudes que seuls les services de l'État peuvent combattre. La gestion des forêts villageoises entraîne inévitablement des conflits d'intérêts entre les différents usagers (bûcherons, éleveurs, femmes, agriculteurs, etc.), qui justifient un contrôle forestier fort. Celui-ci souffre de conditions de mise en œuvre souvent entachées d'irrégularités, ce qui a généralement donné une mauvaise image des agents des Eaux et Forêts auprès des populations. Là où des conflits d'intérêts surgissent, des solutions négociées devront être trouvées avec la médiation des agents forestiers qui auront là un nouveau rôle.

Les outils financiers de la SED et des actions GT

Mécanismes institutionnels

Les gestionnaires des marchés ruraux ont l'obligation de remettre à l'administration une partie des taxes perçues sur la vente du bois. Les sommes conservées par les villages au titre de ces taxes sont ventilées dans deux fonds, dont l'un est destiné au financement d'actions de restauration des massifs forestiers et de maintien des potentiels productifs des terroirs agricoles. Ces fonds, directement issus du travail des villageois et de leur capital «ressources», peuvent être notoirement insuffisants si des actions d'envergure devaient être engagées, mais ils constituent «l'apport personnel ou l'autofinancement» des demandes complémentaires de crédits que pourraient faire ces villages à d'autres structures de financement telles les caisses populaires, le crédit agricole ou d'autres institutions.

Les marchés ruraux représentent donc un cas concret d'organisations disposant de revenus permettant un autofinancement d'actions de développement, souhaitées par les communautés villageoises ou par les habitants pris à titre individuel. Ils constituent également l'outil au travers duquel les populations peuvent acquérir la maîtrise de la gestion de la ressource «bois-énergie» à leur profit, dégager des ressources financières propres et s'organiser autour d'une activité pour laquelle il y a des enjeux. Une abondante ressource «bois de feu» est une porte d'entrée que privilégiera la «gestion des terroirs», si tant est que cela mobilise les villageois.

Le regroupement de marchés ruraux

Une autre solution pour renforcer les capacités financières des marchés ruraux est leur regroupement en associations plus ou moins formelles, de type «fédératives», favorisant la

constitution de caisses inter-marchés ruraux et permettant donc le financement d'actions d'intérêts collectifs inter-villageois ou même inter-régionales. En effet, il apparaît, au fur et à mesure du développement du réseau de marchés ruraux, que l'Association Nationale des Exploitants de Bois ou les transporteurs eux-mêmes, jusqu'à présent véritables co-gestionnaires (avec l'administration forestière) de la ressource bois des zones de production incontrôlées, devrait perdre de son importance au profit d'une «fédération des marchés ruraux» ; la création de cette fédération est à encourager et à promouvoir et devrait devenir le véritable partenaire des pouvoirs publics dans la définition et l'organisation d'une politique d'exploitation du bois de feu, impliquant et responsabilisant la population.

En 1995, cette fédération des marchés ruraux n'existe encore pas, mais les commerçants ont d'ores et déjà perdu leur pouvoir d'exploiter anarchiquement les ressources forestières des villages. La meilleure preuve de la gêne que les marchés ruraux leur occasionnent est donnée par leur insistance à ce que les zones orientées et contrôlées soient rendues au trafic incontrôlé pour cause d'incapacité des bûcherons-villageois à «fournir la demande». Cette moins grande disponibilité de bois en ville (il n'y a quand même pas encore de pénurie !), est due au caractère particulier de l'exploitation faite par des bûcherons non professionnels et donc moins à même de couper de grandes quantités de bois tant pour des raisons techniques (maniement des outils) que financières (on ne coupe que pour satisfaire ses propres besoins monétaires et non pour réaliser des profits). Les conditions restrictives des coupes (quotas, critères sélectifs), limitent également ces tendances à la surexploitation qui est bien du seul fait des professionnels. Cette fédération, lorsqu'elle existera, sera donc en mesure de mobiliser de plus grandes quantités de fonds et donc de négocier des cofinancements plus importants.

Les revenus générés par les marchés ruraux de bois-énergie

Impact financier régional

Rappel du dispositif institutionnel

Rappelons que le point important du dispositif réside dans le fait que les structures de production prélèvent la taxe sur le transport du bois à la source, au moment de l'achat du bois par les commerçants. Le montant de cette taxe est, en partie, reversé à l'État (niveau central et collectivités) pour que celui-ci puisse assumer ses tâches de contrôle et ait les moyens d'assurer le financement d'actions villageoises de développement rural. Le Tableau I résume le dispositif de répartition de ces taxes. La nouvelle fiscalité forestière fixe ainsi une clé de répartition des recettes fiscales perçues au niveau des marchés ruraux entre :

- le marché rural, afin d'inciter les communautés villageoises à se doter de marchés ruraux ;
- l'arrondissement dont relève le marché rural, afin d'inciter les collectivités territoriales à favoriser la création de marchés ruraux sur le territoire qu'elles administrent ;
- le Trésor Public, afin de générer des recettes pour l'État.

Dans le cas de l'exploitation «incontrôlée», les recettes sont réparties entre l'arrondissement et l'État. En outre, la nouvelle fiscalité forestière a prévu de prédéterminer l'affectation de ces recettes pour chaque bénéficiaire, notamment en prévoyant un pourcentage

obligatoirement affecté au financement d'actions allant dans le sens du maintien des potentiels ligneux :

- une part des recettes revenant aux marchés ruraux et aux arrondissements (entre 40 et 60%) doit être investie dans des travaux de protection et de régénération des ressources forestières mais aussi du maintien des potentiels productifs des terroirs agricoles ;
- une part des recettes revenant à l'État doit être affectée au contrôle forestier.

Tableau I. Clé de répartition des recettes fiscales.

Bénéficiaire	Marchés ruraux		Exploitation « incontrôlée »
	« contrôlés »	« orientés »	
Marché rural	50%	30%	-
Collectivité territoriale	40%	20%	10%
Trésor Public	10%	50%	90%

La nouvelle fiscalité forestière a été prévue pour permettre de générer des recettes au niveau des communautés villageoises et des collectivités territoriales, et contribuer ainsi à l'auto-financement des activités forestières. Nous allons voir maintenant comment il est possible d'analyser les premiers effets de cette mesure.

Importance des flux monétaires

Le Tableau II présente l'importance cumulée par année des ressources monétaires totales dégagées par l'activité marché rural au niveau de la région couverte par le Schéma Directeur d'Approvisionnement en bois de Niamey. En sus des recettes fiscales, les villageois disposent :

- d'une partie des recettes issues de la vente du bois répartie, selon une clé de répartition propre à chaque structure. Sur les six premiers mois de l'année 1995, 13% du chiffre d'affaires total hors taxe a approvisionné les caisses des villages de l'ensemble des marchés ruraux, soit un montant brut de 6,2 millions de FCFA (Tableau II).
- de la possibilité de faire appel à des financements extérieurs qui viendraient en complément à l'autofinancement villageois (fonds fiscaux ou caisses villageoises).

Le transfert monétaire global est, en 1994, de près de 62 millions de FCFA des villes vers les campagnes, y compris 4 millions au titre des taxes perçues par les villages. L'État, pour sa part a perçu 6,9 millions au titre du Trésor Public (dont 40 % affectés au financement du système de contrôle) et 3,2 millions au titre des collectivités (dont 1,5 million affecté au suivi administratif des marchés ruraux et à des travaux d'aménagement forestier).

Ces chiffres sont encore modestes par rapport à l'importance du chiffre d'affaires annuel de la filière incontrôlée (de l'ordre de 400 millions de FCFA) mais en représentent tout de même 15% et confirment donc l'impact global de la SED.

Le taux d'approvisionnement de la ville de Niamey par les marchés ruraux a évolué de façon spectaculaire, passant de moins de 1% en 1992 à près de 15% en 1995. Quatre-vingt pour cent de ce bois provient de la zone dite de Torodi située le long de l'axe goudronné reliant Niamey au Burkina Faso.

Tableau II. Évolution des flux financiers générés par le dispositif marchés ruraux de la zone SDAN.

Années	Stères vendus	Chiffre d'affaire (en FCFA)	Répartition des recettes Hors Taxes			Montant taxes	Répartition des taxes				
			Gestionnaire du marché rural	Caisse villageoise	Bûcheron		Structure Locale de Gestion		Collectivité		Trésor
							Aménagement	Libre	Aménagement	Libre	
1992	2 141	1 983 600	198 750	373 800	1 411 050						
1993	8 647	9 534 100	540 150	779 800	8 214 150	2 640 955	487 327	401 672	317 937	306 979	1 081 210
1994	47 693	57 495 000	3 946 200	4 800 325	48 511 225	14 615 698	2 654 266	1 897 088	1 788 101	1 308 335	6 951 766
1995 (6 mois)	35 738	46 437 950	3 101 450	6 194 450	37 237 900	11 907 702	2 100 314	1 516 217	1 415 475	1 035 436	5 846 689
TOTAL	94 219	115 450 650	7 786 550	12 148 375	95 374 325	29 164 355	5 241 907	3 814 977	3 521 513	2 650 750	13 879 665

Les montants disponibles dans les villages pour des actions collectives, soit les parts de chiffre d'affaires hors taxe affectées aux caisses villageoises et les parts des taxes affectées aux structures locales de gestion, atteignent, sur les six premiers mois de 1995, la somme de 9,8 millions de FCFA soit une moyenne de près de 200 000 FCFA par village. Une partie de ces sommes est utilisée pour financer des investissements à usage collectif (réparation de puits et forages, campagnes de vaccination, *etc.*) et appuyer des actions de développement rural (pépinières, confection de pare-feux, financement de stocks de sécurité alimentaire, *etc.*). Au niveau individuel, les revenus tirés de l'exploitation et surtout de la commercialisation du bois ont fortement évolué : le prix de vente HT au départ du marché rural atteint 6 500 FCFA par rangée (5 stères), au lieu de 3 500 FCFA en situation incontrôlée.

Quelques réalisations de la campagne 1994/1995

Pour la seule zone de Torodi, en 1994, près de 3 000 000 FCFA ont été obtenus au titre des recettes fiscales pour la quinzaine de marchés ruraux fonctionnels, soit une capacité d'investissement de 200 000 FCFA/village. Les montants attribués à ces caisses sont en général forfaitaires et sont de l'ordre de 25 à 200 FCFA/stère vendu.

Un processus de demande de financement a été mis au point pour permettre aux villages, à partir de l'identification de leurs besoins et de l'évaluation du coût, de faire les demandes de financement complémentaire à des bailleurs de fonds tels qu'ONG, projets spécifiques, administration, *etc.* Ces «fiches d'opération villageoises» sont établies par les villages et visées par l'administration. Cette dernière peut les intégrer dans ses propres demandes de financement établies chaque année auprès des collectivités territoriales.

Fonds fiscaux aménagement

Ces fonds, dégagés par le nouveau dispositif fiscal, appartiennent aux villages et ne sont pas des budgets issus de l'administration. Celle-ci ne peut donc assurer qu'un rôle de conseil et non pas de donneur d'ordres ! Il est important de souligner ce point qui, à l'heure actuelle, ne semble pas encore avoir bien été compris par tous les agents de l'administration.

Au cours de la campagne 1994-1995, les villageois ont pu réaliser, grâce à la disponibilité de ces fonds, les grands types d'actions suivantes :

- mini-pépinières (les fonds d'aménagement prennent en charge les coûts de formation des stagiaires ainsi que des investissements en matériel) ;
- pare-feux ;
- plantations (de différents types) ;
- formations (alimentation, logement) extérieures aux villages.

Fonds libre affectation (fiscaux et caisses villageoises)

Il s'agit là du cumul des fonds fiscaux non affectés à des actions d'aménagement forestier et des fonds des caisses villageoises. Les possibilités d'investissement y sont donc plus larges, la seule limite étant fixée par les disponibilités totales. Là aussi, selon les choix des villageois et leur évaluation des besoins, d'autres bailleurs peuvent être sollicités ; le

montant pouvant être accordé par ceux-ci est déterminé par le pourcentage d'autofinancement villageois exigé et leur contribution totale.

Au cours de la campagne 1994-1995 (Tableau III), les villageois ont pu réaliser, grâce à la disponibilité de ces fonds, les grands types d'actions suivantes :

- achats de vivres dans le cadre de la mise en place de stocks de sécurité alimentaire ;
- réfection (ou construction) de mosquées et d'écoles ;
- réparation de puits, forages et autres ouvrages hydrauliques ;
- achat de vaccins (méningite, rougeole, *etc.*) ;
- prise en charge des frais de fonctionnement des équipes médicales (carburant notamment) ;
- avances aux bûcherons ;
- prêts «impôts» aux villageois ;
- prêts «charrettes» ;
- avances cérémonies (baptêmes, mariages, *etc.*) ;
- avances des coûts «fourrières animales» et autres sinistres imprévus.

Bilan quantitatif 1994/1995

Le Tableau III donne le bilan des fiches d'opérations villageoises telles qu'elles ont été exécutées au cours de la campagne 1994/1995. On peut constater que les montants totaux engagés ne correspondent pas aux recettes théoriques constatées à partir des volumes de bois commercialisés (*cf.* Tableau II). Cela est principalement dû à l'inexpérience des agents de terrain et il est vraisemblable que, à l'avenir, on devrait se rapprocher, au moins pour ce qui concerne les fonds fiscaux sur lesquels l'administration a un droit de regard, des données enregistrées à partir des ventes.

On voit donc que des possibilités importantes existent mais que les villageois restent encore relativement passifs et manquent quelque peu d'imagination quant aux actions possibles : les agents de l'administration de l'Environnement ont là des opportunités pour aider techniquement les villageois à investir leur argent dans les terroirs sylvo-pastoraux de leurs villages.

Les marchés ruraux : source de financement des actions de développement rural

L'importance des revenus financiers des marchés ruraux ainsi que l'orientation actuelle des investissements réalisés par les villages sont des éléments maintenant clairs : ces revenus peuvent être la base d'actions de développement local, que cela soit sur des bases collectives au travers des différentes caisses, ou individuelles au niveau des exploitations agricoles, grâce aux revenus des bûcherons.

La SED peut donc, pour les zones favorables sur le plan de la disponibilité en ressources forestières, garantir aux populations l'autofinancement d'actions de développement plus larges qui incluraient notamment l'hydraulique, l'agriculture et l'élevage dans leurs préoccupations. Les actions de GRN assureraient donc les compléments de financement complémentaires à partir des fiches d'opération proposées.

Tableau III. Fiches d'opérations engagées en 1994 (zone SDAN).

Intitulé opérations	Montants totaux	FINANCEMENT							
		Fonds villageois libre affectation	%	FA villageois	%	FA collectivité	%	Autres contributions	%
Aménagement des terroirs									
Pépinières et plantations	1 069 574	127 550	12	642 112	60	90 000	8	209 906	20
DRS/CES	55 600	5 000	9	50 600	91				
Inventaires forestiers	135 000	121 610	90	13 390	10				
Pare-feux	70 000			70 000	100				
Sous-total	1 330 174	254 160	19	776 102	58	90 000	7	209 906	16
Amélioration des conditions de vie des villages									
Banques céréalières	1 606 037	1 606 037	100						
Pharmacies villageoises	80 400	80 400	100						
Construction puits	304 500	304 500	100						
Réfection mosquées	421 250	421 250	100						
Embouche ovine	107 500	107 500	100						
Vaccination	10 000	10 000	100						
Sous-total	2 529 687	2 529 687	100						
TOTAL	3 859 861	2 783 847	72	750 372	19	90 000	2	209 906	5

La complémentarité des deux types d'opérations est évidente mais il ne paraît pas envisageable qu'elles soient fusionnées, parce que la SED intègre le dispositif «marchés ruraux» dans le cadre vertical «fiscalité», «contrôle forestier» à l'entrée des villes et «suivi administratif des agents de l'Environnement». Il est absolument nécessaire que cette structure soit maintenue parce qu'elle garantit le financement et donc la pérennité du système. Mais les villageois ou les bûcherons n'ont pas encore fait le lien entre l'origine de ces fonds (en gros la forêt) et l'importance qu'il y a à préserver à long terme ce capital ; des comportements d'exploitation minière continuent d'exister.

Il faut donc que des efforts soutenus soient encore consentis pour aider les villageois à «amortir mentalement» cette manne financière et l'amener à développer par elle-même des actions plus spécifiquement orientées vers le maintien du potentiel ligneux des massifs exploités. Cet aspect deviendra de plus en plus important à mesure que les réserves actuellement exploitées de bois mort s'épuiseront, que des coupes de bois vert seront nécessaires et que l'on se rapprochera des modèles d'aménagement actuellement testés dans le massif de Tientiergou (cf. Djibo *et al.*, 1997).

Mettre en place les bases d'un développement local à partir de l'exploitation raisonnée des ressources naturelles et en premier lieu des ressources forestières, tel est l'objectif majeur de l'opération en cours de développement depuis six ans.

Cette mise en place est d'autant plus urgente que ce processus d'exploitation existe déjà sur des bases minières et se poursuivra tant qu'une demande urbaine existera.

Il s'agit maintenant de vérifier les conditions locales et individuelles de développement. Pour cela, nous considérons le cas particulier de la zone de Makalondi (arrondissement de Say) où un processus de création de marchés ruraux est en cours depuis trois ans et a déjà dégagé de grandes disponibilités financières.

Les revenus du bois dans les exploitations agricoles de la région de Makalondi

Démarche méthodologique

Les résultats de l'étude présentée sont la synthèse de discussions que nous avons eues, conjointement avec une étudiante de l'Institut Agronomique de Paris-Grignon, avec 80 chefs d'exploitations agricoles dont la plupart ont des activités de bûcheronnage. Il s'agissait, à partir d'une démarche de diagnostic du système agraire de cette région de Makalondi, d'établir une typologie des exploitations et d'y évaluer la place du bois comme source de revenus extérieurs. Ce travail d'enquêtes, réalisées auprès d'un échantillon non représentatif des différentes catégories d'exploitations agricoles (notamment sur le plan de l'importance comparée de ces différents groupes), permet cependant de comprendre comment les revenus du bois, dont on situe l'importance relative par rapport aux revenus des exploitations, peuvent, à terme, limiter les phénomènes de dégradation constatés, qu'ils proviennent de mise en culture ou de surexploitation forestière.

Le système agraire de la région de Makalondi

Présentation géographique et physique, importance économique des ressources ligneuses

La zone fait partie du canton de Torodi, elle est située à une centaine de kilomètres au sud de Niamey, à la frontière entre le Burkina Faso et le Niger, traversée par la nationale reliant Ouagadougou et Niamey. Elle regroupe une vingtaine de villages peuplés d'environ 20 000 habitants sur une superficie d'environ 900 km².

La végétation peut être répartie en (1) une steppe arbustive et arborée à Combrétacées qui recouvre les plateaux selon une disposition spatiale caractéristique des brousses tigrées ou tachtées, (2) une savane arborée à *Butyrospermum parkii*, *Hyphæne thebaica*, *Adansonia digitata* et *Acacia spp.* associée à des strates herbacées et arbustives sur les glacis et (3) une savane arborée de bas-fonds riche en *Khaya senegalensis* et *Tamarindus indica*. *Acacia albida* est absent de la zone.

Nous avons déjà vu l'importance des prélèvements ligneux exportés vers la ville de Niamey (entre 60 et 70 000 tonnes/an). Ce bois provient des zones de plateau (bois mort) mais aussi, de plus en plus, des terroirs agricoles récemment défrichés. L'exploitation incontrôlée représente un chiffre d'affaires d'environ 180 millions de FCFA.

Les unités paysagères

Le système agraire actuel est directement issu de l'évolution historique et notamment de l'occupation des terres depuis la moitié du XIX^e siècle.

Les vallées : cultures vivrières à sorgho

Les bas-fonds ont été défrichés à partir du début des années 1960 par les Gourmantchés et les Peuls-Rimaïbés, agriculteurs de langue peul, autrefois captifs des Peuls-Fulbés. Aujourd'hui, ces bas-fonds sont largement mis en culture et sont principalement occupés par les champs familiaux des exploitations. Les quelques sites non encore défrichés sont en voie de l'être et le bois est revendu aux transporteurs-commerçants dans le cadre des marchés ruraux, ou par le circuit incontrôlé.

Les *fouani*, «là où l'eau passe», c'est-à-dire situés dans la toposéquence entre les plateaux et les bas-fonds (= jupes sableuses), ont été les premières terres défrichées par les Gourmantchés, puis les Rimaïbés, dès le début du XX^e siècle. Les Gourmantchés y ont établi leurs champs familiaux. Aujourd'hui, ils sont tous mis en culture. Les rendements en céréales restent bons pour la région. Des jachères de courte durée (cinq années après une culture de cinq ans) sont relativement courantes. Les ressources ligneuses de ces jachères sont utilisées, après défrichement, pour les besoins quotidiens des ménages (bois de feu, gaulettes, etc.).

Les glacis : cultures vivrières à mil

Les glacis sont occupés par toutes les ethnies. Seul le mil peut y être cultivé. Ces terres plus légères peuvent être sarclées à la iler (outil des migrants récents, assez peu présent dans

la zone). Les rendements de ces terres restent tributaires des possibilités de fumure animale et sont compris entre 400 kg/ha et 800 kg/ha.

Les plateaux : terres de pâturage

Les plateaux sont principalement exploités pour le pâturage des bovins même si, en fin de saison sèche, une grande partie du cheptel de la zone transhume vers le sud quand les pluies sont attendues au Burkina Faso et au Bénin, début avril. On note une tendance de plus en plus marquée, suite à la raréfaction des terres des vallées et à l'augmentation de la taille des familles, au défrichement des plateaux pour des mises en culture. Toutes les familles sont concernées, quelle que soit l'ethnie. Le bois issu de ces défriches est soit brûlé soit, de plus en plus, revendu aux transporteurs-commerçants.

On constate donc une raréfaction des terres disponibles pour les défrichements agricoles : les bas-fonds sont cultivés en cultures continues, les *fouani* voient la durée de leurs jachères diminuer de plus en plus et seules restent des terres de plateaux dont le potentiel productif n'est pas stable et dont la surface disponible n'est pas extensible à l'infini (on peut estimer à moins de 10% la surface cultivable non encore mise en valeur).

Typologie des systèmes de production

Quatre systèmes de production principaux ont été définis en fonction de la nature, de l'importance et surtout de la gestion des combinaisons productives. Ils se différencient principalement par leurs niveaux de capital et se répartissent différemment dans les unités paysagères décrites. Le niveau de capitalisation dépend essentiellement de la composition du cheptel vif, l'outillage étant peu différencié. Il faut néanmoins noter que l'achat d'une charrette (entre 60 et 115 000 FCFA) est un véritable investissement qui ne peut être réalisé qu'après la vente d'une bête (un taureau se vend entre 75 et 125 000 FCFA) ou grâce à un revenu annexe, notamment la vente de bois.

Les **agriculteurs** (groupe 1) produisent de façon quasi exclusive des céréales. Dans ce système, des élevages de petits ruminants peuvent occasionnellement y être associés. Les exploitations de ce système de production ne bénéficient pas de fumure animale, en dehors des déjections des petits ruminants. Etant donné que le contrat de fumure est tombé en désuétude, ces exploitations ont des difficultés à fumer leurs champs de glaciés et renouvellent leur fertilité par des jachères à durée de plus en plus courte. La vente de bois représente 70% des revenus extérieurs.

Les **agriculteurs Gourmantchés ou Rimaibés** (groupe 2) produisent des céréales et pratiquent un élevage bovin, qui est sous la responsabilité d'éleveurs Peuls, et un élevage de petits ruminants. Les champs des glaciés sont peu ou pas fumés. Les revenus disponibles dégagés permettent aux exploitations d'investir dans l'achat de petits ruminants, en particulier pour l'embouche ovine. Ces exploitations vont évoluer vers le groupe 3 si un actif peut être affecté à la garde des animaux. La vente de bois représente 74% des revenus extérieurs.

Les **agriculteurs-éleveurs** (groupe 3) pratiquent une agriculture céréalière et un élevage de bovins non transhumants gardés et de petits ruminants. Ce sont des agriculteurs Gourmantchés et Rimaibés qui ont accumulé du cheptel bovin au cours des 30 dernières

années et qui affectent un actif à sa garde. Il s'agit aussi d'éleveurs Foulbés qui ont dû réduire leur cheptel à cause des crises successives et qui ne partent plus en transhumance avec leur troupeau. La vente du bois représente 96% des revenus extérieurs.

Enfin, les **agro-pasteurs** (groupe 4), essentiellement des Peuls Foulbés ayant hérité de troupeaux de leurs pères, pratiquent un élevage de bovins transhumants et de petits ruminants, ainsi qu'une agriculture céréalière de complément. Aujourd'hui, la taille de leur troupeau nécessite une transhumance plus ou moins lointaine. Les champs sont le plus souvent situés sur les plateaux et sont correctement fumés. Les exploitants non Foulbés pratiquent le bûcheronnage, la vente du bois représente 74% des revenus extérieurs.

On constate donc d'une part, que les revenus du bois, même si ils sont marginaux par rapport aux revenus totaux des exploitations agricoles, représentent plus de 70% des revenus extérieurs de ces mêmes exploitations et d'autre part, que l'évolution des systèmes de production vers des fonctionnements moins intégrés (notamment entre l'agriculture gourmantché et l'élevage peul foulbé) entraîne inéluctablement une dégradation des conditions de maintien de la fertilité des terres et donc des pressions de défrichement accrues.

Disponibilité en bois, accroissement démographique et fertilité des terres.

