Retour au menu

Dugué P., Jouve Ph., (éds.), 2003. Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux. Actes du colloque, 25-27 février 2003, Montpellier, France. Umr Sagert, Cnearc, XXX p.

Modélisation systémique de la dynamique de la ressource arborée en zone soudano-sahélienne

Le cas du territoire villageois de Mafa Kilda, Nord Cameroun

Arlette EDJOLO*, Georges SMEKTALA*, Jean-Pierre CHERY**, Régis PELTIER*

*ENGREF, 648, rue Jean-François Breton, Domaine de Lavalette, BP 44494 – 34093 Montpellier Cedex 5 – France

**UMR 3S - Structures et systèmes spatiaux - Laboratoire Commun Cemagref/ENGREF, Maison de la Télédétection en Languedoc-Roussillon, 500, rue Jean-François Breton 34093 Montpellier Cedex 5

Résumé — Modélisation systémique de la dynamique de la ressource arborée en zone soudano-sahélienne. Le cas du territoire villageois de Mafa Kilda, Nord-Cameroun. La modélisation systémique permet principalement de mieux comprendre et d'identifier les dynamiques d'un système. Mafa Kilda est un village dont les habitants utilisent un territoire partagé par différentes communautés. Des études y ont montré que la forte pression sur la ressource arborée nécessitait de prendre des dispositions adaptées à la situation pour gérer durablement le potentiel ligneux. Pour donner les moyens à la population de comprendre et de visualiser les impacts que ses actions peuvent avoir sur les ressources, le système du territoire de Mafa Kilda a été étudié et un modèle informatique est en construction. Différents scénarios, élaborés de manière participative au cours d'un atelier, seront testés. Les résultats de la simulation donneront un aperçu de ce que pourrait être l'évolution de la ressource sur le territoire. Cependant, ces résultats ne devront pas être confondus avec la réalité, mais comparés à ce que l'on sait d'elle, pour servir de base à une modification éventuelle du système. Ce modèle devrait ainsi constituer un outil intéressant pour appréhender l'évolution du paysage et des ressources de ce territoire, en fonction de différents choix de gestion qui pourraient être adoptés. Il trouverait sans doute sa place au sein de négociations concernant la gestion communautaire des ressources entre agriculteurs, éleveurs et bûcherons, mais aussi planificateurs, responsables de projets, agents des services forestiers, etc.

Abstract — Systemic modelling of woody resources dynamic in soudano-sahelian area : case study of the rural territory Mafa Kilda, North-Cameroon. Systemic modelling firstly allows us to understand and identify the dynamics of a system. Mafa Kilda is a village whose inhabitants use a land shared by a number of different communities. Studies have shown that the strong pressure on woody resources requires appropriate steps to be taken in order to manage ligneous potential in a sustainable way. In order to enable population to understand and visualize the impacts of their actions on resources, Mafa Kilda's land system was studied and a computer model conceived accordingly. Different scenarios, developed in a participative manner during the course of a workshop, will be tested. The simulation results should provide a general survey of what resource evolution might be. Yet, these results must not be confused with reality, but compared with what it is known about it, in order to allow possible modifications of the initial system. Nevertheless, this model is a relevant tool to anticipate changes in the landscape and resources, according to the different management options selected. It constitutes a very useful tool in the respect of negociations concerning commun mana-gement of resources between farmers, stockbreeders and woodcutters. The same is true in so far as relations between stakeholders, natural resource managers, ecologists, scientist, policy makers, etc, are concerned.

Introduction

Mafa Kilda est un territoire rural, situé à une quinzaine de kilomètres au sud de Garoua, autrefois couvert de savanes arborées exploitées par des éleveurs peuls et où, depuis une vingtaine d'années, des populations de migrants mafas en provenance des Monts Mandara se sont installées. Sa forte croissance démographique implique depuis cette période des besoins croissants en bois pour les communautés et conduit à une diminution des ressources ligneuses (évolution de l'occupation du sol et de la quantité des ressources). Les défrichements agricoles au détriment des zones boisées, se conjuguent à des coupes de bois pour les marchés urbains, ce qui réduit fortement la disponibilité en bois des villageois. La situation est d'autant plus préoccupante que la ressource est exploitée de façon minière, sans aucune gestion intentionnelle. Cette forte pression sur la ressource rend nécessaire la prise de dispositions permettant de gérer durablement le potentiel ligneux par le maintien de la ressource ligneuse et les possibilités de son accroissement (Engref, 2002).