Les dynamiques de défrichements agricoles sont directement liées à l'accroissement démographique, lui-même fonction des phénomènes migratoires et de l'amélioration des conditions sanitaires des populations. Elles dépendent également des conditions de maintien de la fertilité des terres : meilleures seront celles-ci et moins forte sera la tendance à l'extension des cultures. Les jachères sont de courte à moyenne durée dans les terres dunaires et de courte durée sur les *fouani*. Compte tenu des rendements en céréales obtenus dans ces terres (800 à 1 100 kg pour les cultures continues des bas-fonds, 400 à 800 kg pour les cultures des glacis et 600 à 800 kg pour les cultures de *fouanis*) et des besoins alimentaires des populations (250 kg/pers/an), 0,6 ha sont nécessaires à l'alimentation d'une personne. Etant donné l'importance de la population actuelle (19 000 habitants) et la surface cultivée (environ 11 000 ha), la surface agricole disponible est de 0,6 ha/pers. Inéluctablement, les agriculteurs auront tendance à étendre les surfaces cultivées. Le défrichement des terres de plateaux peut déjà être observé sur le terrain et alimente le commerce du bois, que cela soit dans le cadre organisé des marchés ruraux ou en zone incontrôlée.

Même si on peut estimer possible d'augmenter le potentiel de terres cultivables de la région (de 13% actuellement à 20% qui semble être un maximum), on ne résoudra pas le problème de l'extension continue de ces défrichements du fait des conditions d'accroissement démographique et seul un maintien de la productivité agricole à l'unité de surface peut limiter la tendance à l'accroissement des défrichements.

La fumure organique provient des troupeaux bovins parqués la nuit sur les champs de sols dunaires. Les déjections des troupeaux de case permettent de fumer les champs de case (principalement le maïs). Les déjections humaines et les ordures ménagères remplissent le même rôle. Le *buttage/billonnage* est une technique de culture propre à la région et notamment à l'ethnie gourmantché : le sarclage pratiqué par la culture à la houe permet de

concentrer la fertilité sur une moitié de la surface. Le travail à la hiler, plus couramment utilisé dans les autres régions limitrophes à Niamey, ne permet pas cette concentration de la fertilité ; en effet il consiste en un sarclage de l'horizon superficiel du sol, coupant la partie aérienne des mauvaises herbes qui sèchent au soleil mais ne sont pas enfouies.

Lorsque l'on parle d'augmentation de la production à l'unité de surface, on pense le plus souvent à l'utilisation de la fumure minérale qui a été, dans les années 1970-1980 la base d'intervention des projets de développement rural. En 1995, dans une région considérée comme très agricole et à fort potentiel, elle est quasi inexistante même si l'on trouve de l'engrais (urée), au marché de Torodi. Les résidus de culture et les repousses d'arbustes et buissons ne sont pas valorisés dans les champs, ils sont brûlés avant le semis.

La place du bois dans les revenus paysans

Le prix du bois TTC constaté dans les marchés ruraux est, pour l'année 1995, de 6,5 FCFA/kg, soit un quasi-doublement du prix au producteur par rapport à la situation incontrôlée. Le principal bénéficiaire de cette hausse est le bûcheron lui-même ou plutôt la «famille» bûcheron puisque, pour un bûcheron déclaré, deux ou trois autres membres de la famille travaillent, trois à sept autres membres de cette famille bénéficiant de ces revenus.

A partir de la typologie définie au paragraphe précédent, l'importance de ces revenus-bois dans l'ensemble des revenus de l'exploitation a été évaluée sur un échantillon d'exploitations agricoles. Les résultats globaux des campagnes 1994 et 1995 sont d'environ 80 000 FCFA/bûcheron, qui sont redistribués dans l'exploitation agricole d'appartenance.

Structuration économique des exploitations agricoles

Le Tableau IV donne les grandes caractéristiques des exploitations agricoles avec bûcherons de cette région, ainsi que la place relative de l'activité d'exploitation du bois.

Tableau IV. Situation économique des exploitations agricoles et importance de l'activité d'exploitation du bois (d'après Lamhandaz, 1995).

Groupes d'exploitations agricoles	1	2	3	4
Nombre d'actifs par exploitation agricole	4,2	4,9	5,0	5,4
Revenu agricole moyen par actif (en FCFA)	61 570	69 000	89 700	90 435
Revenu du bois par exploitation (en FCFA)	32 100	70 680	71 670	76 820
Revenu extérieur par actif (en FCFA)	16 990	22 000	14 990	16 565
% du revenu total	20	21	10	4
Revenu bois par actif (en FCFA)	7 750	15 600	13 700	10 000
% du revenu extérieur	45	71	95	60
Revenu total moyen par actif (en FCFA)	78 600	91 000	104 100	107 000
% du revenu bois dans le revenu total	10	16,5	12,4	9,5

On trouve sensiblement le même nombre de personnes dans toutes les exploitations enquêtées, 10 en moyenne avec des minima à 2 et des maxima à 24. Le nombre d'actifs est voisin de 5. Les surfaces cultivées (hors friches et surfaces indivises) varient de 2 à 10 ha avec une moyenne de 4 ha. La surface moyenne cultivée par actif varie de 1,1 à 1,4 ha. Pratiquement toutes les exploitations agricoles ont des bûcherons, sauf les exploitants du groupe 4 qui sont foubés pour la plupart et répugnent à exercer cette activité.

Le Tableau IV montre également que parmi les exploitants de ce groupe, qui utilisent 64% des plateaux pour leurs usages pastoraux, seuls quelques uns (27%) tirent leurs revenus de l'activité bois, ce qui se traduit par une contribution moyenne d'à peine 4% de cette activité aux revenus totaux de ce groupe. Des conflits éleveurs-bûcherons sont peut-être prévisibles.

Le revenu agricole moyen par actif est compris entre 60 et 90 000 FCFA. Les revenus complémentaires sont essentiellement dus à la vente du bois de feu¹ qui peut représenter jusqu'à 96% des revenus extérieurs des exploitations du groupe 3 et jusqu'à 16,5% des revenus totaux des exploitations du groupe 2 (Tableau IV). Les autres sources de revenus sont le salariat agricole et les prestations de service. L'artisanat n'est pas une source de revenus significative. L'exode rural, à la différence des régions situées plus au nord (Ouallam) ou au sud-est (Say) n'est pas très marqué dans cette zone.

Le bûcheronnage : chefs d'exploitation et bûcherons

Nous venons de voir que cette activité représente la principale part des revenus extérieurs des exploitations, sans que cette part dans les revenus totaux des exploitations ne dépasse 20% (20 et 21% pour les groupes 1 et 2 essentiellement agriculteurs, 10% pour les agriculteurs-éleveurs et 4% pour les agro-pasteurs). Néanmoins, ces revenus permettent à ces exploitations de subvenir à des besoins vitaux : en leur absence, les paysans seraient obligés de vendre leur cheptel ou d'émigrer. Parmi les exploitations enquêtées, on trouve une forte proportion de chefs d'exploitation-bûcherons (Tableau V).

Tableau V. Importance des bûcherons dans les groupes d'exploitants.

Groupe	Nombre de chefs d'exploitations	Nombre de bûcherons	Proportion de bûcherons (en %)
Agriculteurs purs	18	11	61
Agriculteurs avec élevage confié	26	22	85
Agriculteurs-éleveurs	21	13	62
Agro-pasteurs	22	6	27

Même si l'échantillon enquêté n'a qu'une valeur qualitative sur le plan du diagnostic, il apparaît que près de 40% des exploitations ne pratiquent pas l'activité de bûcheronnage et que la variation est importante entre les différents groupes d'exploitants agricoles.

1. La stère de bois mort vendue rapporte de 1 000 à 1 300 FCFA. La location de charrette pour transporter le bois coupé est chère : de 100 à 500 FCFA/stère (selon les villages et le type de location).

Quatre-vingt-cinq pour cent des agriculteurs pratiquant un élevage confié sont également bûcherons, ce qui tient à des disponibilités en main d'œuvre supérieures, notamment par rapport aux agriculteurs du groupe 1. Les agro-pasteurs restent en retrait, comme nous venons de le voir.

Le Tableau VI montre la proportion d'agriculteurs au-dessus d'un certain niveau de revenus, d'une part agricoles, d'autre part totaux (pour le groupe 2 excepté, 70% des revenus extérieurs correspondent à la vente de bois).

Tableau VI. Les revenus agricoles et totaux par groupes d'exploitants.

Groupe	Surface cultivée par actif	Revenus agricoles moyens	% agriculteurs au-dessus de 50 000 FCFA	Revenus totaux moyens	% agriculteurs au-dessus de 50 000 FCFA
Agriculteurs purs	1,20	54 630	55	68 575	78
Agriculteurs avec élevage confié	1,22	69 920	68	89 710	96
Agriculteurs-éleveurs	1,37	81 500	86	91 705	90
Agro-pasteurs	1,06	120 210	100	124 900	100

On constate donc que les revenus du bois, même s'ils représentent moins de 20% des revenus totaux des exploitations enquêtées, permettent à ces exploitations de dépasser un niveau minimal de satisfaction des besoins autres qu'alimentaires (santé, habits, voyages *etc.*). Seuls les agro-pasteurs, du fait de leur capital cheptel, dépassent déjà largement ce seuil, ce qui explique leur manque d'intérêt pour une activité de bûcheronnage, par ailleurs dépréciée sur le plan culturel.

Conclusion

Globalement, certaines catégories sociales s'en sortent mieux que d'autres : certains paysans parviennent (grâce à une main d'œuvre abondante ou à une disponibilité foncière importante) à assurer leur autosuffisance alimentaire et peuvent acheter des moyens de production complémentaires (intrants, transport, *etc.*). Les autres, ceux qui ne parviennent pas à l'autosuffisance alimentaire, vendent leur bois pour s'acheter des céréales et vivre : les motivations de ces différentes catégories d'agriculteurs-bûcherons ne sont pas identiques.

Dans la région de Makalondi, zone privilégiée du Niger (pluviométrie plus abondante et moins sujette aux accidents, densité démographique longtemps restée faible, milieu social hétérogène, mais sans grands conflits), les agriculteurs et les éleveurs ont occupé l'espace en fonction de leurs traditions sociales et culturelles. Depuis une vingtaine d'années, les crises liées aux sécheresses et aux migrations des populations du nord ont pesé sur le système mis en place. Le bouleversement des rapports d'interdépendance entre les agriculteurs et les éleveurs, mais surtout la pression démographique, permettent de penser que les limites du système actuel sont atteintes. L'espace n'est pas encore complètement exploité mais les défrichements s'accroissent dans toute la zone. Les agriculteurs Gourmantchés produisent toujours assez de céréales pour nourrir leurs familles, mais les surplus s'amenuisent. Paradoxalement, ils n'ont toujours pas diversifié leur agriculture (comme cela est

pratiqué au nord). Des terres hautement productives comme les bas-fonds sont cultivées en sorgho uniquement. De plus les revenus disponibles grâce aux activités annexes, notamment le bois, ne sont pas toujours réinvestis directement dans l'agriculture, ils servent souvent à acheter des biens de consommation. Depuis une trentaine d'années, certains Gourmantchés investissent malgré tout dans l'élevage bovin.

Les réserves de terres sont faibles par rapport au taux actuel de croissance démographique (entre 5 et 8%) et même si les rendements agricoles sont encore élevés, une réduction de la durée des jachères, combinée à une moindre fertilisation animale, conduira à une baisse certaine des rendements et à un épuisement des sols comparable à celui des terres du nord. Les revenus du bois, qui représentent une forte proportion des revenus extérieurs des exploitations, permettent aux agriculteurs les plus pauvres d'acquérir un complément indispensable pour acheter des produits de première nécessité.

L'équilibre entre le maintien de la fertilité des terres, les impératifs de subsistance élémentaires et les besoins sans cesse croissants des populations urbaines en bois-énergie, est difficile à trouver. La valorisation économique des ressources naturelles des terroirs est un moyen pour en limiter l'exploitation anarchique. Les marchés ruraux constituent actuellement un des moyens techniques permettant d'initier une évolution des mentalités. Ils contribuent à confirmer que le maintien des potentiels productifs des écosystèmes dépend de la valorisation économique des ressources naturelles, en particulier forestières.

Références

Attari B., 1997. Le schéma directeur de l'approvisionnement en bois de la ville de Niamey. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., éd. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 25-37.

Bertrand A., Idrissa K., Montagne P., Mamadou M., Helmstetter D., Wata I., 1994. *Les marchés ruraux de bois de feu au Niger et l'autogestion locale des ressources naturelles. La problématique et les leçons de l'expérience*. Projet Énergie II - Volet Offre, Niamey, Niger.

Bertrand A., Madon G., Mahamane L. E., Montagne P., Peltier R., 1995. Marchés ruraux de bois-énergie au Sahel. *Bois et Forêts des Tropiques*, 245 : 75-89.

Catinot R., 1984. En Afrique, l'avenir forestier tropical se jouera dans le cadre du monde rural. *Bois et Forêts des Tropiques*, 203 : 7-43.

Djibo H., Montagne P., Geesing D., Peltier R., Touré A., 1997. L'aménagement villageois sylvo-pastoral de la formation de brousse tigrée de Tientiergou (arrondissement de Say, Niger). In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., éd. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 203-215.

Lamhandaz N., 1995. *Diagnostic du système agraire d'une petite région au sud de Makalondi - Canton de Torodi (Niger)*. Mémoire mastère INA-PG, Paris.

Peltier R., Mahamane L. E., Montagne P., 1994. Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger 1^{ère} et 2^{ème} parties. *Bois et Forêts des Tropiques*, 242 : 5-24 et 59-76.

Montagne P., Housseini M., Sanda L.O., 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : le mode de développement. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., éd. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 169-184.

15

L'aménagement villageois sylvo-pastoral de la formation de brousse tachetée de Tientiergou (arrondissement de Say, Niger)

H. DJIBO ¹, P. MONTAGNE ¹, D. GEESING ², R. PELTIER ³, A. TOURÉ ¹

¹Projet Énergie II /Énergie Domestique, Niamey, Niger.

²Service Allemand de Développement, Niamey, Niger.

³CIRAD-Forêt, Montpellier, France.

Résumé

Le Schéma Directeur d'Approvisionnement en bois de la ville de Niamey (SDAN) a été établi en 1991. Il a servi de base aux textes réglementaires et fiscaux et au démarrage des actions de développement des premiers marchés ruraux et des aménagements forestiers. Le premier site choisi pour tester les aménagements forestiers a été celui de Tientiergou, dans l'arrondissement de Say à 50 km au sud de Niamey. L'objectif visé était de mettre au point les techniques d'exploitation des formations arbustives à Combrétacées, caractéristiques des plateaux de la périphérie de la ville de Niamey. Ces modes d'exploitation devaient à la fois garantir une bonne préservation du milieu et donner aux populations rurales les moyens de les préserver, soit par des plantations ou des actions de DRS/CES, soit par une meilleure gestion agricole de leurs terres.

Après avoir fait l'historique des aménagements forestiers au Niger, cet article présente le contexte physique et social du massif forestier de Tientiergou (30 000 ha), la situation agricole et pastorale, enfin l'inventaire des ressources ligneuses réalisé préalablement à l'aménagement.

Les zones sous aménagement de type orienté (sans aménagements forestiers) ont un coût faible, qui varie de 1 270 FCFA/ha (pour un terroir de 3 500 ha) à 4 430 FCFA/ha (pour un terroir de 1 000 ha). Les aménagements forestiers (marchés ruraux contrôlés) entraînent une augmentation de plus de deux fois ce coût (de 3 840 à 8 440 FCFA/ha).

Introduction

L'utilisation des ressources ligneuses à des fins énergétiques concerne, au Niger, plus de 98% des ménages pour les besoins culinaires. Les études filières réalisées en 1990 par le projet Énergie II ont montré que la ville de Niamey consommait près de 133 000 tonnes de bois par an ; en 1994, au vu de l'accroissement démographique, on peut estimer ce besoin à 150 000 tonnes (cf. Attari, 1997). Cette tendance va continuer.

Il devenait dès lors urgent de repenser la politique d'intervention des Services de l'Environnement, sous peine d'assister à très brève échéance à la destruction massive des écosystèmes. Dès 1981, l'État a initié et testé cette nouvelle politique notamment par l'aménagement forestier de la forêt classée de Guesselbodi (20 km à l'est de Niamey). D'autres aménagements forestiers ont également eu lieu dans le domaine de l'État (Gorou Bassounga, Faira, etc.). Le «domaine protégé» a commencé à être touché en 1987 par le début des travaux du massif de Hamadidé. Ces actions se poursuivent et s'amplifient actuellement dans le cadre du projet Énergie II, qui a pu développer, à partir de 1990, le processus de mise en place d'aménagements forestiers par et pour les populations en les intégrant dans un cadre législatif et fiscal approprié et intitulé «Stratégie Énergie Domestique» (cf. Mahamane et Montagne, 1997). Les résultats de ces différents projets, représentés par l'expérience-pilote de Guesselbodi, seront rapidement passés en revue avant l'exposé concernant l'aménagement sylvo-pastoral du massif de Tientiergou.

Évolution historique des aménagements forestiers au Niger

Les premières actions réalisées au Niger en matière d'aménagement forestier

La première grande tentative développée au Niger dans le domaine des aménagements forestiers date d'une quinzaine d'années, avec les actions du projet Planification et Utilisation des Sols et Forêts (PUSF sur financement USAID) qui, de 1980 à 1990, a tenté de mettre en place l'aménagement forestier à buts multiples et forte participation paysanne du massif de Guesselbodi (20 km à l'est de Niamey).

A travers ses recherches et expériences, le projet PUSF a permis d'obtenir des données sur la production ligneuse des brousses tigrées (tarifs, accroissement, régénération, etc.), sur la filière bois (consommation et prix du bois, acheminement du bois) et sur les structures villageoises de gestion. Cette opération a eu le grand mérite de défricher un terrain qui n'avait jamais été vraiment exploré et de développer et tester un certain nombre de techniques dont certaines ont été retenues et sont encore utilisées aujourd'hui.

A Guesselbodi, les principales caractéristiques de l'aménagement forestier sont résumées ci-après :

- formation d'une coopérative des villages riverains pour l'exploitation de la forêt ;
- division de celle-ci en dix parcelles (adoption d'une rotation d'exploitation de dix ans) ;
- autorisation de la coupe de tiges vivantes à partir de 4 cm de diamètre ;

- autorisation du fauchage et de la vente du foin, mais interdiction du pâturage pourtant traditionnel dans la zone ;
- travaux d'aménagement et de restauration des terres (gardiennage, plantations, *etc.*) supportés par le projet avec des moyens très importants (tracteurs, camions, *etc.*).

Les principaux problèmes rencontrés ont été les suivants :

- en ce qui concerne l'organisation de l'exploitation et de la commercialisation, les méthodes utilisées (versement d'avances aux bûcherons, fixation d'un prix de vente par l'administration, mise en place d'un parcellaire ne tenant pas compte des souhaits des villages, conditions draconiennes d'accès aux pâturages, *etc.*), ont entraîné une présence massive du projet (et non pas du service classique, seule entité pérenne) dans la gestion de l'aménagement et donc des coûts élevés. Il n'était donc pas étonnant que dès la fin du financement extérieur, la structure coopérative inter-villageoise ne fonctionne plus et que la population se désintéresse de l'aménagement...
- pour ce qui est des actions dites de restauration des massifs, les bonnes intentions affichées, qui portaient du principe que toute exploitation de ressources ligneuses doit être équilibrée d'actions de renforcement du potentiel préexistant, notamment par des plantations d'essences locales (puisque les plantations d'essences exotiques avaient fait la preuve de leur inefficacité dans les années 1970), n'ont pas permis d'atteindre les objectifs visés. Une vision aérienne du massif de Guesselbodi permet de se rendre compte du peu d'effet des investissements réalisés pendant la dizaine d'années qu'a duré l'opération ;
- le constat a dû être fait que ces actions de plantations des bandes nues de la brousse tigrée pouvaient être nocives en terme de gestion des écoulements de l'eau des plateaux (*cf.* travaux ORSTOM 1991-1995 : Thiéry *et al.*, 1995 ; Galle *et al.*, 1997 ; d'Herbès *et al.*, 1997)) ;
- l'idée de couper du bois vert était fortement contestée par l'administration forestière qui tenait au principe d'une protection absolue de tout bois vivant ;
- il y avait une sous-évaluation des conditions sociologiques des sites (conflits d'usage entre agriculteurs et éleveurs, amplifiés par l'arrivée des bûcherons).

Tirant profit des expériences et des échecs passés, le projet Énergie II a contribué à la définition et à la mise en oeuvre d'une stratégie dite «Stratégie Énergie Domestique» (SED) pour le Niger.

Les grandes orientations initiées depuis 1990

Les grands principes suivants ont été définis :

La base du dispositif d'aménagement est constituée par la structure «marché rural» telle que définie par l'ordonnance 92-037 qui donne une base légale à l'ensemble du dispositif et donne la responsabilité en matière de gestion des ressources forestières aux communautés villageoises (*cf.* Montagne *et al.*, 1997).

Ce processus de transfert des responsabilités en matière de gestion des ressources forestières permet aux populations riveraines des forêts d'en exploiter et commercialiser le bois librement, sous réserve de respecter les conditions techniques indiquées par les services officiels.

Un nouveau rôle est donné aux agents de l'État, en concentrant leur fonction de contrôle aux postes d'entrées en ville et en permettant aux personnels des Directions Départementales (DDE) et des Services d'Arrondissement de l'Environnement (SAE) de disposer de plus de temps pour jouer un vrai rôle de conseillers de développement forestier.

Cet ensemble de mesures de responsabilisation des populations s'appuie, à l'échelle locale, sur des directives claires concrétisant véritablement cette nouvelle légitimité (Montagne *et al.*, 1997 ; Montagne, 1997). Cette stratégie présente néanmoins un certain nombre d'insuffisances, surtout dues à des problèmes de compréhension et de limites dans la latitude laissée aux agents pour mettre en œuvre ces textes avec toute la rigueur nécessaire (limites plutôt dues à des problèmes de formation). La SED est donc, pour le moment, le cadre global d'intervention et de développement des aménagements forestiers au Niger, en attendant une autre étape, fruit des efforts continus de tous.

L'aménagement sylvo-pastoral de Tientiergou

En matière d'aménagement forestier, le modèle proposé dans le cadre de la Stratégie Énergie Domestique est celui actuellement en place dans le cadre du massif de Tientiergou (arrondissement de Say).

Cadre social et physique du massif forestier de Tientiergou

Cadre physique

Tientiergou est un village situé à 50 km au sud-est de Niamey et à 15 km à l'ouest de Say. Le climat est de type soudano-sahélien (pluviométrie moyenne sur 40 ans de 600 mm). La morphopédologie est caractérisée par une alternance de plateaux à sols latéritiques superficiels, couverts de brousses tachetées (*cf.* Ambouta, 1997), et de bas-fonds à sols ferrugineux profonds, souvent cultivés. La jonction entre plateaux et bas-fonds est assurée par une jupe sableuse où se pratique la culture de mil en alternance avec des jachères à *Guiera senegalensis*.

Le massif de Tientiergou est constitué par les 30 000 ha de brousses qui entourent ce village, l'un des plus importants et des plus anciens parmi les vingt-deux hameaux limitrophes de la forêt.

Sociologie et régime foncier

Il n'existe pas de chiffres actuels sur la population, mais elle est estimée à 5 500 habitants répartis dans douze villages administratifs. La structure ethnique révèle une forte proportion de Peuls Fulbé (60%), de Peuls Rimaïbé (20%) et d'autres composants minoritaires telles les Zarma, Haussa, et Bella.

L'agriculture et l'élevage occupent la quasi-totalité de la population active et assurent la subsistance et les revenus. Les plantes cultivées sont le mil et le sorgho, souvent associés au niébé, à l'arachide et à l'oseille. Tous les travaux se font manuellement. Un certain

nombre d'activités secondaires sont en outre pratiquées pour améliorer les revenus. Ainsi en est-il de l'artisanat, du petit commerce (gomme notamment) et de la vente de bois. Mais cette dernière activité était principalement pratiquée par des exploitants salariés de transporteurs-commerçants de Niamey qui détournaient à leur profit l'essentiel des revenus potentiels de cette activité. Or, le manque de travail en saison sèche entraînait des tendances migratoires lointaines des jeunes (Côte d'Ivoire et Nigeria surtout).

Sur le plan foncier, l'occupation première des terres s'est faite pacifiquement avec l'accord du chef de canton de Say, descendant des premiers occupants peuls. Aujourd'hui encore, le paiement d'une dîme matérialise cette reconnaissance par les chefs de village de l'autorité première du chef de canton. Les chefs de village conservent une autorité sur les autorisations de mise en culture et donc de défrichement. La gestion de l'espace sylvo-pastoral et des mares relève d'un chef de village, mais l'usage peut en être collectif.

Le processus d'amélioration de la gestion des brousses se heurte à plusieurs problèmes.

Sur le plan agricole, les difficultés sont liées à l'extension des surfaces cultivées nécessaires, compte tenu de l'accroissement démographique local et des migrations ; il est indispensable de prévoir des réserves foncières défrichables (sols profonds et à faible pente).

Sur le plan pastoral, les mises en défens heurtent les sensibilités des éleveurs, très attentifs à tout ce qui peut contribuer à limiter leur espace de pâturage. Il est donc indispensable de veiller à les associer aux décisions prises en la matière.

Les ressources pastorales

D'après le service de l'élevage, le taux de croissance annuel du cheptel est de 3% pour les bovins, de 4,9% pour les ovins et de 5% pour les caprins, sans compter les camelins et les ânes qui sont relativement peu nombreux dans la zone.

Les enquêtes faites en 1990 ont permis d'évaluer l'importance du cheptel utilisant de manière permanente ou temporaire le plateau : animaux résidents (20 000 bovins et 35 000 petits ruminants) et animaux étrangers (10 000 bovins et 18 000 petits ruminants).

La charge moyenne a été évaluée à 3 à 5 fois sa capacité (qui serait de 5 à 10 ha/UBT ; cf. Maidaji, 1991 ; Achard, 1997) ce qui, malgré les incertitudes quant aux ressources pastorales disponibles et à l'effectif du cheptel, montre une nette tendance au surpâturage et donc à une dégradation de ces ressources. Le plateau est surtout utilisé en saison des pluies et en début de saison sèche. Ensuite, le troupeau se répartit entre le plateau et l'espace agricole, ou bien il émigre.

Le pâturage herbacé consommé est surtout constitué de *Loudetia togoensis* et de *Microchloa indica*. Un certain nombre d'espèces sont signalées par les éleveurs comme étant en voie de disparition : *Boscia salicifolia*, *Tephrosia bracteolata*, *Aristida funiculata*, *Indigofera diphylla*, *Andropogon gayanus*.

Les ressources ligneuses

L'inventaire réalisé en 1990 a permis d'évaluer les volumes et poids de bois exploitables et commercialisables (tiges de diamètre ≥ 4 cm, Tableau I).

Tableau I. Volumes et poids du stock de bois exploitable du massif de Tientiergou (30 000ha).

	stères	m ³	tonnes
<i>par hectare</i>			
petit bois	7,4	2,2	2
gros bois	2,9	1,4	1
<i>pour le massif</i>			
petit bois	230 000	70 000	60 000
gros bois	90 000	40 000	30 000
<i>total pour le massif</i>	320 000	110 000	90 000

Installation de marchés ruraux : cadre technique de l'aménagement forestier

On se reportera à Montagne *et al.* (1997) pour le descriptif de l'installation des marchés ruraux. Dans le cadre de l'aménagement du massif de Tientiergou, quatre villages ont tout d'abord été retenus, après la phase d'identification et d'animation. Le nombre de villages touchés est de 12 en 1995. Ils ceinturent pratiquement la forêt.

Chaque village est donc en mesure d'exploiter la ressource bois qui existe dans son terroir. Pour cela, des discussions inter-villageoises ont été initiées pour qu'après accord, les agents chargés de faire les repérages puissent relever les limites inter-villageoises de ces forêts ainsi que les points caractéristiques (mares, pistes, *etc.*) à l'aide d'un GPS. Ces points sont ensuite reportés dans un SIG (*cf.* Bernard *et al.*, 1997).

Mise en place des structures locales de gestion

La formation des membres et la mise en place du Bureau de la structure de gestion intervient parallèlement à ces travaux de terrain et de délimitation. A Tientiergou, sept personnes ont été élues par l'assemblée villageoise :

- un président d'honneur, le chef de village, pour respecter l'administration coutumière du village ;
- un président du comité ;
- un gestionnaire, responsable de la gestion du marché rural et du versement des taxes ;
- un trésorier, responsable du suivi des différentes caisses ;
- trois représentants respectivement pour les éleveurs, les agriculteurs et les bûcherons.

La création d'un poste de représentante des femmes est maintenant envisagée au cours du renouvellement des bureaux. Le gestionnaire et le trésorier ont été alphabétisés et ont reçu une formation en comptabilité. Les bûcherons ont été également formés aux techniques de coupe, de paillage et d'enstérage.

Au démarrage, les structures de gestion ont bénéficié d'un crédit «fonds de roulement» pour financer les premiers stères et un crédit «charrette» pour l'achat des moyens de transport du bois de la forêt au centre de vente.

Les conditions techniques d'exécution

Une présentation synthétique des conditions techniques d'exécution des aménagements forestiers au Niger a été faite par Peltier *et al.* (1994) et explique les raisons qui ont amené les responsables de terrain à faire les choix brièvement rappelés ici.

Parcellaire, rotation et quotas

La création des marchés ruraux différencie l'exploitation *orientée* de l'exploitation *contrôlée*. En exploitation orientée, les bûcherons coupent essentiellement du bois mort. En exploitation contrôlée, les coupes de bois vert sont autorisées mais à condition qu'elles se fassent dans un cadre organisé. Ce cadre définit la division en parcelles des forêts villageoises délimitées, le choix des techniques de coupe d'élague ou de protection des différentes espèces selon le type de formations végétales, enfin la durée de rotation entre deux périodes de coupe.

Il est clair que l'exploitation de type contrôlée est préférable parce qu'elle permet :

- de répartir dans le temps la pression de coupe sur l'ensemble de la forêt ;
- de faciliter l'organisation des travaux d'aménagement (paillis notamment) et des mises en défens ;
- de vérifier de façon plus simple l'évolution des conditions de coupe (quantités, lieux, etc.) ;
- de faciliter les opérations de suivi administratif ;
- d'améliorer la responsabilisation des villageois quant à une gestion équilibrée de leur massif ;
- de faire un suivi écologique léger, ne serait-ce qu'à travers l'évolution de la production par hectare au cours des rotations successives.

La durée de rotation, c'est-à-dire le délai entre deux passages des bûcherons, a toujours fait l'objet de débats plus ou moins passionnés au Niger (et peut-être aussi dans d'autres pays de la sous-région). En fait, il semble que l'on ait toujours oublié ce qui fait la raison principale de la mise sous aménagement de ces massifs : satisfaire à la demande sociale en bois. Ainsi, selon les cas et les pays, on peut avoir une demande forte en bois d'œuvre pour fabriquer des meubles, ou bien en perches pour la construction de toitures, ou de bois de feu.

Au Niger, dans le cas des aménagements péri-urbains actuels, la plus forte demande est celle de bois-énergie. Dans ce cas, ce que veulent les clients, ce sont des calories qui dépendent plus du tonnage de bois disponible que du diamètre de chaque brin ! Or il semble bien que, dans le raisonnement qu'ont tenu les forestiers depuis plusieurs décennies, on ait voulu à tout prix produire du bois de gros diamètre pour le brûler alors que, dans la situation de pénurie actuelle, les populations sont prêtes à consommer n'importe quel type de bois, gros ou petit.

Il est nécessaire de concevoir des durées de rotation qui, tout en répondant aux critères d'exploitation durable, permettent aux populations usagères (bûcherons, éleveurs, etc.) de comprendre, de s'approprier, et donc de respecter, les parcellaires. Dans ces conditions, il est inutile de vouloir multiplier les divisions des parcellaires qui ne peuvent qu'entraver cette compréhension.

C'est pour toutes ces raisons que les responsables techniques de l'aménagement de Tientiergou ont choisi de limiter à six le nombre de parcelles par forêts villageoises, soit une rotation de six ans.

Dans ce cas, il est important de noter que, compte tenu des critères de coupe (diamètres minimaux, essences), c'est toujours la même quantité de biomasse qui sera prélevée, garantissant ainsi une gestion conservatoire du massif. L'expérience de l'exploitation

commencée en 1992 dans le massif de Tientiergou montre que le principal problème rencontré est plus de faire respecter la limite minimale du quota par les bûcherons, que la limite maximale, du fait de problèmes d'organisation interne, de disponibilité de main-d'œuvre ou de considérations sociales. De fait, les quotas jusqu'alors fixés sont difficilement atteints et les équipes de terrain se sont plus intéressées au respect des parcellaires ou aux mises en défens qu'aux quotas eux-mêmes. Nous pensons qu'avec le temps, les bûcherons auront appris à gérer leurs coupes, auront compris les parcellaires et pourront ainsi accroître leurs prélèvements.

A l'aide des photos aériennes, le terroir forestier de chaque village a donc été divisé en six parcelles. Pour obtenir une répartition homogène du volume exploitable, trois taux de recouvrement sont utilisés : moins de 20%, auquel correspond un accroissement moyen annuel de bois exploitable de 0,2 st./ha, entre 20 et 60% (ama 0,6 st./ha/an) et supérieur à 60% (ama 1 st./ha/an). Ainsi un quota peut être attribué à chaque parcelle.

Dans notre zone, la taille moyenne des forêts villageoises délimitées est de 1 800 ha, une parcelle moyenne atteint 300 ha et le quota est d'environ 800 stères/parcelle, soit 800 stères par forêt et par an.

Méthodes de coupe

Espèces et diamètres à couper

A Tientiergou, quatre espèces dominent et présentent un intérêt pour une exploitation en bois de feu : *Guiera senegalensis* et *Combretum micranthum* qui sont exploités en taillis fureté au diamètre minimal à la base de 6 cm ; *Combretum nigricans* et *Combretum glutinosum* qui sont exploités en taillis fureté au diamètre minimal à la base de 8 cm. La hauteur de coupe est fixée à environ 20 cm du sol.

Il est certain que la date de la coupe peut jouer un rôle sur l'aptitude des espèces à rejeter, la survie de rejets et la conservation du bois (cf. Bellefontaine, 1997). Cependant, la vente du bois des marchés ruraux se passant surtout au moment où les zones incontrôlées ne sont plus accessibles aux camions et le calendrier agricole étant fixé, il est difficile d'imposer un calendrier trop restrictif aux bûcherons. La période de coupe s'étale donc sur toute l'année et commence en général le 1^{er} octobre. Mais si, par la suite, la recherche forestière peut établir de façon claire que la coupe de certaines espèces à certaines dates condamne la survie de celle-ci, des instructions plus restrictives seront proposées aux bûcherons.

Travaux de maintien du potentiel de production

Le paillage : après l'abattage d'un arbre, le bûcheron est tenu d'effectuer le «branchage», également improprement appelé «paillage», c'est-à-dire qu'il éparille les branches non commercialisables sur les plages nues. Dans toute la mesure du possible, suivant en cela les conclusions des travaux de l'ORSTOM sur la dynamique des brousses tigrées (cf. d'Herbès et al., 1997), ce paillage s'effectuera sur un front d'avancée de la végétation, assez facile à reconnaître pour les meilleurs bûcherons, en observant les plantes pionnières et les types de croûtes du sol.

La mise en défens : ce problème assez délicat persiste dans la zone de Tientiergou. Même si il est souhaitable de préserver le plus longtemps possible les sites exploités de la dent du bétail, cela est difficilement réalisable compte tenu des pratiques pastorales coutumières

(libre pâturage après les récoltes agricoles). Les travaux de suivi des sites coupés ont par ailleurs montré que le pâturage a un impact très limité sur la régénération arborée (cf. Ichaou, 1995 ; Achard, 1997). La mise en défens, si elle est nécessaire, doit donc être très provisoire et surtout ne pas dépasser quelques mois, de la fin de la saison sèche à la fin de l'hivernage.

Les critères techniques d'exploitation

L'ensemble des recommandations en matière d'aménagement forestier actuellement testées à Tientiergou (arrondissement de Say) est résumé ci-après.

Le massif forestier est délimité en forêts villageoises.

Une autorisation d'exploitation des produits commercialisables (bois de feu, bois de service, etc.) est attribuée à une structure locale de gestion agissant dans un cadre législatif et réglementaire déterminé et sous contrôle de l'administration de l'Environnement. Ce droit d'exploitation se superpose aux droits d'usage traditionnels des populations riveraines pour l'exploitation des fruits sauvages, de la gomme arabique ou du bois de feu.

Un quota est fixé en fonction de la superficie à exploiter, de la possibilité de la ressource et d'une durée de la rotation fixée à six ans.

Cette durée entre les coupes **respecte toujours la même quantité de biomasse**, parce que l'on n'exploite que les arbres ou tiges qui ont dépassé entre-temps le diamètre minimum, ce qui ne représente qu'un faible pourcentage du stock. Le prélèvement selon les critères fixés (diamètres supérieurs à 6 ou 8 cm selon les espèces) laisse en place, après la première exploitation, 88 % de tiges. Parmi celles-ci, certaines vont accroître leur diamètre durant les six années suivantes et seront exploitables en année 7. Ce mode de coupe présente l'avantage de rendre homogène la forêt avec un parcellaire maîtrisable par les villageois.

La division en parcelles de la forêt permet : (1) de répartir la pression de coupe sur l'ensemble de la forêt ; (2) de concentrer les travaux d'aménagement (paillis) et de permettre une mise en défens très provisoire en première saison des pluies après coupe ; (3) de faciliter le suivi de la production de la forêt.

Les premiers résultats

Point sur le plan d'aménagement de la forêt de Tientiergou

Douze marchés ruraux ont été créés (quatre en 1992 et 1993, un en 1994 et trois en 1995) dans les villages limitrophes du massif de Tientiergou. Tous exploitent la partie délimitée du massif qui leur a été attribuée par un accord entre les différents villages.

Sur le plan social, les marchés ruraux de bois rencontrent maintenant l'agrément de tous les groupes socio-professionnels du village (autorité, femmes, éleveurs, agriculteurs, jeunes et bûcherons). Ils ont également contribué à la consolidation des relations inter-villageoises (consultation périodique en vue de discuter d'un problème commun) et à une meilleure compréhension des rapports de partenariat qui existent entre le service technique et les populations.

Environ 14% du massif (11 000 stères) ont été exploités depuis 1992. Les populations locales arrivent à assurer le contrôle de leur terroir contre les prélèvements extérieurs. Les réalisations faites grâce aux fonds capitalisés dans la caisse villageoise suscitent beaucoup d'engouement dans les villages.

Un suivi des coupes a pu montrer que, tout en respectant les critères de coupes (essences et diamètre minimal), seulement 12% des tiges sont coupées. Le taux de mortalité des souches est très négligeable (3%). Moins de la moitié des rejets de souche fait l'objet de broûtage par les animaux. Chaque pied coupé donne naissance à sept rejets. Après un an de croissance, 47% de ces rejets dépassent 51 cm de hauteur. La couverture végétale et la physionomie de la forêt ne sont donc pas modifiées. Une seule essence, *Combretum nigricans* rejette mal après coupe. Pour ce cas précis, il a été recommandé d'exploiter un pied de *Combretum nigricans* seulement si au moins une tige de 8 cm peut être laissée.

Bien que l'effet du paillage des glacis soit faible, les surfaces couvertes par les branches montrent un ensemencement des herbacées, mais peu de semis naturels de ligneux, ce qui n'a rien de dramatique dans les formations pas trop dégradées puisque la multiplication végétative assure la survie des arbres dans les zones déjà végétalisées.

Sur le plan commercial, malgré quelques problèmes de mévente la première année, les marchés ruraux sont parvenus à écouler le bois. Le nombre de bûcherons par village varie entre 10 et 20. Le revenu d'un bûcheron est d'environ 30 000 FCFA/an, celui d'un gestionnaire de 50 000 FCFA/an.

Les caisses villageoises sont essentiellement alimentées par les contributions volontaires des villages, à partir des ventes réalisées (en général sur la base de 200 FCFA/stère vendu). On peut aussi y ajouter la part des recettes fiscales restant à la Structure Locale de Gestion (SLG), soit 60%. Elles ont pu contribuer à des investissements comme l'installation ou la réparation des forages, la création de banques céréalières et des campagnes de vaccination (cf. Montagne, 1997).

Le fonds d'aménagement forestier, c'est-à-dire une partie de la taxe sur le transport du bois revenant au village (40%) est destiné uniquement à des fins d'aménagement de la forêt et permet de petits travaux sylvicoles (pépinières, plantations, etc.).

Le crédit «fonds de roulement» a été remboursé à 100%, le crédit «charrettes» à 80%.

Il faut noter une évolution très encourageante qui est l'émancipation de quelques marchés, surtout de la première génération, quant à la négociation des prix avec les commerçants de Niamey.

Bilan et résultats quantitatifs

Les Tableaux II, III et IV qui suivent donnent, cumulés à l'échelle du massif de Tientiergou, des éléments chiffrés permettant de se rendre compte de l'importance des fonds générés par cette activité organisée de commerce du bois.

Dans le Tableau III apparaît une nette évolution dans la répartition des chiffres d'affaires entre les gestionnaires, chargés des relations commerciales, les caisses villageoises, qui permettent à la collectivité de bénéficier d'une partie des richesses du terroir, et les bûcherons. Cette répartition est négociée au sein de la Structure Locale de Gestion. Elle peut varier annuellement et d'un marché à l'autre.

Tableau II. Répartition des recettes fiscales.

Année	Répartition des recettes fiscales				
	Total	Fonds d'aménagement	%	Caisse villageoise	%
1992	0	0		0	
1993	299 275	119 830	40	179 445	60
1994	436 262	174 503	40	261 759	60
1995	748 244	448 945	60	299 298	40

Tableau III. Répartition des chiffres d'affaires hors taxes.

Année	Volume bois exploité			Chiffre d'affaires et répartition (x 1 000 FCFA)					
	coupé	vendu	total	gestionnaires	%	caisses villageoises	%	bûcherons	%
1992	1 618	1 618	1 618	161,8	10	323,0	19	1 132,0	69
1993	1 709	1 709	1 709	170,9	10	341,8	20	1 196,3	70
1994	2 769	2 769	2 769	276,9	10	554,1	20	1 931,1	69
1995	4 956	4 738	6 882	557,7	11	1 882,6	27	4 441,2	64

Tableau IV. Surfaces mises en exploitation et prélèvements à l'hectare.

Années	Surfaces mises en exploitation (hectares)	Volumes commercialisés (stères)	Volume/ha (stères)
1992	6 199	1 618	3,8
1993	11 768	1 709	6,9
1994	14 068	2 769	5,1
1995	21 840	4 956	4,6

L'analyse du Tableau IV montre que l'évolution des quantités prélevées à l'hectare reste conforme aux prévisions faites en 1992, soit environ 4 stères/ha/an.

Conclusion

Les marchés ruraux de bois-énergie auto-gérés par les villageois constituent la concrétisation sur le terrain de la réforme structurelle en profondeur de l'approvisionnement urbain en bois-énergie visée par la Stratégie Énergie Domestique. Fin 1994, 38 marchés ruraux, dont 24 «orientés» et 14 «contrôlés» contribuaient à l'approvisionnement urbain en bois-énergie dans les départements de Tillabery et de Zinder. Le premier effet significatif de cette action est l'abandon complet de toute exploitation incontrôlée dans ces

zones délimitées. Dans le but d'améliorer les connaissances relatives au fonctionnement de ces brousses arbustives et surtout leur réaction aux coupes, des dispositifs de suivi ont été mis en place. Les premiers résultats enregistrés semblent confirmer que les marchés ruraux devraient garantir le maintien du stock existant d'arbres sur pied et empêcher la baisse de la productivité en limitant la surexploitation et les défrichements, dans les différents types de formations végétales susceptibles d'être exploitées à but de production de bois-énergie du Niger.

Les recommandations du SDAN sont de développer les marchés ruraux, dans le cadre ou non d'aménagements forestiers. Le mode d'aménagement des marchés ruraux seuls, sans aménagements forestiers (mais quand même sous quota) a un coût faible qui varie de 1 270 FCFA/ha (pour un terroir de 3 500 ha) à 4 430 FCFA/ha (pour un terroir de 1 000 ha). Le simple fait de les associer à des aménagements forestiers (marchés ruraux contrôlés) entraîne une augmentation de plus de deux fois ce coût (de 3 840 à 8 440 FCFA/ha).

Ainsi, avec un coût de mise en place que l'on peut estimer en moyenne entre 4 000 et 5 000 FCFA l'hectare (moins de 10 \$EU/ha), les marchés ruraux constituent probablement une solution à moindre coût en matière de gestion rationnelle des ressources forestières.

Références

Achard F., 1997. Pastoralisme et écosystèmes forestiers contractés du sud du Niger : ressources fourragères et impact du pâturage sur la forêt. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 15-24.

Ambouta J.M.K., 1997. Définition et caractérisation des structures de végétation contractée au Sahel : cas de la brousse tigrée de l'ouest nigérien. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 41-57.

Attari B., 1997. Le schéma directeur de l'approvisionnement en bois de la ville de Niamey. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 25-37.

Bernard C., Boureima A., Fauvet N., Peltier R., Yaye O., 1997. Les systèmes d'information géographique au service des aménagements villageois. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 225-233.

Bertrand A., Idrissa K., Montagne P., Mamadou M., Helmstetter D., Wata I., 1994. *Les marchés ruraux de bois de feu au Niger et l'autogestion locale des ressources naturelles. La problématique et les leçons de l'expérience*. Projet Énergie II - Volet Offre, Niamey, Niger.

Galle S., Seghieri J., Mounkaila H., 1997. Fonctionnement hydrologique et biologique à l'échelle locale. Cas d'une brousse tigrée au Niger. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 105-118.

d'Herbès J.M., Valentin C., Thiéry J., 1997. Synthèse des connaissances acquises : hypothèses sur la genèse et les facteurs déterminant les différentes structures contractées. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 131-152.

- Ichaou A., 1995. *Étude comparée de la productivité des formations forestières de brousse tigrée et de brousse diffuse : conséquences pour la gestion et pour la régénération de ces formations*. Mémoire d'ingénieur, Institut Polytechnique Rural, Katibougou, Mali ; ORSTOM, Niamey, Niger.
- Mahamane L. E. et Montagne P., 1997. Les grands axes stratégiques du projet Énergie II pour une gestion rationnelle des écosystèmes contractés péri-urbains au Niger. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 155-167.
- Maidaji B., 1991. *Aménagement du plateau de Tientiergou-Volet Élevage*. Groupement SEED/CIRAD-Forêt/Projet Énergie II-Volet Offre, rapport technique n°17, Niamey, Niger.
- Maître H.F., 1989. *Inventaire des ressources ligneuses*. Groupement SEED/CIRAD-Forêt/Projet Énergie II-Volet Offre, rapport technique n°1, Niamey, Niger.
- Malagnoux M., 1991. *Aménagement forestier*. Groupement SEED/CIRAD-Forêt / Projet Énergie II-Volet Offre, rapport technique n°14, Niamey, Niger.
- Mazoyer M, 1992. *Aménagement de l'exploitation renouvelable des ressources en bois-énergie du périmètre d'approvisionnement de Niamey*. Groupement SEED/CIRAD-Forêt, rapport technique n°21, Niamey, Niger.
- Montagne P., 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : outils de développement rural local. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 185-202.
- Montagne P., Housseini M., Sanda L.O., 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : le mode de développement. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 169-184.
- Peltier R., 1991. *Aménagement sylvo-pastoral du périmètre forestier de Tientiergou*. Groupement SEED/CIRAD-Forêt - Projet Énergie II-Volet Offre, rapport technique n°19, Niamey, Niger.
- Peltier R., Mahamane L.E., Montagne P., 1994. Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger. 1^{ère} et 2^{ème} parties. *Bois et Forêts des Tropiques*, 242 : 59-76 et 243 : 5-24.
- SDAN, 1991. *Schéma directeur d'approvisionnement en bois-énergie de Niamey*. Groupement SEED/CIRAD-Forêt, Niamey, Niger.
- Thiéry J., d'Herbès J.M., Valentin C., 1995. A model for simulating the genesis of banding patterns in Niger. *Journal of Ecology*, 83 : 497-507.

16

Méthodologie de passage d'une exploitation orientée à une exploitation contrôlée : cas du village de Degma (canton de Torodi, Niger)

D. KNAPP¹, A.N. MAZOU²

¹ *Service Allemand de Développement, DED, Niamey, Niger.*

² *Projet Énergie II, Niamey, Niger.*

Résumé

Pour l'approvisionnement en bois-énergie des centres urbains du Niger, la loi a défini deux types de marchés ruraux, selon la disponibilité en bois : le marché rural orienté où ne se pratique que l'exploitation du bois mort et le marché rural contrôlé, dans lequel le bois vert peut être exploité sous réserve du respect de certaines normes techniques.

La forêt de Degma (zone de Torodi), d'une superficie de 4 223 ha, a bénéficié de l'installation d'un marché rural orienté en 1994. Elle a servi d'expérience pilote pour mettre au point la méthodologie de transition du marché orienté au marché contrôlé, démarche justifiée par l'épuisement prévisible du bois mort.

L'opération, d'une durée de sept mois et demi, s'est déroulée en trois étapes : l'élaboration de la carte du terroir villageois, à l'aide d'un Système d'Information Géographique ; le recueil des données permettant d'évaluer le stock de bois exploitable (180 parcelles de 0,09 ha inventoriées) ; les enquêtes sur la vie socio-économique du village (structure démographique, exploitations...). A partir de ces résultats, la conception du plan d'aménagement prend en compte le diagnostic, les plans d'exploitation, de suivi, de contrôle et de formation, les infractions et sanctions. Les coûts d'établissement du plan d'aménagement, détaillés, justifient économiquement la transition des marchés orientés vers les marchés contrôlés.

Introduction

La Stratégie Énergie Domestique s'appuie, sur le terrain, sur des structures villageoises de production : les marchés ruraux de bois-énergie, créés par l'ordonnance 92-037 du 24 août 1992. Cette ordonnance a identifié deux types de marchés ruraux, correspondants à deux évolutions des modes d'aménagement forestier : le marché rural contrôlé et le marché rural orienté.

Le **marché rural contrôlé**, permet une exploitation de bois dans le cadre d'aménagements sylvo-pastoraux, et d'une planification de l'exploitation (rotation par parcelles), avec éventuellement des actions de restauration des terroirs exploités, plus ou moins lourdes selon les moyens disponibles. Actuellement (cas de l'aménagement de Tientiergou), les marchés ruraux de type contrôlé n'exploitent que du bois vert.

Le **marché rural orienté** permet d'organiser l'exploitation selon un quota annuel, lui-même fonction des surfaces attribuées. Le plus souvent, les villages ayant des marchés ruraux orientés ne coupent que du bois mort. Ce mode d'organisation est conçu comme une phase transitoire avant la mise en place de structures de type contrôlé qui permettent l'organisation de systèmes d'exploitation plus rationnels, mais présentent l'inconvénient d'être plus difficiles à mettre en place et sont donc chers. Ils permettent surtout, et c'est peut-être là le fait le plus intéressant, d'interdire les exploitants étrangers et donc l'appropriation des ressources par les riverains.