A Mafa Kilda, il existe un fort sentiment d'insécurité foncière. Les conflits en matière de foncier sont de plus en plus nombreux. Les rapports familiaux et sociaux ont tendance à s'individualiser et la compétition pour obtenir des terres instaure un climat de méfiance au sein des familles et dans les villages (Engref, 2002). De plus, la ressource n'est pas totalement appropriée par un unique village : plusieurs villages exploitent une zone commune (Engref, 2001). Ce contexte n'incite pas les populations à investir dans la ressource ligneuse. La situation préoccupante de l'état de la ressource sur cet espace partagé et saturé appelle la mise en pratique des innovations qu'offre la loi forestière de 1994 avec l'institution des forêts communautaires[1]. C'est dans ce cadre que les étudiants de l'Engref sont intervenus sur le territoire en février 2002 pour inciter la population à la constitution d'un GIC[2], étape préalable à la création d'une forêt communautaire. Jusqu'à présent, une grande partie de la population n'a pas encore pris conscience de cette raréfaction. Il est alors souhaitable de donner les moyens aux populations de prendre en main la gestion de leurs ressources. Si l'on considère que le territoire de Mafa Kilda est un système[3], l'identification de ses processus et de ses dynamiques et leur modélisation peut s'avérer un outil d'aide à la décision intéressant pour aider les communautés à comprendre leur territoire et à opter pour un type de gestion. En effet, la modélisation en permettant de simuler des scénarios de « futurs possibles » est un moyen de montrer aux différents acteurs quelle pourrait être l'évolution de leur milieu de vie, de leur paysage, de leurs ressources, en fonction de différents choix de gestion adoptés ; et ainsi servir de base aux négociations entre agriculteurs, éleveurs et bûcherons, mais aussi planificateurs, responsables de projets, agents des services forestiers, etc.

Méthodologie

Enquêtes

Des enquêtes auprès d'une dizaine de personnes ont été réalisées dans les villages du territoire en août 2002. Les thèmes abordés furent les suivants :
– historique du village et du territoire ;
– évolution et découpage du territoire ;
– usages, pratiques et fonctionnement du territoire ;
– représentation de la croissance des arbres ;
– évolution de l'état de la ressource ;
– stratégies d'appropriation foncière.

Il a été demandé par ailleurs à chaque interviewé de dessiner une carte du territoire.

A travers le discours des villageois, on peut considérer qu'ils perçoivent la brousse comme un environnement sur lequel ils n'ont pas de contrôle : « *La brousse, c'est ce qu'il y a autour* », « *dans la*

[1] Une forêt communautaire est une forêt du domaine forestier non permanent, faisant l'objet d'une convention de gestion entre une communauté villageoise et l'Administration chargée des forêts. La gestion de cette forêt relève de la communauté villageoise concernée, avec le concours ou l'assistance technique de l'Administration chargée des forêts.
[2] Groupement d'initiative commune.
[3] On entend par système une partie limitée du monde réel doté d'une structure et d'un fonctionnement, et composé d'éléments en interaction.

brousse il n'y a rien, ce ne sont que les animaux sauvages, il n'y a pas de champs là-bas ». Ils ne s'approprient pas cet espace et ont donc du mal à y concevoir l'instauration de règles de gestion. En effet, lorsqu'il a été demandé aux personnes interrogées de dresser une carte du territoire, les exploitants agriculteurs ont commencé par délimiter les champs, puis le village et la brousse quand celle-ci n'était pas tout simplement oubliée. Pour les éleveurs peuls, la brousse a une fonction de pâturage. Contrairement à la vision du chercheur, la brousse n'est pas considérée à première vue comme un réservoir de bois par les villageois.

Le système modélisé de Mafa Kilda se limite à quatre villages d'agriculteurs et six villages d'éleveurs : Mafa Kilda, Sanguéré Ngal, Manang, Gada Tchoufol, Bouba Rarou, Maïssadjé, Adamou Dongori, Djaoro Adamou, Abdoulaye et Gaïnako Djaé (Edjolo, 2003), l'ensemble de leurs champs et les brousses (figure 1).