La démarche de mise en place des marchés ruraux de bois-énergie, suite aux actions d'information des populations, est identique pour les deux types de structures : leur fonctionnement commercial est le même et le plus souvent, on commence par mettre en place une structure de type orienté qui ne nécessite qu'une délimitation globale du terroir et la fixation d'un quota annuel. Un ou deux ans après, lorsqu'on est certain que les villageois maîtrisent le fonctionnement commercial de leur marché et ont assimilé les notions de quotas et d'espace exploitable, il est possible d'entamer le processus d'évolution vers le marché de type contrôlé. Le plus souvent, pendant la durée de fonctionnement du marché orienté, les villageois ne commercialisent que du bois mort. La mise en place de la structure contrôlée permet d'évoluer et d'autoriser des coupes de bois vert.

L'objet de ce travail est de présenter la méthodologie développée dans le village de Degma (canton de Torodi), qui dispose d'un marché rural de type orienté depuis 1994, pour le faire passer au type contrôlé.

Enjeux et justification

Dans le cadre des marchés ruraux orientés, qui exploitent principalement du bois mort, il est prévisible que le stock s'épuisera à plus ou moins brève échéance. Il est donc nécessaire de sensibiliser les villageois et de leur montrer dans quelles conditions ils pourront poursuivre leurs activités d'exploitation et de commercialisation.

De plus en plus de bois commercialisé en ville est coupé vert. Il suffit de constater les coupes faites le long des routes, le plus souvent commercialisées en ville par la filière

«camionnettes». Le constat est évident : suite à l'épuisement du bois mort, les bûcherons, pour maintenir leurs revenus, coupent de façon spontanée du bois vert. La population urbaine augmentant régulièrement, la disponibilité en bois mort diminuant, la tendance est donc à l'accroissement inéluctable des coupes de bois vert. Il faut faire en sorte que cette exploitation se fasse dans un cadre organisé, seul à même de permettre, par la mise en place de normes techniques particulières et adaptées, une augmentation durable des quantités exploitables.

L'objectif est de mettre au point une méthodologie simple, permettant de transformer un marché rural orienté en un marché rural contrôlé, qui soit généralisable à l'ensemble des marchés orientés, à faibles coûts et surtout maîtrisable par les moyens humains, techniques et financiers disponibles localement. Cette méthodologie comprend la mise en place de plans d'aménagements forestiers à l'échelle des forêts villageoises telles qu'elles ont été délimitées lors de la mise en place des structures orientées. Le travail réalisé dans le village de Degma a donc valeur de test.

Méthodologie de transformation d'un marché orienté en un marché contrôlé

Élaboration de la carte détaillée du terroir villageois

Il est difficile de trouver, pour tous les villages concernés, des couvertures aériennes suffisamment récentes et précises : organiser des prises de vues spécifiques entraîne des coûts excessifs, difficilement finançables sans appui extérieur. Il faut donc mettre au point une méthodologie tenant compte de ces difficultés. Les cartes sont réalisées au sol, à l'aide d'un GPS (*Global Positioning System*, dont les points sont reportés dans des Systèmes d'Information Géographique), en respectant certaines règles :

- pour la délimitation des surfaces (terroirs agricoles ou sylvo-pastoraux), ainsi que pour l'identification des lignes (pistes, collines allongées et autres), la distance entre les points de prise GPS ne doit pas dépasser 500 m. Le meilleur résultat est obtenu avec un espacement de 200 m environ ;
- tout point remarquable ou particularité du terrain clairement identifiée doit être repéré et intégré dans la carte (forages, mares, site de vente de bois, etc.).

Les données sont saisies et traitées sur un ordinateur équipé d'un logiciel SIG (par exemple ATLAS GIS). La carte peut être imprimée et les superficies automatiquement calculées.

Evaluation de la ressource

Objectifs

La mise en place des marchés ruraux de type orienté ne prévoit pas d'inventaire du stock exploitable : le passage au stade contrôlé le rend obligatoire, notamment dans l'éventualité de coupes de bois vert.

Une nouvelle méthode d'inventaire forestier, à la fois simple à mettre en œuvre et fiable sur le plan des résultats obtenus, a été donc élaborée. Les objectifs étaient :

- d'estimer le potentiel exploitable de la forêt, pour fixer un quota et estimer un chiffre d'affaire prévisionnel ;
- d'approfondir nos connaissances sur l'état de l'écosystème (végétation notamment), afin de pouvoir vérifier ultérieurement l'impact du marché rural et en particulier du prélèvement de bois vert ;
- d'estimer le potentiel agricole pour évaluer la pression actuelle et future des défrichements sur le terroir sylvo-pastoral.

Paramètres mesurés

Les fiches d'inventaire ont été conçues de façon à permettre d'évaluer :

- le potentiel exploitable, exprimé par le stock en bois exploitable (mesures, à 20 cm du sol, des diamètres des tiges qui seront prélevées, réparties selon les classes utilisées au Niger) ;
- le nombre de pieds, la diversité des différentes espèces ligneuses (importance comparée en pourcentage) et le taux de recouvrement estimé ;
- le pourcentage de terres cultivables par rapport à la surface totale de la forêt.

L'inventaire a été réalisé à partir d'un échantillonnage systématique.

A partir des inventaires forestiers déjà effectués au Niger et suite à un calcul statistique sur la base d'un coefficient de variation de 70%, le nombre de placettes inventoriées a été fixé à 200. Une fiche de comptage a été élaborée. On considèrera qu'il n'est pas nécessaire d'augmenter le nombre de placettes jusqu'à une taille limite de 5 000 ha environ pour une forêt villageoise.

Résultats

Les données recueillies sur le terrain ont permis d'établir deux tableaux récapitulatifs exprimant :

- l'état du stock en bois (Tableau I) ;
- le nombre de pieds, la répartition par espèces, le taux de recouvrement moyen et le pourcentage de terres cultivables (Tableau II).

Tableau I. Stock de bois commercialisable (diamètres à 20 cm de hauteur : bois vert \geq 8 cm, bois mort \geq 4 cm).

en stère/ha	Tarifs de cubage		
	PUSF	Énergie II Diakindi	Énergie II Baban Rafi
Bois vert	8,34 \pm 1,10	4,12 \pm 0,66	6,22 \pm 0,90
Bois mort	0,95 \pm 0,20	0,67 \pm 0,13	0,71 \pm 0,30
Total	9,29 \pm 1,30	4,79 \pm 0,79	6,93 \pm 1,20

Dans le Tableau I, le coefficient de variation, préalablement estimé à 70%, se situe entre 90% et 130% ; la marge d'erreur varie alors entre 13% et 20% (exception bois mort Baban Rafi : cv = 280% ; e = 42%).

Pour le calcul du quota d'exploitation, le résultat le plus bas a été retenu, diminué de la marge d'erreur pour plus de garanties quant aux recommandations.

Le quota sera fixé alors annuellement à 4 stères/ha de la parcelle à exploiter. Avec 6 parcelles (rotation de 6 ans) cela correspond à un quota annuel de 0,67 stère/ha pour toute la forêt. La réalisation régulière d'inventaires forestiers permet d'imaginer la constitution d'une base de données constamment mise à jour grâce aux travaux de suivi des agents de l'administration de l'environnement. En effet, sans données fiables, on est amené à évaluer les quotas d'une façon aléatoire et non à partir d'évaluations des accroissements annuels. La périodicité de ces inventaires permettra ainsi de fixer les quotas en tenant compte des accroissements annuels.

Tableau II. Nombre de pieds, répartition par espèces, taux de recouvrement moyen, taux de sol cultivable.

Nombre de pieds : 695 pieds/ha ± 63, dont	
<i>Combretum nigricans</i>	38,7%
<i>Combretum micranthum</i>	24,7%
<i>Guiera senegalensis</i>	13,6%
<i>Combretum glutinosum</i>	2,5%
Espèces exploitables :	~ 80% (79,5)
Mimosaceae :	~ 10%
Le reste des 10% correspond aux 31 autres espèces.	
Taux du recouvrement moyen	61,5%
Taux du sol cultivable	31%
Taux de sondage	0,48%

A partir de ces résultats reportés sur le fonds de carte élaboré au préalable, les cartes de végétation, du stock de bois et des surfaces cultivables ont été établies.

Le plan d'aménagement

Les résultats de l'enquête villageoise et de l'inventaire ont permis l'élaboration du plan d'aménagement forestier comprenant le diagnostic, le plan d'exploitation (parcellaire, quota annuel et normes techniques), le plan de suivi, de contrôle et de formation, enfin la définition des sanctions suite aux infractions.

Ce plan d'aménagement est discuté dans un premier temps avec les villageois, puis avec les responsables de la chefferie traditionnelle et enfin avec l'administration de l'Environnement. C'est cette dernière qui donne son agrément final et autorise le début des coupes.

Organisation pratique des opérations

Personnel

Cadres

Le responsable de l'ensemble de ces travaux était un conseiller forestier nigérien, soutenu par un assistant technique DED (service allemand de développement).

Ce forestier n'est pas un fonctionnaire affecté au projet, c'est un opérateur privé ayant signé un contrat de prestation de service avec le projet Énergie II.

Le résultat de cette expérience est clair : la motivation de l'agent contractuel est nettement supérieure à celle d'un agent de la fonction publique. Il a conscience que sa responsabilité est engagée dans la réussite du travail : un échec entraînerait la fin de son activité dans le cadre des contrats proposés par le projet, tandis qu'un succès ne pourrait qu'encourager le projet à lui proposer d'autres interventions.

Main d'œuvre temporaire

Seuls les travaux de terrain liés à l'inventaire forestier ont nécessité l'embauche d'une main-d'œuvre temporaire. L'objectif a été d'impliquer le plus possible les villageois de Degma dans tout le processus pour profiter au mieux de leur connaissance du terrain. Ce fut également une bonne occasion de sensibiliser les villageois au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

L'équipe de terrain se composait de quatre personnes : un cadre contractuel chef d'équipe et trois manœuvres villageois, rémunérés à parts égales par le fonds d'aménagement forestier du village et par le projet Énergie II.

L'élaboration de la carte, le diagnostic social et économique, l'élaboration et la discussion du plan d'aménagement ont demandé une participation bénévole de la population concernée. Cette demande a été bien acceptée.

Matériel

Dans le cas de cette entreprise test, le matériel de travail et le moyen de déplacement ont été fournis par le projet.

Pour des interventions ultérieures, il sera possible que ces équipements soient à la charge de l'agent contractuel selon des modalités à définir.

Durée du travail

L'élaboration de la carte et l'inventaire forestier ont été effectués en quatre mois. Si l'on y rajoute l'ensemble des autres travaux tels que l'élaboration et l'officialisation du plan d'aménagement, la durée totale des travaux permettant le passage d'un marché rural orienté un marché rural contrôlé s'élève à sept mois et demi.

Tout le processus peut et doit être effectué sous la seule responsabilité du forestier contractuel, mis à part quelques appuis ponctuels sur le plan cartographique. On peut prévoir qu'avec le temps et l'expérience, le temps nécessaire à ce travail pourra être ramené à six mois.

Les coûts estimatifs

Notons que, pour la première fois au Niger, un inventaire forestier a été effectué avec la contribution des moyens humains, financiers et techniques disponibles localement, dans le village.

Les coûts diminueront au fur et à mesure que les équipes de terrain acquièrent de l'expérience. Le coût total de ce type d'opération pourra donc être évalué à environ 2 millions de FCFA (Tableau III).

Tableau III. Coûts estimatifs d'un inventaire forestier (en FCFA).

Coûts estimatifs mensuels	
1- Salaire brut du forestier contractuel	100 000
2- Moyen de déplacement	35 000
3- Bureau à Niamey (loyer, équipement, entretien)	65 000
4- Ordinateur, imprimante, logiciel	56 000
5- Intérêts crédit (moto, ordinateur, etc.)	56 000
Total	312 000 FCFA
Coûts estimatifs de toute la transition	
1- Carte villageoise + inventaire forestier (y compris main-d'œuvre, petit matériel, appui du projet en cartographie)	1 500 000
2- Complément diagnostic, élaboration + officialisation du plan d'aménagement	900 000
3- Formation des villageois, y compris appuis ponctuels par experts, frais de voyages d'études	400 000
Total	2 800 000 FCFA
Comparaison coûts - chiffre d'affaires et revenus	
Investissement (transition orientée → contrôlée entre 5 à 7,5 mois)	1,6 - 2,8 millions FCFA
Chiffre d'affaires hors taxe du marché rural par an (1 500 stères x 1 500 F)	2,25 millions FCFA
Taxes perçues annuellement	420 000 FCFA
Part annuelle de l'Etat des taxes (50% pour contrôlé)	210 000 FCFA

Ainsi, même si l'on ne tient pas compte du fait que l'intervention permettra de contribuer à la sauvegarde de la forêt à long terme, la transformation d'un marché rural orienté en marché rural contrôlé se justifie sur le strict plan économique.

17

Les systèmes d'information géographique au service des aménagements villageois

(Cartographie et suivi des exploitations forestières
dans les formations naturelles au sud du Niger)

C. BERNARD¹, A. BOUREIMA², N. FAUVET¹, R. PELTIER¹, O. YAYE²

¹ CIRAD-Forêt, France .

² Projet Énergie II, Niamey, Niger.

Résumé

Au sud du Niger, se pose le problème de surexploitation de certaines formations naturelles, mais on estime qu'une bonne gestion de celles-ci pourrait couvrir les besoins en bois-énergie de la ville de Niamey. Les méthodes d'aménagement préconisées jusqu'alors étaient beaucoup trop lourdes et coûteuses. Dans le cadre du Projet Énergie II, on a cherché à développer des techniques plus simples et rapidement utilisables à grande échelle. Les efforts ont porté, entre autre, sur les méthodes de délimitation des forêts villageoises, des parcelles de coupe et des nombreux points de repère des villageois (mares, sentiers, grands arbres, anciens villages) à l'aide d'un GPS (Global Positioning System).

Les cartes résultantes, réalisées sur un SIG (Système d'Information Géographique) ont permis d'engager des discussions entre les villageois afin qu'ils se mettent d'accord sur les limites respectives de leurs forêts et la délimitation de parcelles de coupe à l'intérieur de celles-ci. Il a ensuite été possible d'éditer des cartes consensuelles utilisables pendant au moins une rotation de coupe. Par la suite, au fur et à mesure que le projet avancera, des données seront récoltées sur les volumes de bois extraits chaque année au niveau de chaque forêt. En utilisant la fonction thématique du SIG, il sera possible d'obtenir différentes cartes pour visualiser au niveau de plusieurs marchés ruraux, la répartition des différentes productions pour un meilleur suivi de l'exploitation forestière, et un ajustement des quotas d'exploitation.

Introduction

La plupart des pays africains de la zone sahélo-soudanienne utilisent le bois comme principale ressource énergétique. Du fait d'une augmentation rapide de la population des villes, ces pays doivent répondre à une demande urbaine croissante en bois-énergie. En particulier, au Niger, la ville de Niamey dépend à 95% du bois pour son approvisionnement en énergie domestique. Mais la production des formations naturelles, évaluée autour de cette ville, pourrait suffire à assurer les besoins annuels urbains et ruraux si les pressions de coupe étaient mieux réparties (Peltier *et al.*, 1994). La mise en place de marchés ruraux, dans le cadre du Projet Énergie II, a pour objectif d'assurer un approvisionnement en combustibles domestiques des populations urbaines et de garantir une satisfaction durable d'un point de vue social, économique et écologique (Montagne *et al.*, 1994).

Les opérations pilotes d'aménagements démarrées dans les années 1984-1985 ont utilisé des méthodes de gestion et des techniques d'aménagement dont les coûts trop élevés ne permettaient pas de les étendre sur des surfaces plus importantes. Il s'agit donc pour le Projet Énergie II, de préconiser des techniques plus simples, moins coûteuses et qui permettent d'impliquer directement les acteurs locaux (Bertrand, 1994).

Les plans d'aménagement portent sur des espaces d'environ 1 500 hectares, situés à proximité de chaque village. Les villageois gèrent ces forêts aménagées sur lesquelles ils peuvent exercer un droit de coupe. Après une entente nécessaire avec les villages voisins et les autorités traditionnelles, les limites de ces forêts villageoises sont levées et cartographiées.

Le GPS (*Global Positioning System*), déterminant la position géographique précise de tout point, a permis d'apporter des améliorations aux méthodes de délimitation de ces forêts villageoises. Dans le souci d'alléger la phase de report cartographique de ces données, un Système d'Information Géographique (SIG) s'est avéré être un bon moyen pour cartographier facilement ces forêts et restituer rapidement des plans d'aménagement servant de support aux discussions avec les villageois. Mais plus qu'un simple outil de cartographie, le SIG servira à l'avenir d'outil de gestion pour permettre un suivi dans l'espace et dans le temps des productions et des exploitations en bois énergie aussi bien à l'échelle d'une forêt que de toute une zone d'implantation de marchés ruraux.

Délimitation des forêts villageoises

Premiers essais

Les premiers levés des limites des forêts villageoises se sont avérés longs et fastidieux. On avait tout d'abord noté sur photographies aériennes les limites des zones forestières, à l'intérieur desquelles des forêts d'exploitations villageoises pouvaient être délimitées. Les levés topographiques avaient été effectués à l'aide de boussoles et de topofils, puis reportés manuellement sur des fonds de carte IGN agrandis.

Par ailleurs, le manque de concertation entre les villages riverains avait entraîné de nombreux conflits, les uns cherchant à s'accaparer la plus grande surface possible aux

dépens de leurs voisins, sans tenir compte des différentes limites traditionnelles. Ces problèmes fonciers ont pu être résolus à l'amiable, mais toutes ces négociations ont nécessité de nombreux déplacements de la part des agents du projet. Les relevés ont dû être maintes fois recommencés.

Cette technique s'est révélée trop lourde pour délimiter de nombreuses forêts couvrant plusieurs milliers d'hectares. Par la suite, avant d'effectuer un quelconque levé, il a été demandé aux différents villages de se concerter entre eux pour trouver les limites facilement repérables de leurs forêts et de réduire ainsi les multiples retours sur le terrain.

A l'aide d'un appareil GPS, les coordonnées géographiques des différents points remarquables des forêts villageoises ont été relevées.

Un GPS est un outil calculant la latitude et la longitude de tout point de la terre et à tout moment. Cet appareil récepteur, facile d'utilisation et peu encombrant, est relié directement à une constellation de 24 satellites balayant la surface de la terre. Sa précision est variable selon le type d'appareil et le mode de mesure. En général, on obtient une précision de ± 100 mètres en mode absolu (un seul récepteur), ce qui est acceptable dans la mesure où les forêts délimitées ont une superficie d'environ 1 500 hectares, pour une restitution cartographique au 1/200 000^e - 1/100 000^e.

Le contour des zones aménagées se fait en général à pied, en compagnie des différents acteurs et représentants villageois qui indiquent aux agents du projet les points naturels de leur forêt ainsi que les limites souhaitées. Pour chaque point levé, le nom local est noté pour se repérer plus facilement, qu'il s'agisse d'une mare, d'un talweg ou d'un croisement de chemins. Au fur et à mesure de ce travail topographique, un plan sommaire est effectué pour faciliter la saisie cartographique. Pour une forêt donnée, lorsqu'une concertation villageoise a eu lieu au préalable, ce travail de levé est réalisable dans la journée.

Le coût minimal d'achat d'un simple récepteur GPS, en constante diminution, est de 4 000 à 5 000 francs français (en 1995) pour une précision qui varie entre 30 et 100 mètres (voire plus !). Il existe des appareils GPS qui permettent d'atteindre des précisions de l'ordre du centimètre, mais les coûts de ces récepteurs sont liés à la qualité des mesures (Freycon, 1995).

Restitution cartographique aux villageois

Ces différents points GPS sont ensuite intégrés dans un Système d'Information Géographique pour une restitution cartographique simple et rapide.

Qu'est-ce qu'un SIG ?

Le SIG est à la base, un logiciel de cartographie manipulant de l'information géographique soit sous forme de points (mares, puits), de lignes (routes, chemins, limites) ou de régions (forêts, parcelles de coupe). Mais plus que de la simple cartographie, le SIG permet aussi de gérer les informations, qu'elles soient qualitatives ou quantitatives, renseignant ces différentes entités géographiques. Il combine donc des informations géographiques auxquelles on peut attribuer des données descriptives appartenant à une base de données en vue de réaliser des cartes thématiques.

Le logiciel utilisé dans le cadre du Projet Énergie II est ATLAS-GIS, travaillant en mode vecteur. Deux techniciens nigériens du Projet Énergie II ont suivi une formation de quinze jours au CIRAD-Forêt à Nogent et sont actuellement autonomes sur ce logiciel.

Il faut noter que le coût d'investissement pour acquérir le logiciel et les matériaux périphériques s'élève au minimum à 50 000 F en 1995 (Tableau I).

Tableau I. Coût d'investissement pour du matériel SIG.

MATÉRIEL	COUT (en francs français HT)
Micro-ordinateur	10 000
Logiciel ATLAS-GIS	8 000
Table à digitaliser (format A1)	15 000
Imprimante couleur (sortie A4 et A3)	15 000
Fournitures diverses (encre, papier...)	2 000
TOTAL	50 000

L'acquisition des données géographiques en vue de réaliser la cartographie au service de l'aménagement des forêts villageoises se fait en deux temps.

Digitalisation d'un fond cartographique

Les informations géographiques concernant la région aménagée (route, piste, cours d'eau, localisation des villages) ont été numérisées manuellement d'après une carte IGN au 1/200 000^e avec le logiciel ATLAS-GIS, à l'aide d'une table à digitaliser.

Cette opération permet de créer un fond de carte sur lequel les points GPS seront reportés. Il est alors plus facile de se repérer et de replacer les zones délimitées par rapport à la topologie de la région. Cela permet de corriger les éventuelles erreurs de levés commises.

Importation des points GPS

Les coordonnées géographiques des points GPS peuvent être saisies directement avec le logiciel ATLAS-GIS ou sur une base de données dont le fichier sera importé par la suite.

Chaque point est accompagné de son nom local constituant son identifiant.

Le SIG permet de créer une surface à partir de plusieurs points sélectionnés. Ainsi, tous les points remarquables d'une forêt sont reliés entre eux pour constituer une zone dont la surface est calculée automatiquement.

Restitution des cartes

La Figure 1 montre les limites de la forêt villageoise de Tientiergou, avec le positionnement des différents points GPS levés sur le terrain et leurs noms locaux sur le fond de carte IGN digitalisé. La surface de cette forêt, calculée par le logiciel ATLAS, est de 1 400 ha, à l'intérieur desquels sont délimitées des parcelles de coupe annuelle. Dans le plan d'aména

gement forestier, une rotation de six ans a été retenue, si bien qu'il aurait fallu délimiter six parcelles. Cependant dans un premier temps, il semble préférable de ne délimiter qu'une ou deux parcelles de coupe d'une superficie égale à environ un sixième de la superficie totale. En effet, les villageois doivent tout d'abord bien comprendre ce que signifie un parcellaire et évaluer leur capacité de coupe annuelle.

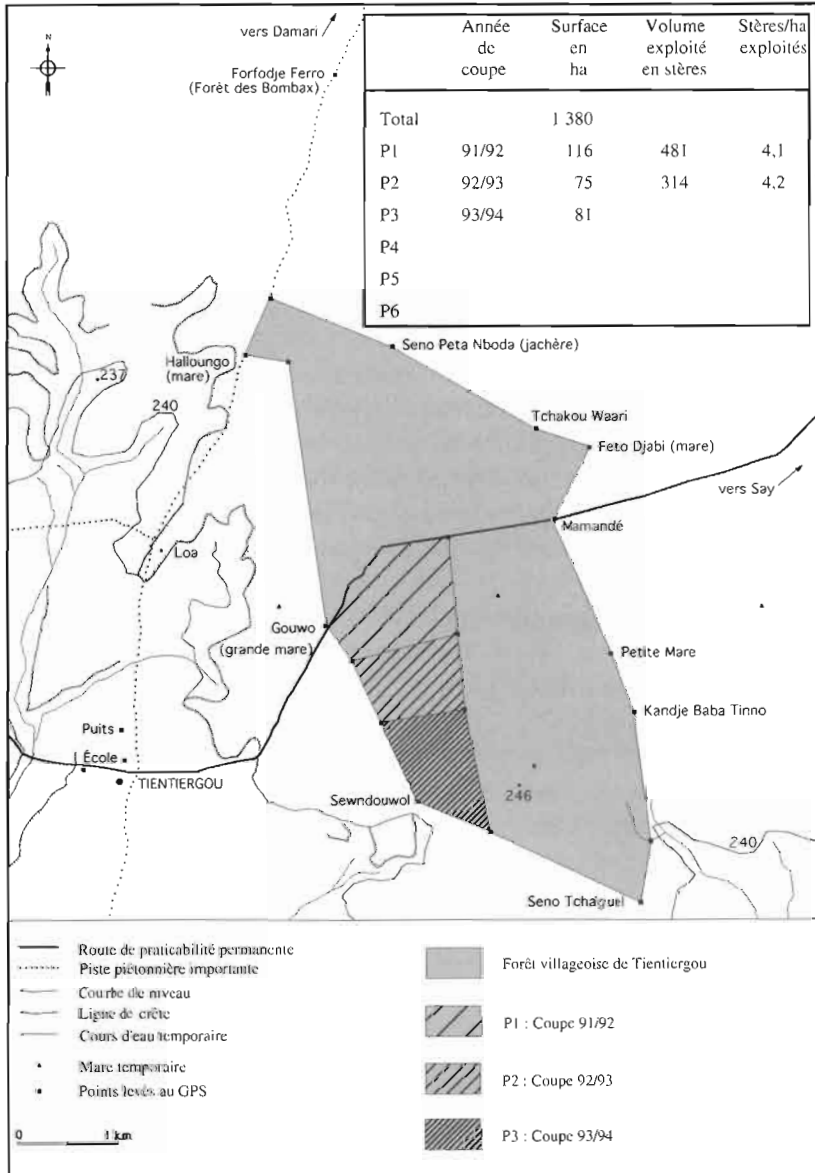


Figure 1. Carte de la forêt villageoise de Tientiergou.

Ce travail de cartographie nécessite tout au plus une journée de travail pour la saisie, la mise en page et le tirage sur papier.

Au bout de deux jours, les agents du projet peuvent donc présenter ce plan aux villageois et leur demander s'ils sont en accord sur les limites choisies. Le premier rôle de ces cartes est de servir d'outil de discussions. Si les groupements de bûcherons souhaitent modifier les limites de leur forêt en fonction des négociations entre les villages, des levés de nouveaux points GPS pourront être effectués lors d'une nouvelle campagne de terrain, demandant une journée supplémentaire de travail. Le SIG, par sa souplesse d'utilisation, permet de modifier rapidement l'information géographique.

Extension à une région

Cette méthode de délimitation, réalisable en 2-3 jours pour une forêt, peut être étendue à toute une zone couvrant plusieurs marchés ruraux. Différentes forêts villageoises, ainsi que les parcelles de coupes annuelles ont été levées dans la zone de Say (Figure 2). Cette cartographie permet de visualiser les limites intervillageoises et les zones qui sont revendiquées en même temps par deux villages voisins.

On note par exemple une superposition de la forêt de Tientiergou avec les forêts de Feto Banoye et Bango, de même qu'entre la forêt de Tchiro Fandou et celle de Feto Banoye. Les villageois ne s'étant pas entendus sur leurs limites respectives, un retour sur le terrain sera nécessaire pour organiser des réunions intervillageoises.

Pour les autres villages, les concertations préalables ont bien fonctionné et les habitants ont réussi à se mettre d'accord sur les limites respectives de leurs forêts.

Suivi du plan d'aménagement

Constitution d'une base de données

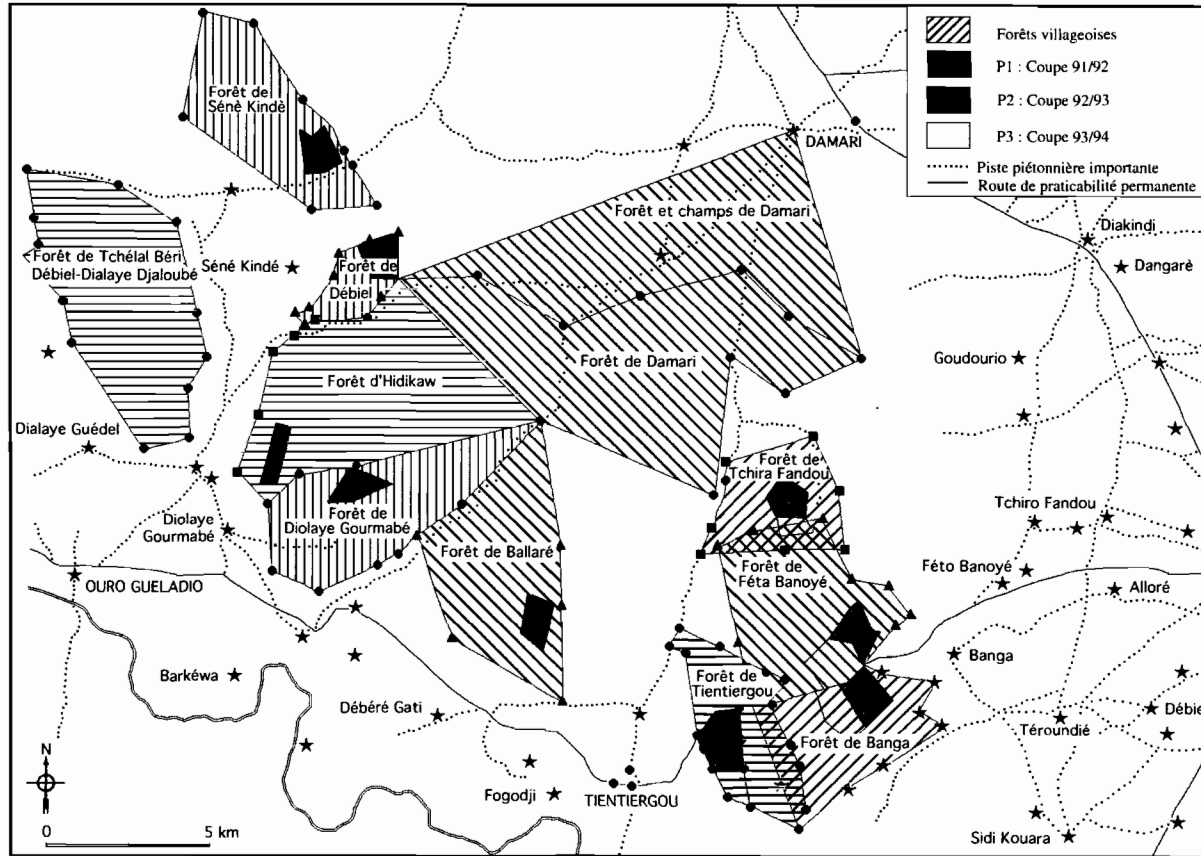
Au fur et à mesure de l'avancement du projet, il sera nécessaire d'observer comment évolue la gestion de l'exploitation faite au sein des différentes forêts villageoises et de transposer les résultats au niveau des différents marchés ruraux mis en place.

Les données concernant les zones aménagées pourront être saisies et stockées sur une base de données. Celle-ci ainsi constituée pourra être mise en relation, sous SIG, avec les différentes parcelles de coupe et les forêts villageoises.

Il sera alors possible d'éditer différentes cartes thématiques pour visualiser de manière spatiale les informations à l'échelle d'une forêt ou de tout un massif. Le SIG aura alors comme deuxième fonction de gérer les informations à des échelles différentes, pour définir la productivité et la dynamique de ces forêts.

Suivi de l'exploitation

Chaque année, en fonction des nouvelles informations récoltées sur le terrain, on pourra compléter et mettre à jour les données, pour visualiser l'évolution de l'exploitation forestière. Chaque parcelle sera caractérisée par l'année de son passage en coupe, le volume



de bois sur pied estimé, la quantité de stères extraites et la régénération de ces formations forestières. Des cartes seront éditées pour montrer, par exemple, toutes les parcelles exploitées au cours d'une année n.

Après une rotation complète (en principe six ans), il conviendra de déterminer s'il est souhaitable de modifier les limites de la forêt et/ou des parcelles, en fonction des besoins des différents groupements villageois. Le plan d'aménagement forestier pourra alors être réorienté afin de redéfinir de nouvelles limites, améliorer ou changer les techniques sylvicoles et modifier les quotas d'exploitation.

Le SIG permettant de manipuler aisément l'information géographique, une nouvelle cartographie pourra alors être réalisée rapidement. Avec une gestion correcte du SIG, il sera possible de regrouper ces données au niveau de tout un massif et de comparer l'exploitation entre différents villages et d'effectuer un bilan de ces forêts à un niveau régional.

On comprend donc qu'il est nécessaire d'avoir des outils très souples et peu coûteux pour pouvoir suivre ces évolutions.

Suivi de la productivité en bois des parcelles

Il est essentiel pour le Service de l'Environnement d'aider les villageois à déterminer si leurs méthodes réelles d'exploitation peuvent être considérées comme durables.

Pour cela, le suivi de petites parcelles ne semble pas suffisant en raison de l'hétérogénéité du milieu et des prélèvements.

Il convient donc de faire un suivi des volumes exploités au niveau des forêts villageoises et de déterminer si la productivité d'une zone donnée va en augmentant (sous-exploitation souvent souhaitable pour reconstituer le capital sur pieds) ou en diminuant (ce qui serait un indicateur inquiétant de sur-exploitation).

Or, les observations faites en 1995 par le Projet Énergie II, montrent que les bûcherons ne coupent pas en général toute une parcelle en année n : ils finissent tout d'abord la parcelle prévue pour l'année n-1 et coupent ensuite sur la parcelle prévue pour l'année n en fonction de leurs possibilités de travail.

Le suivi de la production par hectare est donc assez compliqué et nécessite que soit chaque fois relevée la taille de la parcelle réellement exploitée en année n, de façon à mettre en rapport sa surface et le nombre de stères vendus.

Sur un certain nombre de villages, il sera donc souhaitable de faire un suivi fin des zones exploitées annuellement et de la provenance réelle du bois. Pour cela également, l'utilisation du GPS et du SIG se révèlera très certainement indispensable.

Conclusion et discussion

Les systèmes d'information géographique au service des aménagements villageois ont montré leur intérêt dans la réalisation d'une cartographie rapide et facilement modifiable. Ils permettent de suivre le rythme des changements des limites d'exploitation au fil des discussions villageoises, et de s'adapter aux besoins de la population ainsi qu'aux contraintes du milieu.

Dans le cadre du Projet Énergie II, le SIG a été avant tout un outil de cartographie, où la manipulation de l'information géographique s'est avérée très souple, surtout lorsque l'on travaille en milieu traditionnel à une échelle régionale.

Il est vrai que le SIG n'est pas seulement un outil de cartographie, mais a, comme autre atout, la possibilité de gérer des bases de données directement en liaison avec de l'information géographique.

La gestion de données sur SIG pour le suivi de l'évolution des marchés ruraux sur toute une région serait souhaitable dans la mesure où, sur le terrain, on a la possibilité de maîtriser toutes les entrées et les sorties du bois exploité pour telle ou telle forêt villageoise sur tel marché rural. Mais, à l'échelle de tout un massif, cela est difficilement réalisable, du moins actuellement, les marchés ruraux se mettant progressivement en place.

En revanche, il sera possible de cibler certaines zones, par exemple en fonction de la distance à la ville de Niamey, pour un suivi plus précis des flux de bois et observer comment évoluent la production et l'exploitation de ces forêts aménagées.

Dans un premier temps, le SIG, dans sa fonction de simple cartographie, est très adapté aux exigences de terrain dans le cadre d'un projet de développement.

Par la suite, dans sa fonction thématique en gérant une base de données, il trouvera petit à petit sa place, dans la mesure où l'on ne voudra pas surestimer les capacités de l'outil par rapport aux évaluations de terrain.

Références

Bertrand A., 1994. *Les marchés ruraux de bois de feu au Niger et l'autogestion locale des ressources naturelles. La problématique et les leçons de l'expérience*. Projet Énergie II-Énergie domestique/ SEED/CIRAD-Forêt, Niamey, Niger.

Freycon V., 1995. *Les GPS*. Doc. tech., CIRAD-Forêt, Nogent-sur-Marne, France.

Montagne P., Housseini M., Sanda L.O., 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : le mode de développement. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 169-184.

Peltier R., Mahamane L.E., Montagne P., 1994. Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger. Le milieu : potentiel et contraintes. *Bois et Forêts des Tropiques*, 242 : 59-76.

18

Évolution de la végétation spontanée sur plateaux latéritiques traités par des travaux anti-érosifs dans le département de Dosso (Niger)

P. TORREKENS ¹, J. BROUWER ², P. HIERNAUX ³

¹ PDAAT, Dosso, Niger.

² ICRISAT-Centre Sahélien, Niamey, Niger.

³ ILRI, Niamey, Niger.

Résumé

Les sols très superficiels des plateaux latéritiques du Niger occidental sont très sensibles à l'érosion, dès que la couverture végétale, en général contractée, disparaît pour des raisons climatiques ou anthropiques. Dans certains villages, les paysans mettent en application des techniques de récupération des glacis dénudés. Le Projet de Développement Agroforestier et d'Aménagement des Terroirs (PDAAT) a encadré, entre 1990 et 1994, l'aménagement anti-érosif d'importantes superficies : 303 ha ont été aménagés avec des ouvrages de micro-cuvettes en demi-lunes, 169 ha ont été aménagés et plantés à partir de pépinières forestières implantées dans les villages. Des observations concernant les ouvrages eux-mêmes et l'établissement du couvert végétal, réalisées en 1993 et 1994, montrent que les productions fourragères et forestières résultantes sont faibles et ne justifient pas les efforts fournis. Cependant, il est possible que le rôle de ces aménagements sur l'évolution à plus long terme de la végétation des plateaux et leur conséquence sur l'érosion du terroir tout entier soit plus intéressant.

Introduction

Situation de départ : dégradation des formations forestières

La pression démographique croissante entraîne, dans le département de Dosso (Niger) comme ailleurs au Sahel, la mise en culture accélérée des terres, soit par un raccourcissement de la période de jachère - moyen traditionnel pour la restauration de la fertilité - soit par le défrichement des dernières réserves pastorales et forestières, y compris sur les sols les moins aptes à l'agriculture. Localement, l'exploitation pour le bois de chauffe (autour des villages et le long des axes routiers) et le pâturage (surtout autour des points d'eau et auprès des villages) ont aussi déboisé et éclairci le couvert végétal.

En conséquence, les sols subissent une érosion renforcée. La déflation et l'accumulation éolienne sont activées sur les plateaux particulièrement exposés. L'érosion hydrique, qui reste modérée tant que le ruissellement reste organisé en nappe, s'accélère dès que s'amorce une concentration du ruissellement en rigoles, qui creusent de profonds ravins sur les pentes et alimentent une importante sédimentation dans les bas-fonds et les vallées. Ainsi l'éclaircie du couvert végétal, l'érosion des sols et la modification du régime hydrique entraînent une baisse généralisée des rendements, dans l'agriculture comme dans l'élevage.

La brousse «tigrée» ou «tachetée», alternance de fourrés plus ou moins allongés séparés par des plages dénudées qui leur servent d'impluvium, est abondante sur les plateaux latéritiques appelés «Tondebou» en Zarma, qui dominent le relief des terroirs de la région de Dosso, à 140 km au sud-est de Niamey, Niger. Les fourrés sont constitués d'un peuplement dense de buissons et de quelques arbres dont la flore est dominée par la famille des Combrétacées (*Combretum micranthum*, *Guiera senegalensis*, *Combretum nigricans*, *Combretum glutinosum*). Le sous-bois herbacé dans les fourrés est toujours très clair, mais les fourrés sont bordés d'une frange d'herbes annuelles, dense par endroit, surtout en amont du fourré. Certaines brousses tigrées sont compliquées par la présence de placages sableux d'origine éolienne qui, en fonction de leur situation par rapport aux fourrés et à la pente, peuvent soit aider, soit gêner la collecte des eaux de ruissellement par les fourrés. Ces placages sont généralement enherbés avec quelques buissons clairsemés. Des sols très superficiels et un fonctionnement dépendant du système de ruissellement rendent la brousse tigrée particulièrement vulnérable à tout renforcement de l'érosion.

Dans les cas extrêmes, lorsque la couverture végétale disparaît, pour des raisons climatiques ou anthropiques, la mince couche de sol et les placages de sable qui surmontent la cuirasse, sont balayés par le vent et les pluies torrentielles. La croûte de battance se généralise en un glacis appelé «gangani» en Zarma. L'imperméabilité du glacis renforce le ruissellement et réduit les réserves hydriques des sols. Les stress hydriques s'en trouvent prolongés et aggravés pour les plantes qui survivent de plus en plus difficilement et les conditions sont de plus en plus défavorables à une régénération naturelle des peuplements. Dans plusieurs terroirs villageois de la région de Dosso, ce phénomène de dégradation a créé de vastes glacis dénudés. Ce phénomène s'est accéléré au cours des deux décennies de sécheresse 1970-1990 ; l'amélioration des pluies des dernières cinq années ne semble pas avoir amorcé une régénération forestière.

Techniques paysannes de récupération des plateaux dénudés

Dans certains villages de la région de Dosso, les paysans ont mis en application, de façon individuelle ou collective, des techniques de récupération de ces glacis dénudés. Ainsi, un plateau a été mis en défens (interdiction de coupe) à Nazamné. Sur le même terroir, des terres de plateau ont été récupérées pour la culture de sorgho à cycle court, après une forte fumure réalisée par parage d'importants troupeaux peuls. A Tombo Bana, la récupération des terrains dénudés a été obtenue par la pratique de poquets type «Zaï» avec semis de *Bauhinia reticulata* et *Hyphaene thebaica*. L'intérêt de ces techniques de régénération est manifeste mais leur effet demeure localisé et leur réalisation soulève des problèmes de gestion et de droit foncier.

Les travaux de récupération des plateaux dénudés par le PDAAT

Entre 1990 et 1994, le Projet de Développement Agroforestier et d'Aménagement des Terroirs (PDAAT), exécuté par la Direction Départementale de l'Environnement, sur financement PNUD-ASDI, a encadré l'aménagement anti-érosif d'importantes superficies de plateaux dénudés (Tableau I) à la demande des populations villageoises.

Tableau I. Sites aménagés d'ouvrages anti-érosifs en demi-lunes et plantations forestières, Projet PDAAT, Niger. (Source : Photos aériennes de 1993 et Topographe PDAAT).

Sites	Superficies traitées (ha)									
	1991		1992		1993		1994		TOTAL	
	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P
<i>Zone nord</i>										
Nazamné (NAZ)					44	18	48	74	92	92
Tombo Bana (TMB)	1	1	11	11	87	8	32	0	131	20
<i>Zone centre</i>										
Goubey (GOU)	8	8	1	1	7	2	10	2	26	13
<i>Zone sud</i>										
Tondigame Kaninké (TDK)			14	14	4	4	10	10	28	28
Serkindaji Kwara (SDK)	4	4	4	4	5	2	11	5	24	15
TOTAL	13	13	30	30	147	34	111	91	301	168

T : aménagés d'ouvrages en demi-lunes
P : aménagés et plantés d'arbres

Ces travaux de récupération ont été effectués par aménagement de micro-cuvettes en demi-lunes et de banquettes pierreuses disposées suivant les courbes de niveau. Cette technique est assez courante au Niger où elle a été appliquée dans plusieurs régions. La plupart des travaux de terrassement ont été réalisés par les villageois, qui recevaient en compensation de leur travail une rétribution en nature distribuée par le Programme Alimentaire Mondial (PAM). Cette rétribution consistait en 4 à 5 kg de céréales par ouvrage (la pratique a montré qu'une personne peut accomplir un à deux ouvrages par jour) accompagnés parfois d'un peu de sucre et d'huile, suivant les disponibilités. Mais cette ration n'avait rien de stable, étant donné que les quantités de vivres disponibles n'étaient pas

toujours suffisantes. De toute façon, les villageois semblaient suffisamment motivés pour achever leur programme d'aménagement, même si les vivres PAM, qui n'arrivaient au village qu'après un long périple administratif, commençaient à manquer.

Simultanément, des pépinières forestières ont été implantées dans les villages pour fournir les plants nécessaires à la plantation dans les ouvrages. Des plants étaient aussi fournis par les pépinières du Service de l'Environnement à Loga, Kargui Bangou et Dosso, qui produisaient quelques dizaines de milliers de plants par an. Plusieurs espèces y étaient multipliées, certaines exotiques (*Acacia holosericea* et *Prosopis juliflora*), d'autres indigènes (*Acacia nilotica*, *A. albida*, *A. senegal*, *Bauhinia rufescens*).

Fin 1994, un total de 303 ha avaient été ainsi aménagés, dont plus de la moitié plantés. La densité de cuvettes en demi-lunes se situant entre 400 et 500 ouvrages par ha, on peut donc estimer le nombre d'ouvrages effectués en quatre ans à 135 000, complétés par quelques kilomètres de fossés et diguettes en courbes de niveau (Torrekens, 1994).

Pluviosité

Dans la région étudiée, la pluviosité moyenne augmente, du nord au sud, d'environ un millimètre par kilomètre. Les données historiques mettent en évidence que la période 1971-1988 a été nettement plus sèche que la période 1961-1970 (Tableau II). Les années 1991-1994 ont été un peu plus humides que la période 1971-1988 et la répartition des pluies au cours de la saison a été bonne en général. Bien que ne disposant pas de données pluviométriques en 1991-1994 sur le terroir de Goubey, il n'y a pas de raisons de penser que la tendance générale y ait été différente de celle constatée sur les terroirs situés plus au nord ou au sud. Il n'y pas a eu sur ce terroir de déficit des pluies suffisamment sévère pour influencer le développement de la végétation.

Tableau II. Précipitations dans la région du Projet PDAAT (Source : Bulletin ICRISAT).

	Coordonnées latitude	Pluviométrie	Pluviométrie	Pluviométrie			
		mm/an moyenne 1961-1970	mm/an moyenne 1971-1988	1991	1992	1993	1994
Zone nord	13°45	635	400	797	556	528	614
Zone centre	13°30	650	450	-	-	-	-
Zone sud	13°00	720	520	720	667	597	931

Zone nord : station Loga (à ±10 km de TMB et NAZ)
Zone sud : station Tounga (à ±10 km de TDK et SDK)

Méthodes

Les sites des aménagements anti-érosifs ont fait l'objet d'observations durant les mois de septembre et octobre 1993 et 1994. L'objectif était de caractériser les ouvrages réalisés, et de quantifier l'effet des aménagements sur l'établissement d'un nouveau couvert végétal qu'il soit spontané ou planté.

Observations sur les caractéristiques des ouvrages

Chaque ouvrage comprend en fait la cuvette proprement dite, bassin semi-circulaire de 1,45 m de rayon en moyenne (Tableau III), creusé jusqu'à une profondeur de 10 à 20 cm par rapport au niveau du glacis, une «banquette» ou «ados» en forme de «croissant de lune», de quelques 30 cm de hauteur et 40 cm de largeur, constituée par la terre et les graviers excavés déposés du côté aval de la cuvette. Des mensurations faites sur un échantillon de 67 cuvettes montrent que les dimensions des ouvrages sur quatre sites sont d'une remarquable homogénéité (Tableau III). Les distances entre les ouvrages sont, en revanche, plus variables. Les micro-cuvettes en demi-lune étaient approximativement alignées suivant les courbes de niveau et disposées en quinconce, d'une ligne à l'autre. Cependant, des erreurs de dispositions sont fréquentes. L'implantation des ouvrages en parallèle aux courbes de niveau était particulièrement difficile à respecter par les chefs de chantier villageois, sommairement formés et dépourvus d'instrument de mesure topographique. La distance entre les lignes varie de 2 à 4 mètres et la distance sur les lignes de 1,5 à 3 mètres. Cela équivaut à une densité théorique de 300 à 580 ouvrages à l'hectare. En réalité, la densité n'atteint que rarement ces extrêmes et le comptage sur photos aériennes a permis de vérifier que la densité se situait entre 400 et 500 ouvrages à l'hectare. Compte tenu de la surface moyenne des cuvettes (3,21 m²), on peut estimer à 1 284 et 1 605 m²/ha la superficie des cuvettes, soit 13 à 16 % de la surface du glacis. Avec une profondeur moyenne des cuvettes estimée à 15 cm, un terrain aménagé en demi-lunes pourrait donc théoriquement retenir instantanément un volume d'eau de pluie équivalent à une pluie de 23 mm (en supposant une infiltration nulle).

Tableau III. Dimensions des cuvettes des demi-lunes sur les différents sites (n=67).

		NAZ	TMB	GOU	SDK	général
Rayon cuvette (m)	moyenne	1,43	1,45	1,45	1,42	1,44
Superficie (m ²)	moyenne	3,11	3,16	3,33	3,21	3,21
	écart-type	0,14	0,19	0,32	0,28	0,26

La superficie couverte par les ados est estimée à 2,3 m² en moyenne, soit un total de 920 à 1 150 m²/ha ou quelque 10% de la superficie du glacis. Les ouvrages (ados et cuvettes) portent donc au total sur un quart de la surface du glacis. Les trois quarts restent inchangés et servent d'impluvium aux cuvettes. L'effet des ouvrages sur les états de surface et l'érosion dépend surtout des caractéristiques initiales des sols, qui sont particulières à chaque site (Tableau IV). La présence de placages sableux, de blocs rocheux, ou d'affleurement de la cuirasse sur certains des plateaux aménagés modifie en effet les caractéristiques et surtout les impacts de l'aménagement.

Les ados ont un comportement dynamique qui dépend de la texture du mélange de terre, de graviers et de blocs de latérite qui le composent. Dès la première année, les banquettes captent facilement les semences portées par le vent et leur structure favorise l'enracinement

des plants. Mais sous l'effet des pluies, l'amas de terre et de pierre est lessivé et s'affaisse. Dans la cuvette, les eaux de ruissellement et les colluvions recueillies forment un milieu très favorable à la reconstitution rapide du couvert végétal herbacé. Cependant, dans certaines cuvettes, la sédimentation de colluvions fines forme une surface colmatée qui s'encroûte à l'état sec et qui, associée à l'engorgement temporaire, est moins favorable au développement des jeunes plants.

Tableau IV. Caractéristiques pédologiques des sites traités.

Site	Série*	Caractéristiques pédologiques	Reliques forestières**
<i>Zone Nord</i>			
NAZ	1994	«Gangani» sablo-limoneux, gravillon latéritique fin	non
	1993	«Gangani» limoneux, latérite gravillonnaire et blocs de dimension moyenne	non
TMB	1993	Plateau sablo-limoneux avec carapace latéritique à faible profondeur	non
	1992	Plateau sablo-limoneux avec carapace latéritique à faible profondeur	non
	1991	Plateau sablo-limoneux avec carapace latéritique affleurante	oui
<i>Zone Centre</i>			
GOU	1992	Carapace ou gravillon latéritique grossier affleurant	oui
	1991	Carapace ou gravillon latéritique grossier affleurant	oui
<i>Zone Sud</i>			
TDK	1993	Sol sableux, localement avec gravillon fin	oui
	1992	Sol sableux	oui
SDK	1994	Plateau sablo-limoneux avec latérite gravillonnaire, en pente	oui
	1993	Sol très sableux à sableux avec latérite gravillonnaire (petits blocs)	oui
	1992	Sableux-limoneux avec gravillon latéritique	non

* en fonction des années d'implantation
 ** présence de brousse tigrée en amont du site

Observations sur la végétation colonisatrice spontanée

L'évolution de la végétation spontanée sur les sites aménagés a été suivie par un inventaire botanique (qualitatif et quantitatif) et une mesure de la phytomasse en fin de saison de croissance (les sites ne sont pas protégés et sont donc pâturés).