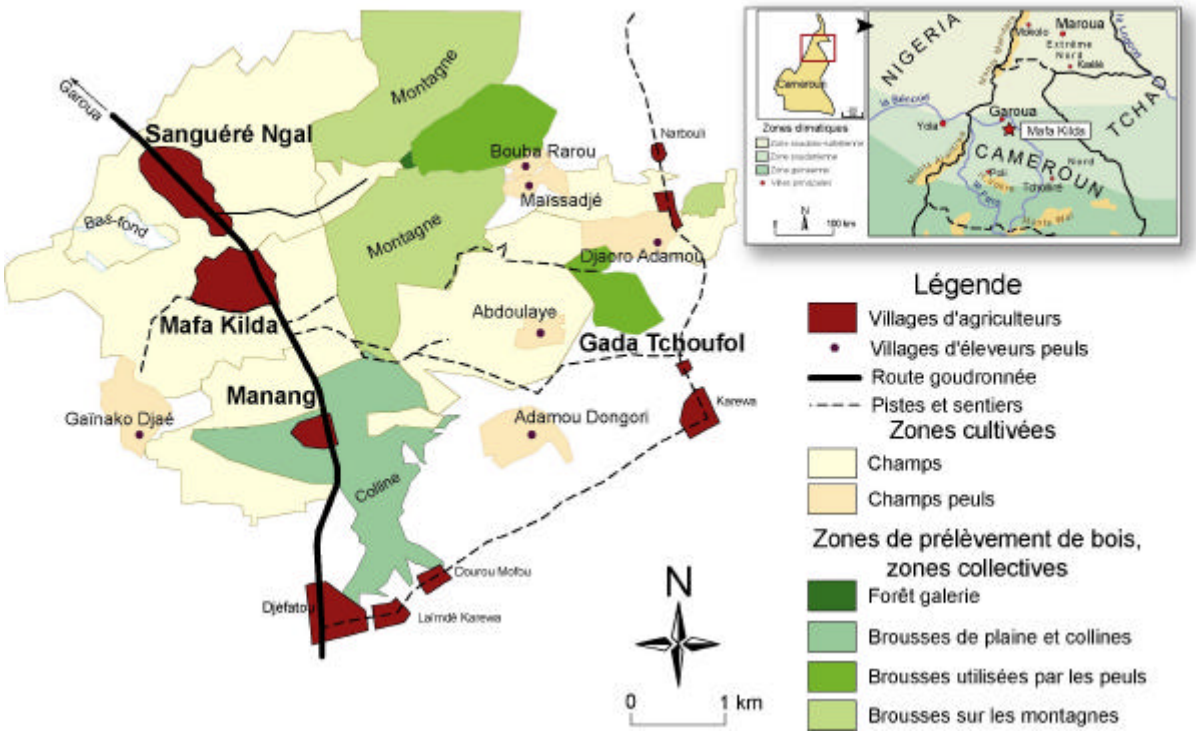


Figure 1. Carte du territoire de Mafa Kilda (d'après les fonds de cartes Engref 2001).

Modéliser les interactions homme - milieu naturel

Il est possible d'aborder la problématique de gestion de la ressource ligneuse par une approche territoriale. « Le territoire peut être défini comme la portion de la surface terrestre appropriée par un groupe social pour assurer sa reproduction et la satisfaction de ses besoins vitaux » (Le Berre, 1992). Modéliser les interactions homme - milieu naturel nécessite la modélisation des changements d'état du territoire. En effet, les dynamiques spatiales peuvent renforcer les structures existantes ou bien produire de nouvelles configurations spatiales. Cette approche par le territoire est une manière d'organiser la connaissance récoltée sur le terrain. La connaissance du système de gestion des ressources peut alors être construite en définissant une structure, celle du territoire, dont les dynamiques, alimentées par des données et des règles, permettent de formaliser les interactions entre les hommes et le territoire.