Inventaires botaniques

Les inventaires botaniques ont été effectués sur des échantillons (entre 3 et 25 demi-lunes adjacentes sur la même ligne) par site et par âge de mise en place (Tableau V). L'inventaire des espèces a été dressé séparément pour les cuvettes et les ados. Pour les espèces les moins représentées, les individus étaient décomptés, alors que pour les espèces dominantes ou de plus grande envergure, c'est le taux de couverture (projection verticale de la plante) qui était estimé en pourcentage de la surface de l'ouvrage. En 1994, faute de temps, seul l'inventaire et l'estimation du couvert ont été effectués. Des décomptes ont cependant été effectués dans

quelques cuvettes à végétation particulièrement dense, pour tenter d'établir une relation entre les pourcentages de couvert, la densité et la taille des plantes (ou de leur tiges, pour les graminées).

Tableau V. Nombre d'ouvrages recensés par année et par site.

Année d'observation	NAZ	TMB	GOU	TDK	SDK	total
1993	50	52	46	126	120	394
1994	18	8	16	0	25	67
						461

Pesées de la phytomasse herbacée

En 1994, la phytomasse herbacée, dicotylédones et graminées confondues, a été mesurée sur un échantillon d'ouvrages (Tableau VI). Cinquante-cinq échantillons ont été ainsi récoltés entre le 17 septembre et le 11 octobre 1994, alors que la plupart des espèces étaient à un stade de maturité ou en début de sénescence. La récolte a été effectuée au ras du sol au moyen de faucilles, à l'intérieur d'un gabarit en bois d'un mètre carré placé au milieu de la cuvette. Les échantillons étaient pesés sur place, à l'état frais, puis séchés à l'air pendant une dizaine de jours avant d'être pesés à nouveau à l'état sec. La perte de poids entre les deux pesées a oscillé entre 35 % et 65 %, en fonction des espèces et de leur stade phénologique au moment de la coupe.

Tableau VI. Nombre d'échantillons de phytomasse récoltés par site.

Age de l'ouvrage	NAZ	TMB	GOU	TDK	SDK	total
2 ans	12	3			8	23
3 ans			9		11	20
4 ans		5	7			12
Total	12	8	16	0	19	55

Observations sur les arbres plantés

Sur 135 000 cuvettes, environ 75 000 ont été l'objet d'une plantation (Tableau I). Le nombre total d'arbres apportés par le projet et les populations est certainement plus élevé, parce que certaines espèces ont connu des taux de survie annuel assez bas et ont dû être remplacées. La fréquence des espèces plantées (tous âges confondus) est calculée pour les 461 ouvrages observés (Tableau VII). Des mensurations de hauteur, diamètre du tronc et de la couronne ont été effectuées sur un sous-échantillon.

Tableau VII. Arbres plantés sur l'échantillon de 461 ouvrages.

	GOU	SDK	TDK	TMB	NAZ	Total	%
Sans arbre	29	19	10	16	56	130	28
<i>Acacia albida</i>	0	0	3	0	1	4	1
<i>Acacia holosericea</i>	14	68	82	12	1	177	38
<i>Acacia nilotica</i>	2	13	2	3	1	21	5
<i>Acacia raddiana</i>	0	1	0	0	0	1	0,2
<i>Acacia senegal</i>	2	12	1	9	0	24	5
<i>Bauhinia rufescens</i>	1	30	21	0	0	52	11
<i>Parkinsonia aculeata</i>	4	0	0	0	0	4	1
<i>Piliostigma reticulata</i>	0	0	0	0	1	1	0,2
<i>Prosopis juliflora</i>	9	3	3	12	7	34	7
<i>Ziziphus mauritiana</i>	2	0	0	0	1	3	1
Total	34	127	112	36	12	321	
Taux de survie	54	87	92	70	17	72	

Interprétations des données

Rôle anti-érosif du dispositif

Le but de l'aménagement est d'empêcher la majeure partie de l'écoulement des eaux de pluies vers l'extérieur du glacis. Une des motivations principales des paysans de ces villages est de freiner ou d'arrêter l'érosion hydrique sur les pentes sableuses de la périphérie des plateaux. Les écoulements très importants en provenance des glacis de plateaux ont en effet entaillé ces pentes de profonds ravins. Ils cherchent aussi à réduire les risques d'inondation dans les bas-fonds et les vallées, ainsi que la sédimentation très importante et parfois catastrophique pour les cultures qui y sont implantées.

Cette dynamique de dégradation, jadis très forte à Tombo Bana, a été pratiquement arrêtée par les travaux anti-érosifs. L'efficacité des aménagements en demi-lune n'est toutefois pas absolue. Tant que le plateau est sub-horizontale, la capacité de rétention des cuvettes est suffisante, mais sur les glacis à pente plus forte (à partir de 1 % environ), l'eau de ruissellement acquiert une telle force que les ouvrages sont emportés.

Influence sur la régénération naturelle

Evolution en nombre d'espèces

La composition de la flore sur les ouvrages est très variée, reflétant la diversité des niches écologiques créées par les aménagements et évolue d'une année sur l'autre (Tableau VIII). Cela est une caractéristique normale d'une flore pionnière. Sa composition initiale dépend de la présence de sources semencières. Des différences entre les sites nord, centre et sud en

terme de nombre d'espèces et de nombre d'individus par ouvrage ont été notées. Il existe néanmoins une tendance générale à la diversification de la composition botanique, le nombre moyen d'espèces allant de cinq par ouvrage en première année, à une dizaine après quatre ans.

Tableau VIII. Les vingt espèces spontanées les plus fréquentes (tous les sites).

sur les cuvettes		sur les ados	
nom	fréq. (%)	nom	fréq. (%)
<i>Zornia glochidiata</i>	56	<i>Zornia glochidiata</i>	57
<i>Digitaria ciliaris</i>	35	<i>Aristida adscensionis</i>	43
<i>Eragrostis tremula</i>	35	<i>Sida cordifolia</i>	35
<i>Aristida adscensionis</i>	30	<i>Digitaria spp.</i>	25
<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	26	<i>Dactyloctenium ægyptium</i>	25
<i>Commelina forskalæi</i>	26	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	22
<i>Sida cordifolia</i>	25	<i>Cenchrus biflorus</i>	16
<i>Dactyloctenium ægyptium</i>	19	<i>Mariscus spp.</i>	16
<i>Mariscus spp.</i>	15	<i>Cassia mimosoides</i>	15
<i>Cassia mimosoides</i>	13	<i>Eragrostis tremula</i>	13
<i>Mitracarpus villosus</i>	13	<i>Digitaria ciliaris</i>	13
<i>Polycarpæa spp.</i>	12	<i>Borreria spp.</i>	12
<i>Piliostigma reticulata</i>	11	<i>Schœnefeldia gracilis</i>	12
<i>Schœnefeldia gracilis</i>	8	<i>Schizachyrium exile</i>	11
<i>Schizachyrium exile</i>	8	<i>Waltheria indica</i>	11
<i>Bauhinia rufescens</i>	7	<i>Ipomœa coccinosperma</i>	9
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	6	<i>Pergularia tomentosa</i>	9
<i>Ipomœa coccinosperma</i>	6	<i>Guiera senegalensis</i>	6
<i>Borreria spp.</i>	5	<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	6
<i>Acacia nilotica</i>	5	<i>Indigofera astragalina</i>	5

L'apparition spontanée des espèces ligneuses est plus rare (Tableau IX). Les jeunes plantules présentent, en outre, de faibles taux de survie après deux ou trois ans. Rares sont les arbres adultes produits par semis naturel direct.

Tableau IX. Nombre de pieds d'arbres provenant de semis naturel sur l'échantillon de 461 ouvrages.

	NAZ	TMB	GOU	TDK	SDK	Total	%
<i>Acacia albida</i>	0	0	2	2	0	4	1,0
<i>Acacia ataxacantha</i>	0	0	0	0	1	1	0,2
<i>Acacia nilotica</i>	1	0	2	18	0	21	5,0
<i>Acacia senegal</i>	0	0	0	0	1	1	0,2
<i>Balanites ægyptiaca</i>	0	1	0	0	0	1	0,2
<i>Calotropis procera</i>	3	1	0	0	0	4	1,0
<i>Combretum micranthum</i>	0	0	0	8	6	14	3,0
<i>Guiera senegalensis</i>	1	69	98	14	10	192	42,0
<i>Piliostigma reticulata</i>	7	5	7	26	0	45	10,0
<i>Ziziphus mauritiana</i>	0	0	1	1	0	2	0,4
Total	12	76	110	69	18	285	63,0

Un test de semis fait par les villageois à Tombo Bana, avec du *Balanites ægyptiaca* s'est soldé par un échec : un an après semis, aucun jeune pied n'avait survécu. Le faible taux de survie des jeunes arbres pourrait être causé par le broutage et/ou par le stress hydrique trop fort sur les cuvettes, où les jeunes plants sont très exposés. Les arbres plantés sont avantagés par leur développement préalable en pépinière. Seul *Guiera senegalensis* s'établit assez facilement de façon naturelle. A noter que celui-ci est aussi l'espèce pionnière principale dans la brousse tigrée de la région de Dosso.

Effet sur la productivité végétale

Productivité herbacée

En moyenne la phytomasse herbacée des cuvettes est de 30 g MS/m², et semble peu affectée par l'âge de la mise en place et par la localisation du site (nord, centre ou sud). Mais la variabilité des phytomasses d'une cuvette à l'autre est forte (Tableau X). L'échantillon observé (55 cuvettes) est certainement trop restreint par rapport à l'hétérogénéité du peuplement pour permettre des conclusions définitives. Cette variabilité semble s'expliquer par le caractère aléatoire du processus de «colonisation végétale», tributaire de nombreux petits et grands «hasards», notamment au niveau du stock semencier du sol, ainsi que des micro-niches liées au microrelief, à la texture mais aussi à l'influence d'anciennes termitières, la présence de souches et de racines et celle des arbres plantés.

Tableau X. Phytomasse herbacée sur les cuvettes (matière sèche en g/m²) en fonction de l'âge, de l'ouvrage et du site.

Age ouvrage	2 ans			3 ans			4 ans			total		
	MS (g/m ²)			MS (g/m ²)			MS (g/m ²)			MS (g/m ²)		
	Nbre	moy.	σ	Nbre	moy.	σ	Nbre	moy.	σ	Nbre	moy.	σ
NAZ	12	72	84							12	72	84
TMB	3	51	31				5	114	94	8	90	70
GOU				9	62	119	7	54	59	16	59	93
SDK	8	167	75	11	64	20				19	107	43
Moy	23	102	74	20	63	65	12	79	74	55	83	70

En estimant la phytomasse produite par les ados à 20 g/m², les ouvrages ont permis une modeste production herbacée de 120 à 150 kg/ha de matière sèche.

Biomasse ligneuse

Les arbres plantés ont été mesurés sur un sous-échantillon de 44 individus, toutes espèces et âges confondus. Le calcul du volume de bois (V) a été fait à partir de la formule suivante, assimilant la tige à un cylindre de diamètre d et de hauteur h :

$$V = \Pi \frac{d^2}{4} h$$

La production de bois est très faible (Tableau XI) à l'exception du bois produit par *Acacia holosericea* qui produirait après quatre saisons plus de 3 m³ de bois pour 100 pieds. En admettant une densité de 400 pieds à l'hectare, on obtiendrait une croissance de l'ordre de 3 m³/ha par an, supérieure à celle de la forêt naturelle sahélienne, estimée se situer entre 0,5 et 1 m³/ha par an, au Niger. Cette espèce d'origine australienne, adaptée au régime climatique sahélien, présente toutefois de nombreux cas de mortalité à partir de quatre ans, comme on a pu le constater à Goubey et sur d'autres sites de la région.

Tableau XI. Volume en bois produit par les arbres plantés sur l'échantillon de 461 ouvrages.

	Age (an)	Nbre	d moyen (cm)	h moyen (m)	V moyen (m ³ /100 pieds)
<i>Acacia holosericea</i>	1	3		0,35	
"	2	5		0,51	
"	3	9	2,3	3,05	0,13
"	4	5	10,4	3,64	3,09
<i>Acacia nilotica</i>	4	1	5,2	1,90	0,40
<i>Acacia senegal</i>	4	1	4,0	1,10	0,14
<i>Bauhinia rufescens</i>	1	8		0,29	
<i>Piliostigma reticulata</i>	1	1		0,25	
<i>Prosopis juliflora</i>	1	9		0,40	
"	3	1	2,3	1,20	0,05
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	1		0,10	

Interaction entre les herbacées et les arbres plantés

La disparité des productions herbuses d'une cuvette à l'autre est très forte, même entre des ouvrages peu éloignés. Une des causes envisagées serait l'interaction entre les arbres plantés et le couvert des herbacées. Avec *Acacia senegal* et *A. nilotica*, les branches épineuses basses peuvent protéger les herbacées annuelles qui, à leur tour, pourraient favoriser la sédimentation, ce qui profiterait à l'arbre. Dans d'autres cas, comme avec *Acacia holosericea*, c'est la compétition qui l'emporterait. L'effet inhibiteur de la présence d'*Acacia holosericea* sur le développement des herbacées semble même avoir une certaine persistance, après la mort ou la coupe de l'arbre.

Effet sur les états de surface du sol

Des expériences effectuées à Guesselbodi (Chase et Boudouresque, 1987) sur des types de sols comparables, ont montré que des dépôts de branchage sur le glacis, sorte de mulch, ont, à terme, amélioré significativement la perméabilité du sol, en favorisant l'accumulation en surface de sables éoliens, permettant la germination d'herbacées qui ont amorcé la colonisation végétale.

Il est donc important de voir dans quelle mesure la végétation présente sur les ouvrages peut jouer un rôle similaire. Des espèces telles que *Sida cordifolia*, *Waltheria indica*,

Cenchrus biflorus, *Leptadenia hastata* et *Calotropis procera* se sont révélées d'actives colonisatrices sur les ados. Mais la reprise d'un couvert végétal sur les 75% de la surface non aménagée des sites semble peu probable.

Conclusions et propositions de recherche

Les productions fourragères et forestières qui ont suivi l'aménagement anti-érosif des glacis dénudés sont généralement très faibles et ne justifient certainement pas les efforts fournis. Cependant, il est possible que le rôle de ces aménagements sur l'évolution à plus long terme de la végétation des plateaux et leur conséquence sur l'érosion du terroir tout entier soit plus intéressante.

Il est difficile, après seulement quatre années d'expérimentation d'apprécier cette évolution. Les aménagements vont-ils amorcer la constitution d'un tapis herbeux et d'un peuplement ligneux capable de retenir les sols, ou vont-ils progressivement s'étioler et être effacés par l'érosion ? Le nouveau couvert végétal va-t-il se rapprocher, par sa structure et sa composition, de la brousse tigrée qui devait initialement couvrir les plateaux ? Dans quelle mesure les aménagements auront-ils contribué à la régénération éventuelle ? Y aurait-il des techniques d'aménagement alternatives ou complémentaires qui aboutiraient à des résultats similaires à moindre coût (cf. Sumberg et Burke, 1991) ? L'écartement régulier entre les cuvettes est-il une bonne chose, ou faut-il mieux copier la structure naturelle de la brousse tigrée, avec des bandes végétalisées assez denses, séparées de bandes totalement nues ? Faut-il essayer de profiter de l'effet des termites sur les croûtes, sur l'infiltration de l'eau, et sur l'établissement d'une végétation spontanée ? Toutes ces questions méritent une analyse et bénéficieraient d'une poursuite des observations entreprises sur les sites aménagés de la région de Dosso.

Références

- Chase R. et Boudouresque E., 1987. Methods to Stimulate Plant Regrowth on Bare Sahelian Forest Soils in the Region of Niamey, Niger. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 18 : 211-221.
- Sumberg J. et Burke M., 1991. People, trees and projects : a review of CARE's activities in West Africa. *Agroforestry Systems* 15 : 65 -78.
- Torrekens P., 1994. *Rapport final d'activités du PDAAT, 1991- 1994*. Projet de Développement Agroforestier et d'Aménagement des Terroirs, Direction Départementale de l'Environnement, Dosso, Niger.

19

Résultats techniques et économiques de l'exploitation «contrôlée» d'un massif forestier sahélien au nord de Niamey (Niger)

J.M. JOLLY

IRAM/ PGTF, Niamey, Niger.

Résumé

Ce travail présente l'expérience d'exploitation contrôlée par quatre villages d'un massif forestier de brousse tigrée et les résultats de la gestion du centre de vente de bois de ces villages. Cette expérience débutée en 1990 a été un précurseur du système des «marchés ruraux de vente de bois» mis en place au Niger en 1992, qui attribue la responsabilité de la gestion des massifs forestiers aux villages limitrophes, accompagnée d'avantages fiscaux (Ordonnance n°92-037 du 21 août 1992).

La création de ce centre inter-villageois de vente de bois situé à Dorobobo (100 km au nord-est de Niamey) a été appuyé par le Projet Forestier (Ministère de l'Environnement FAC/IDA/CCCE). Bien qu'il soit désormais autonome, il continue à bénéficier du suivi du Projet de Gestion des Terroirs de Filingué (PGTF) qui a succédé au Projet Forestier.

Introduction

Le PGTF (Projet de Gestion des Terroirs de Filingué) fait suite au Projet Forestier (1986-1990) qui intervenait dans 22 villages du canton de Tondikandia et au Projet d'Appui à la Gestion des Terroirs (1990-1991).

Le PGTF intervient dans 52 villages de la partie sud de l'Arrondissement de Filingué (département de Tillabéri) et touche une population d'environ 25 000 personnes.

L'aire d'intervention est caractérisée par un climat sahélien (350 à 400 mm de pluie par an). Une large vallée fossile (le Dallol Bosso) et ses vallées adjacentes densément peuplées entaillent de vastes plateaux gréseux souvent surmontés de cuirasses latéritiques sur lesquels dominent les «brousses tigrées».

La population est majoritairement constituée d'agriculteurs d'origine Zarma (principalement dans le canton du Tondikandia), Bella (cantons du Tagazar, de l'Imanan et du Kourfeye), Haoussa (canton du Kourfeye) et Peul sédentarisés, par ordre d'importance. La pratique de l'élevage en complément de l'agriculture est plus ou moins développée suivant les situations locales et individuelles, jusqu'à être d'importance égale dans le cas de familles Peul. Une population d'éleveurs transhumants composée de Bella, de Peul et de Touareg s'installe temporairement ou traverse la région avec ses troupeaux. Le cheptel transhumant est numériquement plus important que le cheptel autochtone.

Le PGTF est un Projet de type «Gestion de Terroir / Développement Local», c'est-à-dire qu'il a pour objectif de donner aux occupants des terroirs les moyens de mieux mettre en valeur leurs ressources, qu'elles soient naturelles, économiques ou humaines, de façon autonome et durable. Un accent particulier est mis sur le transfert des compétences et des responsabilités en direction des ruraux de façon à ce qu'ils soient capables, à terme, de mener avec un appui le plus réduit possible du Projet toutes les actions nécessaires à la conception, à la réalisation, au financement et au fonctionnement d'une opération.

On peut résumer les objectifs du PGTF en trois grands axes :

1. Appui aux systèmes de production ruraux (agricoles, pastoraux, forestiers, artisanaux) pour améliorer durablement la sécurité alimentaire et la satisfaction des besoins monétaires des populations.

Les financements concernent l'acquisition des outils de production (engrais et pesticides, intrants zootechniques, petits matériels de production et matières premières), l'aménagement anti-érosif des champs de culture, la valorisation de la matière organique, l'appui-conseil technique.

2. Appui aux communautés villageoises pour une gestion et une mise en valeur conservatoires des ressources naturelles et du patrimoine productif local.

Les interventions concernent la lutte contre le ravinement (réduction des ruissellements sur plateaux et pentes) et l'érosion des sols, la restauration des sols glacifiés (zaï, demi-lunes), l'aménagement et l'exploitation coopérative des massifs forestiers, l'utilisation de la matière organique et des engrais ainsi que la préservation et le développement des peuplements arborés associés aux cultures pour un maintien durable de la fertilité des sols.

3. Accroissement des capacités des villageois à gérer et à promouvoir eux-mêmes leur développement.

Le centre intervillageois de vente de bois de Dorobobo

Le centre inter-villageois de vente de bois de Dorobobo, à proximité du village du même nom, se situe dans l'Arrondissement de Filingué, Canton de Tondikandia (latitude 14°50' nord ; longitude 2°45' est). Il se trouve à environ 10 kilomètres de la route en latérite Baléyara - Fandou - Bani Bangou, à 47 km de l'axe bitumé Niamey - Filingué et à 140 km de Niamey (Figure 1).

Il regroupe entre 30 et 40 bûcherons de quatre villages (sans compter les deux hameaux de culture de Dorobobo) distants d'environ 8 à 9 kilomètres : Dorobobo, Bankwara, Bourtossi peuplés principalement d'agriculteurs Zarma, et Gunizé, un village Peul, pour une population totale d'environ 1 800 habitants. Il a débuté ses activités en 1990 avec l'appui du Projet Forestier, précurseur du PGTF.

Sa création a été précédée de nombreuses études et inventaires destinés à évaluer les quantités exploitables en bois mort et en bois vif et à établir un parcellaire permettant une rotation de l'exploitation sur dix ans :

- Equipe de Damana, 1989 : «Inventaire forestier de l'unité ouest du Canton de Tondikandia»
- Amadou Seydou, 1990 : «Contribution à l'élaboration d'un plan villageois de développement de Dorobobo».
- Amadou Seydou, 1991 : «Gestion des Ressources sylvo-pastorales de Dorobobo».

Le mode de fonctionnement du centre de vente de bois

En saison sèche (novembre à mai), les bûcherons déposent leur bois sur l'aire de stockage sous le contrôle du responsable villageois désigné. Le volume est mesuré en stère et un ticket est délivré au bûcheron qui va se faire payer auprès du gérant villageois à raison de 750 FCFA par stère (prix à l'achat en 1995). Sur cette somme, le Comité de Gestion du Centre de Vente retient un «permis d'exploitation» de 40 FCFA par stère, destiné à assurer l'entretien et le fonctionnement de l'aire de stockage, de la piste et du massif.

En saison des pluies (à partir de juin), les transporteurs de bois se rendent sur l'aire de stockage et achètent le bois au Centre de Vente au prix de 1 500 FCFA par stère (prix négocié par le Comité de Gestion en 1995). Cette somme inclut la taxe nationale de 280 FCFA par stère, dont la perception est assurée par le Centre de Vente, celui-ci étant agréé par le Ministère de l'Environnement et de l'Hydraulique en tant que «marché rural de bois» ayant une exploitation «contrôlée» de ses ressources forestières (cf. Mahamane et Montagne, 1997). La moitié de cette taxe, soit 140 FCFA par stère est reversée au Service d'Arrondissement de l'Environnement, l'autre moitié est conservée par le Centre de Vente pour l'aménagement du massif forestier.

Cette saisonnalité différencie nettement le Centre de Vente de Bois de Dorobobo des autres marchés ruraux plus proches de Niamey, notamment dans les arrondissements de Say et de Torodi (Faria, Guesselbodi), où la vente pour l'approvisionnement de Niamey est continue durant la saison sèche.

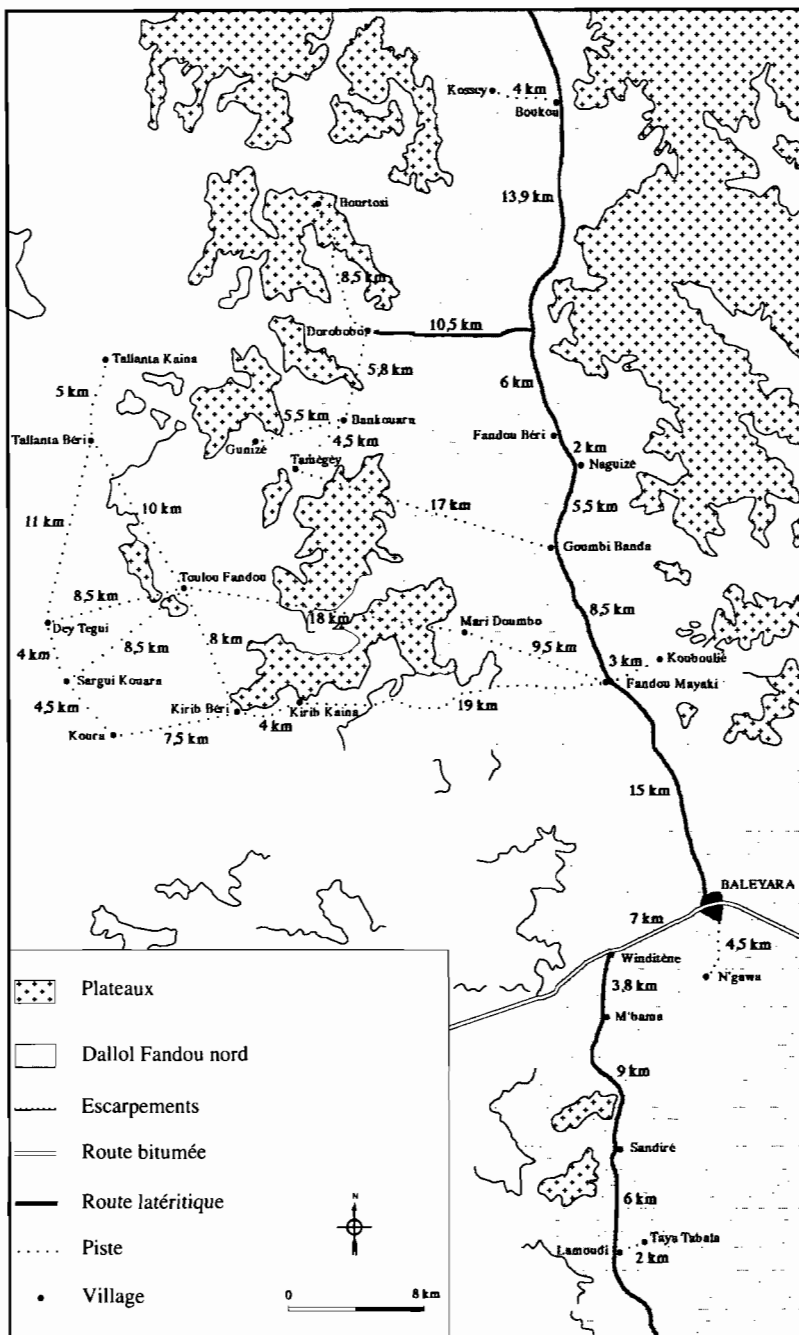


Figure 1. Carte de localisation du Projet PGTF.
Zone pilote de Fandou, réseau routier et distances.

L'organisation du Centre de Vente est de type coopératif. Un comité de gestion composé d'un Président, d'un trésorier, d'un secrétaire, d'un gérant et de commissaires aux comptes est élu en Assemblée Générale. En moyenne, l'Assemblée Générale est réunie trois fois par an, le Comité de Gestion n'hésitant pas à la consulter lorsque des décisions importantes sont à prendre.

Les investissements réalisés

Pour mettre en fonction le Centre Intervillageois de vente de bois et mettre en exploitation le massif forestier, les investissements suivants ont été réalisés par le Projet Forestier puis par le PAGT en 1989, 1990 et 1991 :

- 300 000 FCFA de subvention ont servi à l'achat de 300 cornières métalliques pour permettre l'empilement du bois en stères. L'aire de stockage d'environ 6 hectares a été préparée par les villageois, sans rémunération ;
- 900 000 FCFA ont été accordés à crédit au Centre de Vente en 1990 pour permettre le paiement des bûcherons à la livraison du bois sur l'aire de stockage. La dernière annuité de ce prêt a été remboursée intégralement et sans retard en 1993 ;
- 2 millions FCFA de crédits individuels ont été utilisés pour l'achat de 25 charrettes pour le transport du bois jusqu'à l'aire de stockage. Ces crédits ont tous été remboursés ;
- environ 150 000 FCFA ont permis de financer le «voyage d'étude» des représentants villageois à la coopérative forestière de Guesselbodi ;
- environ 350 000 FCFA ont été consacrés à trois formations : gestion économique du Centre de Vente (8 personnes pendant 10 jours), plan de gestion du massif forestier et techniques de coupe du bois vert ;
- 35 millions FCFA environ ont été investis en plusieurs tranches pour viabiliser les 10 kilomètres de pistes reliant le Centre de Vente à l'axe Baléyara - Bani Bangou (radiers, buses et couche de roulement en latérite). L'ouverture de cette voie, qui permet le passage des camions des transporteurs de bois en saison des pluies, était la principale condition à la création du Centre de Vente de bois, compte tenu de la difficulté d'accès à ces villages de plateau.

Cette disproportion entre les coûts directs de mise en place du marché rural de vente de bois (3,7 millions FCFA) et le montant dépensé pour créer la piste d'accès met en relief la principale contrainte à la mise en valeur des massifs forestiers de l'Arrondissement de Filingué. Ces massifs sont d'accès difficile même en saison sèche. L'éloignement de Niamey (plus de 140 kilomètres par la route) accentue encore cet isolement. De fait, les commerçants de bois viennent peu en saison sèche compte tenu de la distance et pas du tout en saison des pluies¹ à cause de l'impraticabilité des pistes détrempées, alors que c'est en cette saison que les transporteurs sont prêts à faire de longues distances, le bois se raréfiant. Les quelques dizaines de milliers d'hectares de brousse tigrée du sud de l'Arrondissement de Filingué sont de ce fait peu ou pas valorisés.

1. A l'exception du Centre de Vente de bois de Dorobobo, pourvu d'une piste d'accès.

Deux projets de création de marchés ruraux de vente de bois ont été différés à cause de l'importance des investissements nécessaires au désenclavement. Une simple viabilisation des passages difficiles (radiers, buses...) et une couche de latérite de 10 à 20 cm d'épaisseur et de 5 mètres de large comme bande de roulement (sans couche de fondation) revient au minimum à 4,5 millions FCFA par kilomètre.

A titre d'exemple, les 70 kilomètres d'amélioration nécessaires au désenclavement de 7 villages (axe nord-est de Fandou Mayaki à Talifanta Béri) et un plateau d'une superficie forestière d'environ 8 000 hectares coûteront plus de 300 millions FCFA (réalisation prévue en 1996) pour un revenu forestier qui ne devrait pas dépasser 10 millions FCFA par an ¹.

Le massif forestier et son exploitation

L'établissement du parcellaire et du plan d'exploitation

L'ensemble des massifs forestiers qui occupent les plateaux surplombant les villages a été découpé en 10 parcelles (Figure 2 et Tableau I). Ces massifs forestiers étaient constitués en 1990 de 1 256 hectares de brousse tigrée peu ou pas dégradée, de 1 131 ha de brousse tigrée dégradée ² et de 730 ha de sol nu (glacis indurés ou cuirasse latéritique affleurante).

Tableau I. Superficie (en hectares) des parcelles.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Total
BT	300	-	-	126	-	145	105	210	275	95	1 256
BTD	70	160	170	126	110	95	50	60	70	220	1 131
SN	50	120	120	10	130	-	160	-	90	50	730
Total	420	280	290	262	240	240	315	270	435	365	3 117

BT : brousse tigrée
 BTD : brousse tigrée dégradée
 SN : sol nu

La taille des parcelles varie de 240 à 435 hectares avec des proportions variables des différents faciès. Aucune de ces parcelles n'est matérialisée sur le terrain, mais la forme des plateaux et le relief permettent de les localiser approximativement.

1. Bien que la vente de bois soit l'activité principale prévue, d'autres revenus sont néanmoins attendus avec l'ouverture de cette piste.

2. L'état «dégradé» de la brousse tigrée a été défini empiriquement d'après l'observation des indicateurs suivants : appauvrissement botanique par disparition d'espèces sensibles à la sécheresse (*Grewia bicolor* et *G. flavescens*, *Acacia ataxacantha*, *Combretum nigricans*, *Cassia sieberiana*, puis *Combretum micranthum*, *Croton zambesicus*, *Guiera senegalensis*), rétrécissement des bandes boisées, toujours inférieures à 30 mètres, taux de recouvrement inférieur à 20 % (contre 39 %) et fréquentes discontinuités dans les bandes boisées.

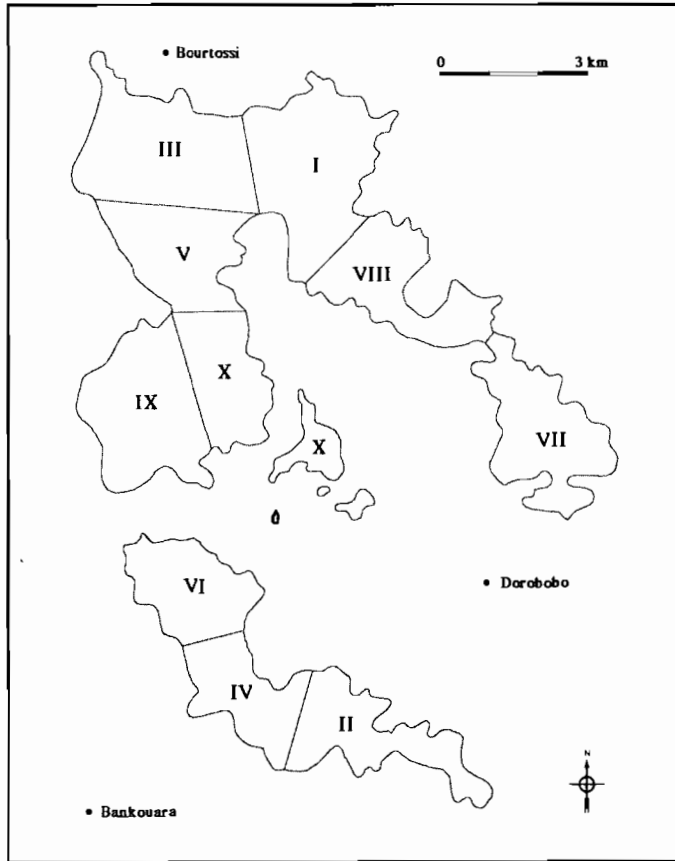


Figure 2. Plan de gestion des ressources forestières du plateau de Dorobobo. Proposition de parcellaire 1991.

L'inventaire forestier réalisé en 1989 avait fait apparaître les disponibilités suivantes (Tableau II) en bois de diamètres supérieurs à 6 cm (placettes de 0,1 ha, taux de sondage 0,25 % pour la brousse tigrée et 0,43 % pour la brousse tigrée dégradée).

Tableau II. Quantités par hectare de bois mort et vert d'un diamètre supérieur à 6 cm sur les plateaux de Dorobobo (1989).

Faciès	Bois mort (stères/ha)	Bois vert (stères/ha)	Total (stères/ha)
Brousse tigrée	6,43	3,95	10,38
Brousse tigrée dégradée	2,57	3,40	5,97

La productivité en bois vert exploitable (c'est-à-dire d'un diamètre supérieur ou égal à 6 cm) a été estimée d'après des travaux antérieurs à 0,3 stère/ha/an, tous types de brousses tigrées confondus. Sur cette base, avec une rotation de 10 ans, un prélèvement annuel par hectare de 3,5 stères pour une brousse tigrée peu dégradée et de 3 stères pour une brousse tigrée dégradée a été retenu comme norme d'exploitation pour le bois vert. Le prélèvement de bois mort fut fixé, sans que soit spécifiées les sources d'information, à 3 stères par hectare.

Le système de rotation d'origine, basé sur l'exploitation annuelle du bois mort dans deux parcelles et l'exploitation du bois vif dans une autre parcelle, s'est avéré inapproprié. Les quantités de bois exploitables annuellement étaient trop différentes d'une année sur l'autre, du fait de l'hétérogénéité de la dimension et de la composition des parcelles.

Par ailleurs, les discussions avec les bûcherons ont fait apparaître que laisser le bois mort inexploité pendant plusieurs années en attendant le tour d'exploitation de chaque parcelle, entraînait des pertes importantes dues aux termites. En ce qui concerne le bois mort, il a par conséquent été décidé qu'il pourrait être ramassé dans toutes les parcelles, mais avec un volume total limité à 600 stères par an de façon à conserver une réserve en bois mort suffisante pour maintenir un niveau constant d'exploitation chaque année (les réserves totales en bois mort du massif forestier étant estimées à 7 400 stères environ).

Le plan de coupe du bois vert fut une nouvelle fois modifié en 1994 pour essayer de résoudre un conflit entre deux villages utilisateurs. D'après ce plan (Tableau III), deux parcelles sont mises en exploitation chaque année pour la moitié de leur quota initial, mais pendant deux années consécutives, ce qui permet de répartir l'accès aux ressources entre les villages en conflit.

Tableau III. Plan de coupe réactualisé du massif forestier de Dorobobo (période 1994 à 2001). (les quantités sont données en stères).

Parcelle	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Total bois vert	Total bois mort	Total prélevé par an
1994	-	480	-	-	-	-	517	-	-	-	997	591	1 588
1995	-	-	-	409	-	-	-	400	-	-	809	591	1 400
1996	-	-	-	410	-	-	-	515	-	-	925	591	1 560
1997	630	-	-	-	-	400	-	-	-	-	1 030	591	1 621
1998	630	-	-	-	-	392	-	-	-	-	1 022	591	1 613
1999	-	-	-	-	330	-	-	-	660	-	990	592	1 582
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	512	-	1 012	592	1 604
2001	-	-	510	-	-	-	-	-	512	-	1 002	592	1 594

Les résultats techniques de l'exploitation

Le Tableau IV présente les prélèvements effectués par les bûcherons lors de six années d'activité du centre de vente de bois.

Tableau IV. Quota d'exploitation annuel et quantités de bois mort et de bois vert prélevées sur le massif forestier de Dorobobo de 1990 à 1995.

Années	Bois vert		Bois mort		Total prélevé	
	prévu	réalisé	prévu	réalisé	prévu	réalisé
1990	0	0	0	973	0	973
1991	0	0	0	1 340	0	1 340
1992	1 260	75	1 086	1 600	2 346	1 675
1993	576	?	1 185	?	1 761	2 102
1994	997	451	591	1 874	1 588	2 325
1995	809	213	591	1 780	1 400	1 993

Le faible prélèvement de bois vert s'explique par plusieurs raisons :

- les consommateurs, et par conséquent les commerçants, apprécient peu le bois vert dont la combustion ne répond pas bien au besoin de cuisson des aliments ;
- il est nécessaire de pratiquer une coupe précoce en saison sèche pour que le bois vert soit suffisamment sec pour être commercialisable au moment de la vente. Ce délai de séchage limite la période pendant laquelle la coupe du bois vert peut être faite, et par conséquent la quantité de bois prélevé ;
- le travail de mesure du diamètre et de coupe est plus important que dans le cas du bois mort.

Compte tenu de ces faibles prélèvements, les coupes de bois vert n'ont lieu que sur une seule parcelle.

En cinq ans d'exploitation (la répartition bois mort/bois vert n'étant pas connue pour 1993), les quantités de bois mort prélevé, soit 7 567 stères, ont dépassé les réserves estimées en bois mort de l'ensemble du massif (réserves estimées à 7 374 stères). D'après les bûcherons, il reste encore assez de bois mort pour poursuivre l'exploitation.

Ces résultats et l'opinion des bûcherons nous interrogent sur la validité des normes utilisées pour fixer les quotas de prélèvement du bois mort, dont nous avons par ailleurs signalé qu'elles paraissaient avoir été définies de manière empirique. Quelle est en fin de compte la productivité en bois mort d'une brousse tigrée et dans quelles conditions écologiques ?

Par ailleurs, ces exportations massives de bois mort n'auront-elles pas, à terme, des conséquences néfastes sur l'équilibre écologique des brousses tigrées ?

Les revenus individuels des bûcherons

Comme le présente le Tableau V, les revenus des bûcherons en 1995 peuvent être considérés comme substantiels, quand on sait que les revenus monétaires moyens annuels sont estimés à 85 000 FCFA et ne dépassaient pas 50 000 FCFA (hors bois, hors immigration) en 1990. On note cependant des différences sensibles entre les revenus les plus bas et les revenus les plus élevés, et des revenus supérieurs pour les bûcherons possédant une charrette.

Le transport à dos d'âne est pratiqué, mais se montre bien moins efficace que le transport en charrette, surtout compte tenu des distances à parcourir (jusqu'à 10-12 km). Sur les 21 bûcherons restant en 1995, 18 possèdent une charrette, les trois autres ont recours à la location de charrettes aussi souvent que possible pour effectuer le transport de leur bois. La mise à disposition de charrettes sous forme de crédit apparaît comme une mesure d'accompagnement intéressante lorsque ce moyen de transport n'est pas disponible localement.

Tableau V. Revenus bruts des bûcherons du Centre de Vente.

Années d'exploitation	1990	1991	1994	1995
Revenus bruts	560 FCFA/stère	610 FCFA/stère	660 FCFA/stère	710 FCFA/stère
Nbre de bûcherons	33	28	40	21
Nbre moyen de stères exploitées par bûcheron	30	48	58	95
Revenu moyen par bûcheron	16 500	29 200	38 280	67 450
Revenu moyen par bûcheron avec une charrette	18 200	35 075	indisponible	indisponible
Revenu moyen par bûcheron sans charrette	14 500	21 350	indisponible	indisponible
Revenu individuel le plus élevé	28 000	indisponible	indisponible	100 000 (estimation)
Revenu individuel le moins élevé	7 560	indisponible	indisponible	28 400

Les revenus les plus bas se retrouvent à Bankwara qui est éloigné de l'aire de stockage et des principales parcelles forestières ainsi qu'à Gunizé où la population Peul est peu intéressée par cette activité (aucune vente n'a du reste été effectuée par les villageois de Gunizé en 1995). Les trois bûcherons de Boultoosi qui sont pourtant dans les mêmes conditions que ceux de Bankwara ont vendu en 1995 environ 100 stères de bois chacun. Il est probable qu'en plus de la situation défavorable de certains villages, des traditions (commercialisation plus ancienne du bois à Dorobobo) et des stratégies économiques différentes expliquent ces écarts. Le conflit latent entre Dorobobo et Bankwara autour de la gestion des revenus du Centre de Vente peut également être invoqué.

Les résultats économiques du Centre de Vente de bois

La forte marge entre le prix d'achat du bois payé aux bûcherons et le prix de vente aux transporteurs de bois (respectivement 750 FCFA et 1 500 FCFA), permet chaque année au Centre de Vente de dégager des résultats fortement positifs (Tableau VI).

Tableau VI. Marges bénéficiaires brutes sur la revente du bois du Centre de Vente de bois de Dorobobo (1990 à 1995).

La taxe de commercialisation est payée en supplément du prix de vente par les transporteurs.

Montant par stère	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Prix de vente	1 200	1 200	980	980	980	1 220
Prix à l'achat*	560	610	610	610	660	710
Marge brute	640	640	370	370	320	510

* prix versé au bûcheron, déduction faite du permis de coupe de 40 FCFA/stère.

Les autres revenus restent marginaux. Pour 1995, ils sont issus de :

- la vente des cartes d'adhérent pour une très faible part (0,5 % du chiffre d'affaires)
- le permis de coupe (taxe instituée par la coopérative notamment pour l'entretien et le fonctionnement de l'aire de stockage) de 40 FCFA par stère livrée (2,5% du chiffre d'affaires).
- la moitié de la taxe nationale sur la commercialisation du bois reversée au Centre de Vente (soit 140 FCFA par stère) qui entre pour 8% du chiffre d'affaires.

Ces marges importantes permettent de dégager des bénéfices confortables et de redistribuer des sommes substantielles à la population, sous forme de rétribution pour l'aménagement du massif et des plateaux (Tableau VII).

Tableau VII. Indicateurs économiques de l'activité du Centre de Vente de bois de Dorobobo.

Indicateurs économiques	1990	1991	1993	1994	1995
Chiffre d'affaires	1 215 520	1 663 000	2 900 760	3 229 000	3 331 960
Vente du bois (HT)	1 167 600	1 608 000	2 522 400	2 790 000	2 935 000
Revenus de la taxe nationale	pas créée	pas créée	294 280	325 500	275 960
Dépenses et provisions pour l'aménagement du massif	0	0			300 000 (provision)
Dépenses pour l'entretien de la piste	37 000	18 000	252 000	252 000 (provision)	200 000
Bénéfice d'exploitation	585 820	768 900	1 190 760	1 073 050	920 900

Elles permettent également un entretien manuel régulier de la piste d'accès et des provisions sont même constituées pour un entretien plus lourd dans les années à venir. Cette importance vitale de la piste et les coûts nécessaires pour la maintenir en état ont jusqu'à présent incité le Comité de Gestion à ne pas utiliser les bénéfices du Centre au profit d'autres actions de développement du village.

Pour la première fois en 1994, un prêt de 560 000 FCFA a été accordé par le Centre aux habitants des différents villages pour leur permettre de mener des activités productives de saison sèche (embouche, petit commerce, *etc.*). Ces prêts devaient être remboursés sans intérêt en 1995. Ce prêt a été bien remboursé par les villageois de Dorobobo. En revanche, très peu de remboursements ont été effectués par les villageois de Bankwara suite à l'arrêt de leur collaboration avec le Centre de Vente.

Quelques interrogations pour l'avenir

La principale incertitude quant à la survie du Centre de Vente de bois reste le maintien en état de la piste d'accès. Malgré les bénéfices et les provisions accumulés, les coûts d'un entretien lourd risquent de dépasser les capacités financières du Centre. Heureusement, la bonne tenue actuelle de la piste devrait permettre au Centre d'épargner pendant quelques années supplémentaires avant de devoir effectuer ces travaux.

En septembre 1995, il restait encore une cinquantaine de stères invendus sur l'aire de stockage. Face à cette mévente, l'Assemblée Générale des bûcherons décidait de baisser le prix de vente à 1 000 FCFA la stère en fin de saison (octobre). Vingt-huit stères ont été vendues à ce prix mais en novembre 1995 il reste encore 27 stères invendus. Deux explications sont avancées pour expliquer ces invendus : (1) les transporteurs de bois ont été moins nombreux cette année à venir acheter au Centre de Vente de Dorobobo ; (2) du bois de diamètre inférieur à 6 cm a été proposé à la vente et n'a pas été accepté par les transporteurs. Cette dernière explication accèderait un début d'épuisement des réserves en bois mort du massif, suite aux exportations massives déjà effectuées. La baisse de fréquentation des transporteurs est plus inquiétante pour ce marché excentré.

L'analyse des données disponibles dans la comptabilité du Centre devrait apporter quelques éléments de compréhension supplémentaires.

La viabilité sociale et organisationnelle du Centre

Un fonctionnement acceptable et des liens familiaux

Au niveau du village de Dorobobo, la satisfaction est générale vis-à-vis du Centre de Vente de bois. Les Assemblées Générales assez fréquentes assurent une bonne concertation avec les membres ; la comptabilité, bien qu'incomplète, est tenue à jour et l'organisation des achats et des ventes est au point, grâce à un gérant et à de nombreux membres du Comité de Gestion jeunes et pour certains scolarisés. Enfin, le Comité fait également preuve d'un

réel dynamisme dans ses relations avec ses partenaires, puisqu'il a rencontré de sa propre initiative en 1995 l'Association Syndicale des Exploitants de Bois pour négocier avec succès une augmentation du prix de vente du bois.

L'absence d'une institution financière proche et la faillite de la Caisse Nationale d'Épargne dans laquelle le Centre de Vente a perdu quelques centaines de milliers de francs CFA, ont conduit le Comité de Gestion à conserver l'argent du Centre au village. Malgré la tentation que représente cet argent et bien que la gestion ne soit pas toujours des plus transparentes, les liquidités n'ont pour l'instant pas fait l'objet de détournements significatifs. Les rémunérations perçues par le gérant et le Comité de Gestion sont probablement assez généreuses (216 000 FCFA en 1995 sans compter des frais de déplacement et d'entretien) pour limiter les abus.

Outre le bon fonctionnement, l'appartenance de tous les habitants du village (et par conséquent des gestionnaires du Centre, tous originaires de Dorobobo) au même lignage familial, dont l'aîné est le chef du village, doit également être évoquée pour expliquer cette forte cohésion autour de la gestion du Centre de Bois et la tolérance des bûcherons vis-à-vis de quelques «légèretés» mineures dans la gestion.

Crise ouverte avec les autres villages et conflits fonciers en perspective

Le Centre de Vente de bois est géré de façon exclusive par des habitants de Dorobobo, et les Assemblées Générales sont largement dominées par les habitants de ce village. Les autres villages qui participent à l'exploitation du massif forestier et théoriquement à la gestion du Centre de Vente de bois se sentent exclus de la gestion du Centre et depuis deux ans revendiquent un meilleur accès aux responsabilités et aux revenus. Ils font valoir qu'une partie non négligeable du bois vendu, et par conséquent des bénéfices, est apportée par leurs ressortissants alors que l'essentiel des redistributions sous forme de rémunération de travaux profite aux habitants de Dorobobo.

Les propositions du PGTF pour un meilleur partage de la gestion (création de Groupements Autonomes et d'un Groupement Inter-Villageois) se sont heurtées à l'opposition du village de Dorobobo.

Devant cette intransigeance, la plupart des bûcherons des villages voisins, et notamment ceux de Bankwara, n'ont pas commercialisé de bois au Centre cette année (1995), faisant chuter le nombre de bûcherons de 40 en 1994 à 28 en 1995. Si cette défection a eu pour effet d'améliorer les revenus individuels des bûcherons de Dorobobo, qui ont eu moins de concurrence dans le ramassage du bois, elle concrétise malheureusement une situation de blocage qui pourrait aboutir à un conflit plus grave. Les villages contestataires réclament la création de Centres de Vente de bois autonomes (ce qui paraît difficile compte tenu des coûts de désenclavement déjà évoqués) et surtout le partage du massif forestier entre les villages limitrophes. Cette revendication pourrait exacerber les tensions, d'autant que le droit coutumier local ne reconnaît pas d'appropriation sur les ressources forestières naturelles et que les limites des terroirs ne sont pas fixées dans les massifs forestiers (*cf.* Alloke, PGTF 1994). Les négociations se poursuivent à l'heure actuelle.

Les aménagements et les entretiens du massif forestier

Depuis 1991, le Centre de Vente de bois a financé sur ses ressources propres 3 450 mètres linéaires de cordons pierreux plantés d'arbres, 5 hectares de semis directs de ligneux sur les zones nues, 3 299 demi-lunes dont 938 plantées d'arbres.

Les aménagements en amont des bandes boisées ont été suspendus depuis 1992, compte tenu de leur impact négatif sur l'approvisionnement en eau de la bande boisée.

Actuellement, seuls les paillis de branchages, parfois accompagnés de pailles d'herbacées, sont pratiqués dans le massif forestier sur les bandes pionnières. Bien qu'aucune mesure n'ait été effectuée, l'impact de cette pratique est très visible sur l'activité des termites en saison sèche et sur la couverture herbacée en saison des pluies, toutes deux bien supérieures aux bandes non traitées. L'impact sur la production ligneuse est cependant inconnu et soulève plusieurs questions :

- ces paillis ont-ils pour effet d'élargir la bande ligneuse et d'accélérer la recolonisation par la végétation comme c'est son objectif initial ?
- l'augmentation du captage de l'eau en amont de la bande n'a-t-elle pas pour effet d'augmenter la mortalité des ligneux en aval de la bande ?
- dans ce cas, l'accroissement de l'activité biologique de la bande pionnière permet-elle une colonisation plus rapide des ligneux qui compenserait la mortalité de la partie aval ? Si tel est le cas, cette accélération du cycle colonisation/sénescence permettrait d'accroître la production de bois mort commercial (dont la quantité actuelle pourrait se révéler insuffisante compte tenu du niveau actuel d'exploitation).