L'approche systémique

Un système « est un ensemble organisé de processus liés entre eux par un ensemble d'interactions à la fois assez cohérent et assez souple pour le rendre capable d'un certain degré d'autonomie » (Lapierre, 1992). Il se caractérise par deux aspects : un *aspect structural* qui concerne l'organisation

des éléments du système et un *aspect fonctionnel* qui concerne les relations entre les éléments du système inscrites dans le temps et l'espace (flux, croissance, évolution, déplacements, etc.). L'approche systémique considère un système dans sa totalité, sa complexité et sa dynamique propre (De Rosnay, 1984).

La première étape du travail consiste à définir les limites du système, à identifier et hiérarchiser les éléments importants et leurs interactions, et à déterminer les liaisons qui les intègrent en un tout organisé. Ensuite un schéma conceptuel des relations causales entre les éléments du système est élaboré. Des équations décrivant les règles d'interactions et les liaisons entre les différents éléments sont établies. Enfin, au moyen d'un logiciel, la simulation permet d'aborder la dynamique du système par le jeu simultané de toutes ses variables. Le temps est alors envisagé en étapes successives, et à chaque pas de temps, l'état du système est réévalué. Dans notre cas, l'évolution du système est considérée sur une période de dix ans avec un pas de temps annuel.

Le graphe causal de la dynamique de la ressource ligneuse sur le territoire de Mafa Kilda

Pour ce système, on distingue deux phénomènes représentés dans le schéma conceptuel (figure 2).

5 La capitalisation, qui alimente le stock de bois du territoire. L'accroissement naturel des arbres, la régénération naturelle et assistée ainsi que la plantation d'arbres ont un effet positif sur la capitalisation. On suppose que les projets de développement individuels ou collectifs vont avoir un effet favorable sur la plantation d'arbres et la protection de la régénération.

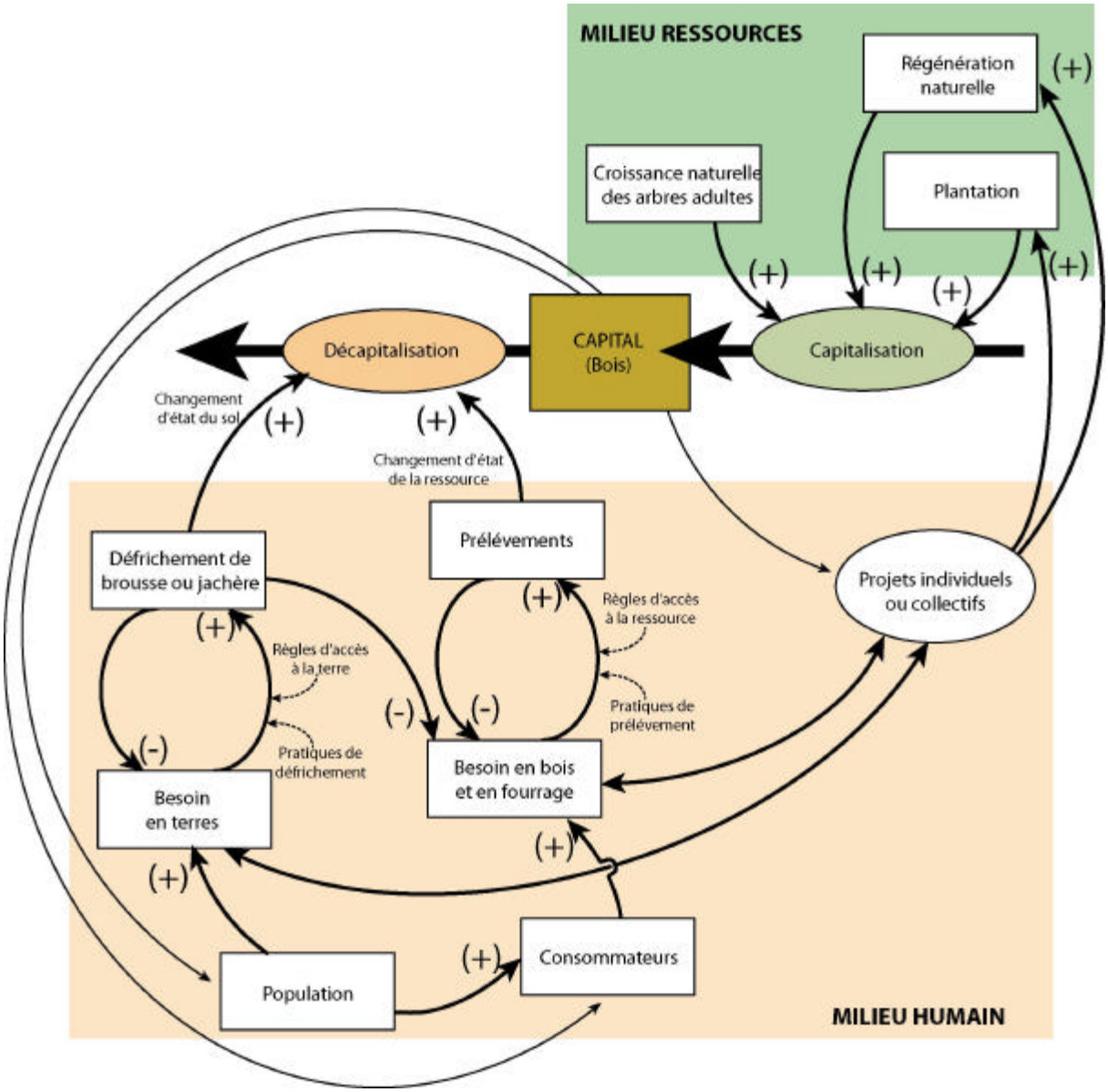
6 La décapitalisation, qui diminue ce stock. Le défrichement de la brousse et la remise en culture des jachères qui impliquent un changement d'état du sol, et les prélèvements qui induisent un changement d'état de la ressource augmentent la décapitalisation. Le défrichement, qui est provoqué par un besoin en terre de la population, est régi par les règles d'accès à la terre et constitue alors une variation de surface, exprimée par un flux. On suppose que le besoin en terre est influencé par des projets collectifs ou individuels (stratégies d'appropriation foncière, changement de production agricole). Le besoin en terre est stimulé par l'accroissement de la population. Les pratiques de prélèvement et de défrichement vont influer sur le niveau de prélèvement. Les prélèvements sont induits par un besoin en bois et en fourrage de la population. Ce besoin est régi par les règles d'accès à la ressource et est alors satisfait par un flux de bois. Le besoin en bois et en fourrage est induit par les consommateurs (ménages, préparatrices de bil bil[4], éleveurs, population de Garoua).

On suppose que la perception de l'état du capital sur pied va avoir un effet rétroactif sur :
– l'accroissement de la population en adaptant cette population à la ressource disponible (émigration) ;
– les consommateurs en modulant leur besoin en bois, en fourrage et en terres ;
– les projets individuels ou collectifs que peuvent poursuivre les usagers dans le cas où leurs besoins ne seraient pas satisfaits.

L'outil informatique

Simile est une plate-forme informatique de modélisation visuelle développée spécialement pour la modélisation en écologie et les disciplines qui lui sont liées. Elle utilise la Dynamique de système (Muetzelfeldt, 2001*)*. La Dynamique de système analyse des systèmes de la vie réelle à l'aide de simulations de modèles informatiques qui permettent de voir comment la structure et les politiques de décisions créent le comportement d'un système (Forrester, 1961). Elle repose sur le jeu combiné de boucles de rétroaction, formalisées par des équations différentielles qui intègrent des variables d'état (stocks), des variables de flux et des paramètres (De Rosnay, 1984).

[4] Bière de mil.



(+) : action causale positive (dynamique de changement par amplification du déséquilibre) ;
(-) : action causale négative (dynamique de conservation par maintien de l'équilibre).

Figure 2. Graphe causal de la dynamique de la ressource en bois sur le territoire de Mafa Kilda (d'après Edjolo, 2003).