Références

Équipe de Damana, 1989. *Inventaire forestier de l'unité ouest du Canton du Tondikandia*. P.A.G.T., Niamey, Niger.

Mahamane L. E. et Montagne P., 1997. Les grands axes stratégiques du projet Énergie II pour une gestion rationnelle des écosystèmes contractés péri-urbains au Niger. In : d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 155-167.

Montagne P., 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger : outils de développement rural local. In : d'Herbès J.M., Peltier R., Ambouta J.M.K., eds. *Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens*. John Libbey Eurotext, Paris : 185-202.

P.A.G.T., 1990. *Rapport d'Activité 1990*, Niamey, Niger.

P.G.T.F., 1991. *Rapport d'Activité 1991*, Niamey, Niger.

P.G.T.F., 1994. *Rapport d'Activité 1993/94 - Programme 1994/95*, Niamey, Niger.

Seydou A., 1990. *Contribution à l'élaboration d'un plan villageois de développement de Dorobobo*. P.A.G.T., Niamey, Niger.

Seydou A., 1991. *Gestion des Ressources sylvo-pastorales de Dorobobo*. Mémoire d'Ingénieur d'Agronomie Tropicale. P.A.G.T.-C.N.E.A.R.C.-E.N.G.R.E.F.-E.S.A.T., Montpellier, France.

Travaux des Commissions

Conclusions de l'Atelier

A la suite de l'exposé oral des communications en séances plénières, deux tournées de terrain ont permis à l'ensemble des participants de visiter les sites d'expérience de l'ORSTOM à Banizoumbou (70 km à l'est de Niamey), ainsi que quelques marchés ruraux dans les zones de Torodi et de Say (rive droite du fleuve Niger).

Chaque communication orale a été suivie d'un débat en salle, rapporté par les responsables de chacun des ateliers.

L'analyse des comptes rendus par les rapporteurs et les organisateurs a conduit à élaborer un questionnaire devant guider les travaux des huit commissions rassemblant une quinzaine de participants.

Le résultat des travaux de chacune des commissions a été rapporté en séance plénière.

Enfin, à partir de ces résultats, les rapporteurs et les organisateurs ont rédigé une synthèse des travaux, présentée durant la séance de clôture de l'Atelier.

Seuls le questionnaire remis aux commissions et la synthèse des travaux ont été proposés pour la publication.

Questionnaire remis aux commissions de travail

L'Atelier a pour objectif de faire le point des connaissances actuelles relatives aux modes de fonctionnement et d'utilisation des écosystèmes forestiers contractés sahéliens afin que : (1) des axes de recherche prioritaires et finalisés soient définis ; (2) des recommandations puissent être faites quant à leur mode de gestion.

A partir des exposés et des débats entendus durant les trois ateliers, un certain nombre de questions ont été retenues, auxquelles il est demandé aux commissions de réfléchir et de proposer des éléments de réponse.

Ces propositions seront rapportées en séance plénière le jeudi 23 novembre après-midi.

Ce questionnaire a pour unique objectif d'aider l'animateur à guider les débats et homogénéiser les restitutions, afin de faciliter le travail du bureau de l'atelier qui aura la mission de synthétiser l'ensemble des réflexions. Cette synthèse sera proposée pour amendement en séance plénière le vendredi 24 novembre au matin, avant d'être exposée aux organismes de tutelle.

Thématique

1. Quelles politiques forestières pour garantir, d'une part, un approvisionnement durable des populations urbaines, d'autre part, une gestion rationnelle des formations végétales ?

Outils ?

- de planification (TDT, SIG, schémas d'aménagement, ..?)
- de réglementation (fiscale, juridique, ..?)
- d'exécution (modes de développement et contrôle)

Compatibilité entre production sylvicole intensive et durable et gestion de la biodiversité ?

Quelle politique vis-à-vis de l'accessibilité aux ressources éloignées des «goudrons» ?

2. Aménagements forestiers

2.1- Comment définir le rapport «coût relatif de restauration (réhabilitation / réaffectation)» / bénéfice en termes économique et écologique (cf.1) ?

*Besoins en recherche : définition de l'état de dégradation de la végétation par rapport à l'optimum référencé de la zone «édapho-climatique» ?
Relations entre les types de structures et le fonctionnement pour déterminer l'opportunité, puis les modes d'interventions ?*

Étude des possibilités techniques et économiques de réversibilité zones dégradées - brousse tigrée ?

Suivi des impacts écologiques à long terme des interventions ?

- 2.2- Choix des sites de plantation, des espèces (amélioration qualitative pour un multi-usage de l'écosystème) et méthodes ?

Comment valoriser au maximum l'effet impluvium ? Objectifs des aménagements : lutte contre l'érosion ou plantation forestière ?

- 2.3- Réalisation des aménagements ? Part relative des administrations nationales / internationales et des acteurs locaux villageois ? Définition des processus de développement en référence à leur auto-entretien / reproductibilité ? Pérennité des projets d'aménagements ?

- 2.4- Politique de formation des acteurs (villageois, agents de l'administration, commerçants) ?

3. Gestion sylvicole

- 3.1- Gestion des stocks de bois mort / Production du bois mort ?

Besoins en recherche pour étudier l'impact de l'accélération de la dynamique des bandes sur la production de bois mort et la régénération spontanée simultanée (ex : paillage à l'amont des bandes de végétation)?

- 3.2- Capacité de production / reproduction des écosystèmes pour préciser les quotas ?

Besoin en recherche : détermination des relations entre structures - fonctionnement - biomasses et production des formations contractées ?

Suivi des coupes par méthodes simples et comparatives ?

Détermination d'indicateurs d'évolution (progressive ou régressive) des écosystèmes ?

Inventaires associant diverses méthodes permettant une reconnaissance rapide des structures ?

- 3.3- Nécessité des mises en défens face au pastoralisme, «sauvage» mais traditionnel, des transhumants ?

Besoin en recherche : définition des impacts de différentes charges animales sur la régénération forestière ?

- 3.4- Les populations locales peuvent-elles gérer elles-mêmes les ressources de leurs terroirs ?

4. Insertion des aménagements dans des programmes de gestion intégrée des ressources naturelles et de l'espace ?

Comment prendre en compte les acquis scientifiques et techniques actuels dans une approche intégrée de la gestion des milieux naturels, dans ses dimensions juridique (et foncière), sociale, économique et financière ?

Suivant l'état de dégradation des plateaux supportant les brousses contractées, quel développement privilégier : agricole, pastoral, forestier ou «multi-usage» ? En fonction des besoins exprimés par les populations ? Des potentialités et contraintes ? A quel coût ? Pour quel «retour d'investissement» ?

Besoin en recherche : analyser (en particulier) la pression actuelle des populations locales sur les plateaux ?

5. Résultats attendus de l'Atelier ?

Vers une politique régionale et coordonnée d'information et de formation qui diffuse les bases et les prolongements de cet atelier ?

Vers un «manuel de gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens» ? Constitution d'un groupe de travail ? d'un réseau ?

Vers une politique de suivi scientifique des actions de développement ?

6. Comment assurer la cohérence entre les actions en cours en matière de recherche et de développement sur les écosystèmes forestiers contractés sahéliens et les initiatives environnementales nationales, régionales et internationales ?

Synthèse des travaux en commissions

L'Atelier sur le «fonctionnement et la gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens» s'inscrit dans le cadre des recherches et des actions écorégionales pour un développement durable, face à l'accroissement prévisible des contraintes climatiques et démographiques pour les années futures.

Cent vingt-cinq participants venant de douze pays ont contribué à cet Atelier du lundi 20 au jeudi 23 novembre 1995. Ils ont entendu puis débattu trois exposés concernant les fonctions et les usages des formations forestières sahéliennes, puis neuf exposés sur le fonctionnement de ces écosystèmes, enfin sept communications rapportant les expériences des projets d'aménagement et de gestion des ressources forestières.

Deux visites de terrain ont ponctué ces travaux. Enfin, une journée de travail en commission, à partir d'un questionnaire formulé sur la base des journées précédentes, leur a permis de proposer un certain nombre de recommandations qui constituent cette synthèse de l'Atelier.

1. L'Atelier recommande que les **politiques forestières** :

- prennent en compte non seulement les besoins en bois-énergie des centres urbains, mais encore les besoins divers du monde rural ;
- soient en cohérence avec les politiques de développement rural et de protection des ressources naturelles ;
- encouragent une gestion décentralisée, participative et rationnelle, en cohérence avec la politique nationale ;
- soient fondées sur une bonne évaluation des surfaces forestières et de leur potentiel au niveau national ;
- aient accès à des outils de planification, d'évaluation et de suivi (télé-détection et systèmes d'information géographique) au niveau national qui leur fournissent des aides à la décision au niveau local.

L'Atelier recommande qu'une meilleure accessibilité aux ressources forestières, par une amélioration du réseau de pistes rurales, soit assortie d'un contrôle de la gestion des ressources.

2. L'Atelier insiste sur la nécessité de renforcer les opérations en matière **d'aménagements sylvo-pastoraux** des espaces villageois et en particulier des formations naturelles, en complément aux opérations d'intensification dans le terroir agricole et les zones de jachère.

- Les opérations d'aménagement devront être orientées préférentiellement vers la gestion durable, la restauration et la régénération des écosystèmes. Les actions de plantation et de lutte anti-érosive pourraient être envisagées dans le cas de dégradation avancée de l'écosystème.
- Les actions de recherche et de développement devront viser à fournir aux communautés villageoises des méthodes simples et peu coûteuses d'intervention sylvicole, afin qu'elles puissent être aisément appropriées par les populations rurales.
- La réussite des aménagements forestiers suppose la mise en œuvre d'une large concertation entre les groupes socio-professionnels concernés (populations sédentaires et transhumantes, autorités traditionnelles, agents de l'administration, commerçants, *etc.*). Il faut en particulier veiller à l'intégration des groupes sociaux dans toute leur diversité (femmes, jeunes, *etc.*).
- L'intégration des services techniques de l'administration au sein des projets sera un gage de la viabilité des actions entreprises.

3. L'Atelier rappelle qu'une bonne **gestion sylvicole** repose sur des bases scientifiques fiables.

- Un réseau sous-régional de placettes permanentes de suivi devra être mis en place au sein des différents écosystèmes forestiers, afin d'en étudier la dynamique et la productivité en régime naturel et après intervention humaine.
La mise en œuvre de ce réseau devra être en cohérence avec les initiatives existantes ou futures en matière de suivi environnemental.
- La connaissance acquise permettra d'affiner progressivement la définition des quotas d'exploitation de bois, suivant les formations.
- Le rôle et la gestion du bois mort dans le fonctionnement des systèmes écologiques contractés devront faire l'objet de recherches approfondies, afin de déterminer des quotas de prélèvement qui ne grèvent pas la durabilité de la production.
- L'impact du pâturage sur la dynamique des formations forestières doit être étudié en fonction des espèces animales, de la charge, des périodes de séjour, *etc.*
La mise en défens contre le bétail ne sera envisagée que si la nécessité est mise en évidence.
- Les méthodes de gestion doivent s'appuyer sur le savoir-faire traditionnel des populations, et peuvent être affinées par des recherches complémentaires, la mise en œuvre de méthodes scientifiques de suivi reposant sur l'élaboration d'indicateurs simples et facilement spatialisables de l'évolution du milieu.

- Un volet de recherche d'accompagnement doit être intégré dès la conception des projets de développement.

4. L'Atelier recommande que **les aménagements sylvo-pastoraux s'insèrent dans une gestion intégrée** et multi-usage (faune, pharmacopée, produits de cueillette, *etc.*) des ressources naturelles et de l'espace rural.

- La réussite et la durabilité des aménagements et des plans de gestion nécessitent la prise en compte de leurs incidences sociales et économiques.
- Les structures nationales de recherche doivent s'impliquer dans l'élaboration des bases scientifiques de gestion des écosystèmes forestiers, afin d'être en cohérence avec les besoins du développement.
- L'Atelier recommande que les populations locales acquièrent la capacité de gérer elles-mêmes les ressources de leur terroir. Cela nécessite l'existence de conditions favorables au niveau juridique, fiscal et économique, des actions de formation et des structures d'arbitrage externe.
- L'évolution des agents forestiers vers une activité d'appui aux populations rurales et de contrôle est un facteur important qui doit être encouragé.
- Des structures de concertation entre la recherche et le développement doivent être créées et encouragées.

5. L'Atelier propose que soit réalisé un **bilan des connaissances** acquises et des expériences de développement portant sur les écosystèmes forestiers contractés sahéliens, largement diffusé auprès de la communauté scientifique et technique concernée.

- Le souhait d'une politique régionale coordonnée d'information et de formation sur le thème de l'Atelier a été unanimement reconnue par les participants.
L'Atelier recommande qu'un accent particulier soit mis sur une formation adéquate multi-disciplinaire, par l'insertion de modules spécifiques dans les programmes de formation existants.
Les voies de mise en œuvre de cette politique, notamment la mobilisation des financements sont à rechercher au travers des structures existantes (CORAF, INSAH-CILSS, ...).
- Une politique de suivi scientifique des actions de développement doit être encouragée.

6. La cohérence entre les actions en cours, en matière de recherche et de développement sur les écosystèmes forestiers contractés sahéliens et les initiatives environnementales nationales, régionales et internationales devra être recherchée.

Liste des participants

N.B. Les adresses figurant ici sont celles fournies par les participants lors de leur enregistrement à l'Atelier, en novembre 1995. Pour tout renseignement concernant cette édition, s'adresser à l'un des éditeurs, dont l'adresse actualisée figure en tête d'ouvrage (page V).

Abdoulkader I. SAE, BP 95, Gaya (Niger).

Aboubacar A. Faculté d'Agronomie, BP 12627, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.22.90.

Achard F. ORSTOM, BP 11416, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.31.15.

Adamou A. DDE, BP 136, Zinder (Niger). Tél : (227) 51.00.21.

Ado S. DDE, Agadez (Niger).

Agala A. Projet GRN, BP 447, N'Djaména (Tchad). Tél : (235) 51.31.23.

Ali H. Projet Énergie II, Maradi (Niger).

Aliou D. CSE, BP 15 532, Dakar (Sénégal). Tél : (221) 25.80.66.

Ambouta J.MK. Faculté d'Agronomie, BP 12627, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.22.90.

Anell H. Projet Énergie II Kollo, D.E.D., BP 11895, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.31.36.

Ango M. SAE, Maradoumfa (Niger).

Anza Z. Eaux et Forêts, D.D.E., BP 16, Tillabéri (Niger).

Arzika L. Projet Énergie II, BP 12860, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.21.95 ou 27.92.

Attaou M. Direction de l'Environnement, BP 637, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.31.89.

Attari B. Direction de l'Environnement, BP 637, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.31.89.

Bawa Gaoh O. PAIGLR, BP 95, Gaya (Niger).

Bazie J. INADES Formation, BP 1022, Ouagadougou 01 (Burkina Faso). Tél : (226) 30.20.70.

Bila M. Direction de l'Environnement, BP 578, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.26.13.

Boly O. PGFIG co PVB GTZ, BP 1485, Ouagadougou 01 (Burkina Faso).

Brouwer J. ICRISAT Sahelian Center, BP 12404, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.29.35.

Casenave A. ORSTOM, BP 11416, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.31.15.

Cisse M. Direction Eaux et Forêts, BP 1831, Dakar (Sénégal).

Cornet A. ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex 1 (France). Tél : (33 ou 0) 4.67.41.61.00.

Couteron P. ENGREF, BP 5093, 34033 Montpellier Cedex 1 (France). Tél : (33 ou 0) 4.67.04.71.26.

d'Herbès J.M. ORSTOM, BP 11416, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.31.15.

Dan Malam M. Projet Énergie II, Torodi (Niger).

Daouda O. IRI, BP 10727, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.28.51.

Degoumois Y. EPFL, GR-Ecublens, 1015 Lausanne (Suisse).

Dembele S.A. Action Sociale San , BP 48, San (Mali).

Dembele T. Diocèse de Sikasso, BP 74, Sikasso (Mali). Tél : (223) 62.06.21.

Djaby B. AGRHYMET, BP 11011, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.31.16.
Djibo H. Projet Énergie II, Say (Niger).
Djibrilla M. Projet Énergie II, BP 139, Zinder (Niger). Tél : (227) 72.27.92.
Domga C. DPGT, BP 52, Maroua (Cameroun).
Ehrmann M. ORSTOM, BP 11416, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.31.15.
Fall T. Direction Eaux et Forêts, BP 1831, Dakar (Sénégal).
Floret C. ORSTOM, BP 1386, Dakar (Sénégal). Tél : (221) 32.34.76.
Freyssinel G. Projet Énergie II, BP 12860, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.21.95 et 27.92
Galle S. ORSTOM, BP 11416, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.31.15.
Gamaté A. DDE, Maradi (Niger).
Gambo A. CDR, BP 10928, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.58.09.
Gambo S. Projet Tahoua Vert, BP 234, Tahoua (Niger). Tél : (227) 61.04.03.
Ganaba S. IRBET, BP 7047, Ouagadougou 03 (Burkina Faso). Tél : (226) 33.40.98.
Gandah M. IRAN / DRE, BP 429, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.30.71.
Gangbaina S. INADES Formation, BP 945, N'Djaména (Tchad). Tél : (235) 51.70.24.
Garba Y. DFPV -AGRHYMET, BP 12625, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.21.81.
Garba H. OND/SNV, BP 10110, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.36.33.
Garba M. SNV, Niamey (Niger).
Geesing D. DED, BP 11895, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.31.36.
Gendron A. FED, BP 10388, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.23.60.
Gueye N. Eaux et Forêts, BP 1831, Dakar (Sénégal).
Hiernaux P. ICRISAT Sahelian Center, BP 12404, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.29.35.
Hochrein J. DED, BP 11895, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.31.36.
Ichaou A. ORSTOM / PEII VO, BP 11416, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.31.15.
Iktam A. INRAN, BP 429, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.27.14.
Issaka H. Direction de l'Environnement, BP 578, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.31.89.
Issaka B. Projet Intégré Keita, BP 49, Niamey (Niger).
Issaka O. DDE, Dosso (Niger).
Jolly J.M. PGTF / IRAM, , Niamey (Niger).
Kabore R. APEAP, BP 9804, Ouagadougou 06 (Burkina Faso). Tél : (226) 36.47.18.
Kadri H. SAE, BP 25, Boboye (Niger).
Kassambara A. Direction Ressources Forestières, BP 275, Bamako (Mali). Tél : (223) 22.50.58.
Kassoum A. SAE, , Kollo (Niger).
Knapp D. DED, Eggatsweiler st. 24, 88348 Allmansweiler (Allemagne). Tél : (49) 75.828.512.
Konandji H. Ministère du Développement rural et de l'Environnement, BP 275, Bamako (Mali). Tél : (223) 23.26.29.
Kromwijk A. DED, BP 11895, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.31.36.
Kusserow H.L. IPGRI/ICRISAT, Iilandastr. 1, D. 12165 Berlin (Allemagne). Tél : (49) 307.935.777.
Lamine K. PGTF, BP 11234, Balleyara (Niger).
Laoualy A. Direction de l'Environnement, BP 578, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.31.89.
Lavenu F. LERTS/ORSTOM, BP 182, Ouagadougou (Burkina Faso). Tél : (226) 30.67.37.
Leiman H. CONACILSS, BP 12091, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.26.07.
Lepage M. ENS, Laboratoire d'Écologie, 46 rue d'Ulm, 75230 Paris (France). Tél : (33 ou 0) 1.44.32.37.08.
Leko M. IPDR, BP 76, Kollo (Niger).

Mahamane L.E. (El Hadji). Projet Énergie II, BP 12860, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.21.95 ou 27.92.

Maïdadji B. DEIA/MAG/EL, BP 12868, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.21.47.

Maïga, A.Y. Institut d'Économie Rurale, BP 258, Bamako (Mali). Tél : (223) 22.64.28.

Mallet B. CIRAD-Forêt, BP 5035, Montpellier (France). Tél : (33 ou 0) 4.67.04.71.26.

Mamane A. ALEB, BP 10827, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.53.51.

Mamane M. SAE, Dirriah (Niger).

Mamoudou M. Direction de l'Environnement, BP 578, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.31.89.

Mana B. Province EX-Nd, BP 52, Maroua (Cameroun).

Mato H. Projet Énergie II, BP 12860, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.21.95 ou 27.92.

Montagne P. Projet Énergie II, BP 12860, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.21.95 ou 27.92.

Moudoukentar B. BELACD, BP 87, Sarh (Tchad). Tél : (235) 68.14.62.

Mougenot B. ORSTOM, BP 11416, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.31.15.

Mounkaïla Z. Mission Catholique à la Sirba, D.E.D, BP 11895, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.48.12.

Mounkaïla H. ORSTOM, BP 11416, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.38.78 ou 29.63.

Niang A. Eaux et Forêts, BP 1831, Dakar (Sénégal).

Nouvellet Y. CIRAD-Forêt, BP 1759, Ouagadougou (Burkina Faso).

Odongo J. ICRISAT Sahelian Center, BP 12404, Niamey (Niger). Tél : (227) 22.59.73.

Ouattara F. PNUD, BP 11207, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.21.04.

Ouedraogo F. PGFIG co PVB GTZ, BP 1485, Ouagadougou 01 (Burkina Faso).

Ouedraogo J.H. PGFIG co PVB GTZ, BP 1485, Ouagadougou 01 (Burkina Faso).

Ouedraogo P., ORSTOM, BP 182, Ouagadougou 01 (Burkina Faso). Tél : (226) 30.67.37.

Ouedraogo S. IRBET, BP 7047, Ouagadougou 03 (Burkina Faso). Tél : (226) 33.40.98.

Padonou M. CRTO, BP 1762, Ouagadougou 01 (Burkina Faso). Tél : (226) 36.75.01.

Patlamaye J. Diocèse PALA S/C UNAD, BP 136, N'Djaména (Tchad). Tél : (235) 52.50.80.

Peltier R. CIRAD-Forêt / ENGREF, BP 5093, 34033 Montpellier Cedex 01 (France). Tél : (33 ou 0) 4.67.04.71.26.

Pontanier R. ORSTOM, Dakar (Sénégal). Tél : (221) 32.34.80.

Prudenzano M. AGRHYMET - OMM, BP 11011, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.31.16.

Sadou M. (El Hadji). Direction Faune, Pêche et Pisciculture, Niamey (Niger).

Saley H. Unité Technique d'Appui, BP 578, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.33.29.

Salma D., Poste Forestier, Torodi (Niger).

Sarga A. SAE, BP 51, Kollo (Niger).

Sawadogo L. Projet Koutougou, Ouagadougou (Burkina Faso).

Seck M. ENDA, BP 3370, Dakar (Sénégal).

Seghieri J. ORSTOM, BP 11416, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.26.10.

Seybou Y. Direction de l'Environnement, BP 87, Tahoua (Niger). Tél : (227) 61.01.18.

Sidikou H. Université de Niamey, BP 318, Niamey (Niger).

Souley A. DDE, BP 10, Diffa (Niger).

Souley I. Direction de l'Environnement, BP 87, Tahoua (Niger). Tél : (227) 61.01.18.

Soumaïla D.B. DDE, Maradi (Niger).

Sylla G. Direction Eaux et Forêts, BP 1831, Dakar (Sénégal).

Tchakui N. Gouverneur. Province Ext.-Nd, BP 52, Maroua (Cameroun).

Tchoungueu Z. Projet ICRAF Niger, BP 12404, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.25.29.

Teysier A. Projet Développement Paysanal, Gestion de Terroirs, BP 52, Maroua (Cameroun).

Thévoz C. EPFL, GR-Ecublens, 1015 Lausanne (Suisse).

Thiéry J. CEA Cadarache, 13108 St Paul-lès-Durance (France). Tél : (33 ou 0) 4.42.25.27.69.
Tounao K. Projet Énergie II, BP 12860, Niamey (Niger). Tél : (227) 72.21.95 ou 27.92.
Touré A. SAE, Say (Niger).
Triboulet J.P. AGRHYMET, BP 11011, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.31.16.
Valentin C. ORSTOM, BP 11416, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.38.78.
Winterbottom B. Projet Gestion des Terroirs de Filingué, BP 13300, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.26.36 ou 37.
Yabilan M. Direction de l'Agriculture, BP 323, Niamey (Niger). Tél : (227) 75.23.35 ou 72.27.75.
Yamato. Coopération JICA, BP 10036, Niamey (Niger). Tél : (227) 83.55.36.
Yaméogo M. Direction Générale de l'Environnement, BP 7044, Ouagadougou (Burkina Faso).
Yaye M. Direction de l'Environnement, BP 10828, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.33.29.
Zanguina I. INRAN, BP 429, Niamey (Niger). Tél : (227) 73.30.71.

La raréfaction des ressources hydriques conduit la végétation des zones sahéliennes à se « contracter » pour former des structures originales, qu'il convient d'étudier et de comprendre afin d'en tirer le meilleur parti.

Tous les écosystèmes contractés, c'est-à-dire formés d'une juxtaposition de zones de végétation et de sol nu, ne sont pas dégradés et donc ne justifient pas les projets de reboisement coûteux qui peuvent aller parfois à l'encontre du but recherché.

« Comprendre pour mieux gérer » les forêts sahéliennes est le thème de l'Atelier International qui s'est tenu à Niamey, Niger, du 20 au 25 novembre 1995.

Organisé par la Direction de l'Environnement du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement du Niger, le CIRAD - Forêt et l'ORSTOM, rassemblant chercheurs et opérateurs du développement, il a permis de confronter les acquis scientifiques sur ces écosystèmes forestiers contractés avec les politiques forestières mises en œuvre au Niger.