Elaboration des scénarios

L'élaboration d'une partie des scénarios à tester a été réalisée de manière participative. Un atelier réunissant une douzaine de participants, a été organisé au cours d'une après-midi à Mafa Kilda pour déterminer les différentes options de gestion pouvant intéresser les habitants du village (Edjolo, 2003), seule la gent masculine était représentée. Le manque de temps a limité l'opération : les femmes n'étaient pas disponibles et l'enquête n'a pas pu être étendue à l'ensemble des villages concernés. Cependant, les suggestions données au cours des entretiens individuels dans les autres villages ont été prises en compte. La méthodologie qui a été appliquée est celle du Cifor[5]. Elle

[5] CIFOR : Center for International Forestry Research

consiste à utiliser le scénario comme un outil pour imaginer et anticiper le futur. Cet outil s'avère utile pour susciter et communiquer les ambitions, les projets et les perceptions sur les changements, dans un contexte tropical où l'aménagement des forêts est souvent lié à l'incertitude et à la complexité (Wollenberg *et al.*, 2000).

Résultats - Discussion

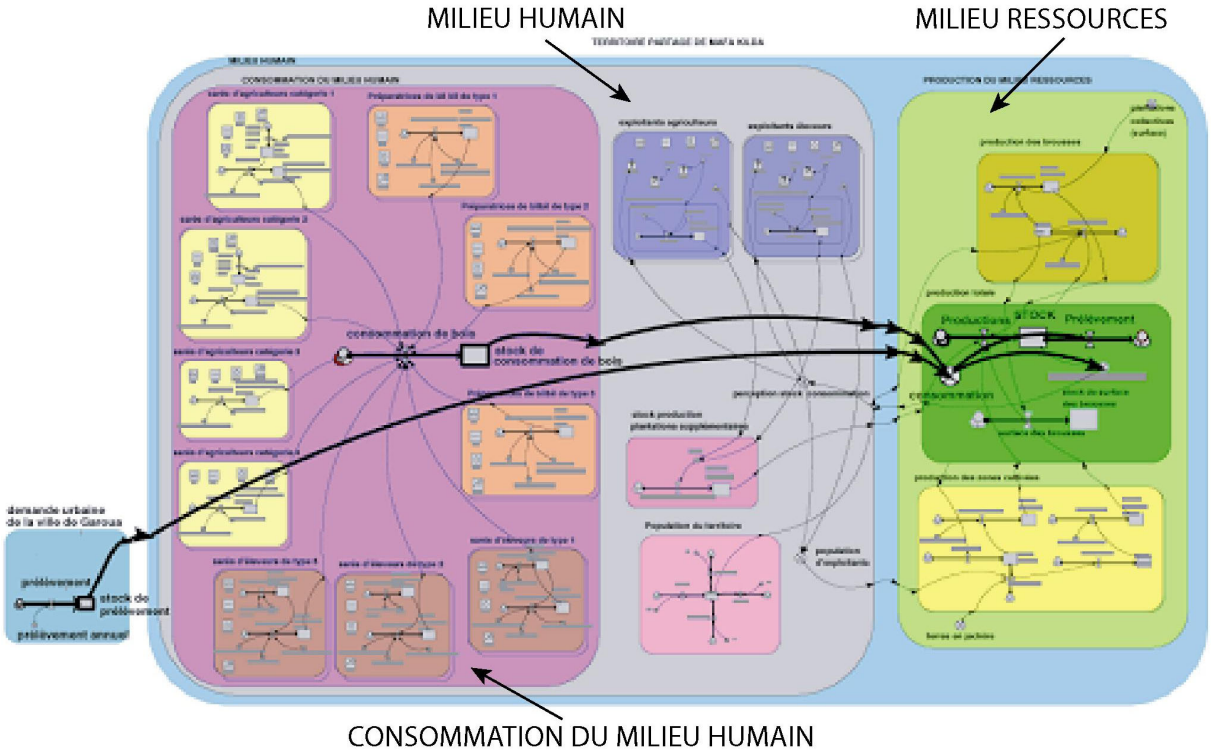
Les équations du modèle

Le modèle, présenté en figure 3, est constitué par trois sous-modèles en interaction :

le sous-modèle « milieu humain », qui représente la consommation de la ressource ;
le sous-modèle « milieu ressources », qui représente la production en bois du milieu ressources i.e. des brousses et des zones cultivées ;
le sous-modèle « consommation du milieu humain », qui représente la consommation en bois (ménages, préparatrices de bil bil, ville de Garoua).

Les éléments du modèle qui apparaissent en gras sur la figure 3 interviennent dans l'établissement d'une équation différentielle (encadré 1) traduisant la variation du capital de bois sur pied selon les règles suivantes :

le stock du capital de bois sur pied est alimenté par la somme des productions des brousses et des zones cultivées ;
ce stock est diminué par les prélèvements induits par la consommation en bois des usagers du territoire (locaux et extérieurs).



Interface graphique du modèle informatique de la dynamique de la ressource sur le territoire partagé de Mafa Kilda (réalisé à l'aide du logiciel Simile).

Encadré 1. Exemple d'équation différentielle.

La variation du stock total de bois du territoire :

$$\frac{\delta\ CAPITAL_BOIS}{\delta\ t} = [Prod_{brousses} + Prod_{zones\ cultivées} + Prod_{plantations}](t) - [Prélèvement_{MK} + Prélèvement_{Garoua}](t)$$

où « Capital_bois » est le capital de bois sur pied ;

« *Prod* »est la production en bois des brousses, des zones cultivées et des plantations

« Prélèvement » est la consommation des usagers lorsque le stock est supérieur ou égal à la demande. Les prélèvements ne peuvent être supérieurs au stock.

On considère que la consommation en bois par personne est constante sur 10 ans et qu'elle constitue donc la demande. Ensuite, tout ce qui est prélevé est consommé.

Les données de surface, de consommation et sur la population proviennent des résultats obtenus lors des études menées sur le terrain par l'Engref depuis 2000. Les données de productivité sont tirées de la littérature (Manlay, 2002 ; FAO, 1997). Certaines données concernant la connaissance du système de Mafa Kilda proviennent de travaux de stages de fin d'études (Bonnérat, 2002 ; Cassagnaud, 2001).

Ce modèle est un prototype en cours de développement. Il a permis à ce stade de soulever plusieurs questions et lacunes dans l'information nécessaire. Les premiers éléments concernent l'attitude des paysans vis-à-vis de l'arbre – influence de la position sociale, des disponibilités foncières et financières sur les pratiques de plantation ou de conservation des ligneux – (Cassagnaud, 2001) n'ont pas encore été intégrés. Ensuite, il manque des données sur la production de certaines zones du territoire (champs des villages voisins, jachères). Certaines données de productivité sont, certes, disponibles mais celles-ci ne concernent que la productivité raméale de certaines espèces et sur certaines zones du territoire. L'accroissement annuel de la ressource en bois reste donc un paramètre inconnu. De même, les données concernant le capital sur pied sont très approximatives et ne concernent encore que quelques zones.

Le modèle compense le manque de données précises par l'établissement d'hypothèses simples. L'achèvement du modèle doit permettre d'évaluer, entre autres, les relations suivantes :
– l'effet de la variation de la population sur l'évolution du stock de bois disponible du territoire et de la surface des brousses ;
– l'effet de la densification des parcs arborés ;
– l'effet de la plantation collective d'arbres dans les brousses ;
– l'effet de la plantation en plein d'arbres sur les parcelles agricoles.
Les simulations envisagées grâce à l'outil de modélisation permettent d'évaluer des ordres de grandeur (par exemple, l'effet en termes de capital ligneux de différentes proportions des terres mises en plantation). Ces résultats de simulation offrent alors des éléments de discussions et de propositions plus ciblés et plus précis, dans le processus de négociation entre les acteurs de la ressource arborée.

Conclusion

Ce travail a fourni un premier modèle dynamique sur l'évolution de la ressource ligneuse d'un territoire. Il devra être alimenté et affiné par des données supplémentaires. La construction de tarifs de biomasse (Smektala *et al*., 2002) serait un moyen d'évaluer une donnée cruciale, celle de la biomasse disponible du territoire. Des enquêtes devraient être menées sur les points de vente de bois proches de Mafa Kilda pour estimer la part de bois qui sort du territoire. Le suivi d'éleveurs peuls de la région (Bonnérat, 2002) permettrait d'évaluer les quantités de bois émondé. La simulation permet de quantifier sur un pas de temps donné les stocks de bois consommés par un type d'usagers donné et produit sur un espace donné. Parallèlement à ce travail, une recherche a été menée sur la prise en compte de l'organisation spatiale du territoire pour la modélisation systémique de la gestion des ressources ligneuses (Chéry, Smektala, 2003). Elle permet d'envisager l'enrichissement de la structure du modèle par l'explicitation de règles dont la construction est établie dans le même cadre formel.

Les simulations de l'évolution de la ressource ligneuse selon différents scénarios de gestion apporteront aux usagers des informations utiles pour la prise de décision dans le contexte de la décentralisation de la gestion des forêts, instituée au Cameroun par la loi forestière de 1994.

Bibliographie

BONNERAT A., 2002. Pratiques de gestion de l'arbre chez les éleveurs du Nord-Cameroun. Etude des modes d'utilisation des arbres et des pratiques d'émondage dans trois situations d'élevage. Mémoire de stage de fin d'études FRT Engref-FIF. 160 p.

CASSAGNAUD M., 2001 – Déterminants de la gestion et de l'évolution des parcs arborés dans un territoire villageois. Cas du village de Mafa kilda, Nord-Cameroun. Mémoire de fin d'études FRT Engref-FIF. 113 p.

DE ROSNAY J., 1975. Le macroscope vers une vision globale. Editions du Seuil. 320 p.

EDJOLO A., 2003. Modélisation systémique de la dynamique de la ressource arborée sur un territoire de zone soudano-sahélienne partagé par plusieurs communautés. Mémoire de stage de fin d'études FRT Engref.(en cours).

ENGREF, 2000. Contribution à la mise au point d'une méthode pour évaluer la ressource arborée d'un territoire villageois et utilisation qui en est faite par sa population. Cas d'une zone saturée : terroir de Mafa kilda province du Nord-Cameroun. Rapport de voyage d'études Engref. 114 p.

ENGREF, 2001. Gestion des ligneux dans la région de Mafa kilda, Nord-Cameroun. Rapport de voyage d'études Engref. 55p.

ENGREF, 2002. Aide à la mise en place d'une structure de gestion communautaire de la ressource ligneuse dans la région de Mafa kilda, province du Nord- Cameroun. Rapport de voyage d'études Engref. 47 p.

FAO, 1997. Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches. Cahier FAO conservation 32, 316 p.

FORRESTER J.W., 1961. Industrial dynamics. Cambridge MA : Productivity Press. 464 p.

GAUTIER D., SMEKTALA G., NJIEMOUN A., 2002. Règles d'accès à la ressource ligneuse pour les populations rurales du Nord Cameroun. Perspectives de la nouvelle loi forestière de 1994. Actes du colloque, mai 2002, Garoua, Cameroun. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Jamin J.Y., Seiny Boukar L. (édis.), 9 p.

LAPIERRE J.W., 1992. L'analyse de systèmes. L'application aux sciences sociales. SYROS (éd.), 229 p.

LE BERRE M., 1992. Territoires *in* L'encyclopédie de la géographie. Paris Economica, p. 635-656.

MANLAY R . et al., 2002. Bilan des ressources arborées d'un village de savane soudanienne au Nord-Cameroun en vue d'une gestion durable. Actes du colloque, mai 2002, Garoua, Cameroun. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Jamin J.Y., Seiny Boukar L. éditeurs. 15 p.

MUETZELFELDT R.,TAYLOR J., et MASSHEDER J., 2001. Recent developments in Simile. Université d'Edimbourg, institut d'écologie et de gestion des ressources. 9 p.

SEIGNOBOS C. et IYEBI-MANDJEK O., 2000. Atlas de la province Extrême-Nord Cameroun. MINREST – INC (République du Cameroun). Paris, France, IRD Editions, 171 p. et version CD-rom.

SMEKTALA G., HAUTDIDIER B., GAUTIER D., PELTIER R., NJIEMOUN A., TAPSOU J.M., 2002. Construction de tarifs de biomasse pour l'évaluation de la disponibilité ligneuse en zone de savanes au Nord-Cameroun. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Jamin J.Y., Seiny Boukar L. éditeurs. 10 p.

WOLLENBERG L., EDMUNDS D. et BUCK L., 2000 – Anticipating change : scenarios as tool for adaptive forest management. A guide. Centre for international forestry research, Bogor, Indonesia. 44 p.