
UN DISPOSITIF MULTI-ECHELLE D'ANALYSE DES DYNAMIQUES AGRAIRES EN ZONE DES SAVANES DE L'EXTREME NORD DU CAMEROUN

Eric FOTSING : CEDC/PRASAC, Université de Dschang, Maroua - Cameroun, fotsing@hotmail.com

Jean-Paul CHEYLAN : CIRAD-TERA/CNRS – UMR ESPACE, France, jean-paul.cheylan@cirad.fr

Wouter T. DeGROOT : CML, University of Leiden, , The Netherlands, DeGroot@cml.leidenuniv.nl

Peter H. VERBURG : Department of Environmental Sciences, Wageningen University, The Netherlands, peter.verburg@wur.nl

RÉSUMÉ. Les études agronomiques et socio-économiques à l'échelle de l'exploitation agricole ont un avantage certain pour la compréhension de la dynamique des systèmes agraires. C'est l'échelle la plus appropriée pour identifier les éléments structurants du système agricole et analyser leur logique d'organisation et leur mode de gestion. Toutefois, les études à l'échelle du terroir montrent déjà les limites de ces approches locales qui présentent pour la plupart un caractère sectoriel et disciplinaire. De plus en plus, les expériences révèlent que ce n'est qu'à l'échelle de la petite région et plus encore à l'échelle régionale, que certains processus clé et des contrastes plus marqués se manifestent dans les systèmes de mise en valeur des espaces et leurs niveaux de productivité. En effet, l'identification des niveaux d'analyse et de représentation des données appropriés ainsi que le développement d'approches multi-échelles sont de plus en plus déterminants dans les études sur les systèmes naturels et sociaux. Cet article présente un dispositif multi-échelle conçu pour analyser les dynamiques spatiales du système agricole afin de déboucher sur un modèle de projection des changements de l'utilisation de l'espace. La hiérarchie spatiale du dispositif est présentée et les questions relatives aux méthodes de changement d'échelle sont ensuite abordées.

ABSTRACT. Agronomic and socio-economic studies at farm level have advantages for the understanding of the dynamics of agrarian systems. It is the appropriate scale to identify the key features and components of the agrarian system, and to understand their organisation and management. Most of these farm-level studies have a technical and disciplinary focus. Therefore, this kind of approach already has some limitations for studies at village level. Moreover, an increasing number of studies reveal that some key processes and much of the diversity in land use systems and their productivity are likely to appear at regional level. Thus, the identification of the appropriate level of analysis and scale of data representation is becoming more and more crucial for the study of natural and social system. This paper present a multiscale framework designed as a guideline for the analysis of the spatial dynamics of agrarian systems in order to simulate projections of near-future land use change. The spatial hierarchy of this framework is presented and issues related to scale transfer methods are discussed.

MOTS-CLÉS : dynamique des systèmes agraires, zonage agroécologique, hiérarchie spatiale, hiérarchie de processus, changement d'échelle

KEY WORDS: dynamics of agrarian systems, agroecological zoning, spatial hierarchy, process hierarchy, scale transfer

1 Introduction

L'analyse des dynamiques agraires est un travail qui revêt une très forte composante relative à l'analyse spatiale et à la modélisation des processus. Plus généralement, la plupart des processus étudiés dans les domaines des sciences des systèmes terrestres ont une dimension spatiale (Quattrochi et al. 1997). Nous nous intéressons dans le cadre de ce travail à identifier et caractériser les dynamiques spatiales d'occupation du sol et des différentes formes d'utilisation de l'espace, à appréhender les processus sous-jacents, à identifier les facteurs déterminants ces processus et envisager des scénarios possibles d'évolution de l'utilisation de l'espace agricole. Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire de disposer des données aux échelles spatiales et temporelles appropriées. Une question de recherche importante dont la réponse reste assez ambiguë est celle de savoir quelle est l'échelle appropriée pour aborder l'analyse des dynamiques agraires. Des travaux ont montré que dans plusieurs domaines, les processus qui opèrent dans le paysage sont le résultat des interactions entre systèmes sociaux et environnementaux et surviennent dans des plages d'échelles caractéristiques (Quattrochi et al. 1997 ; Easterling, 1997). Ainsi, le fonctionnement et la gestion des écosystèmes terrestres doivent être actuellement considérés à des échelles spatiales et temporelles assez larges.

A grande échelle, le niveau d'agrégation assez élevé peut obscurcir la variabilité des situations ou des relations et produire des résultats insignifiants qui n'aident ni à comprendre le vrai mécanisme véhiculé, ni de prédire la tendance du phénomène étudié (Lambin, 1994). Les études agronomiques et socio-économiques à l'échelle de la parcelle ou de l'exploitation agricole ont un avantage certain en ce qui concerne la compréhension de la dynamique locale des systèmes agricoles ou pastoraux. C'est l'échelle la plus appropriée pour identifier les éléments structurants du système agricole, comprendre leur logique d'organisation et leur mode de gestion, évaluer les dysfonctionnements et préciser les critères d'optimisation. Toutefois, les analyses à l'échelle du terroir montrent déjà les limites de ces approches locales qui relèvent pour la plupart des domaines techniques et présentent un caractère sectoriel. Ces approches à très petite échelle seraient d'un moindre intérêt soit parce que les processus étudiés opèrent à une échelle plus vaste, soit parce qu'il n'existe pas de possibilité de généralisation des résultats à des échelles plus larges. De plus en plus, les expériences révèlent que ce n'est qu'à l'échelle de la petite région et plus encore à l'échelle régionale, que certains processus clé et que certains contrastes plus marqués se manifestent dans les systèmes de mise en valeur des espaces et leurs niveaux de productivité (Milleville *et al.*, 1994 ; Veldkamp *et al.*, 1999 ; Verburg, 2001).

En effet, le choix de l'échelle d'analyse influence le type d'explication donné aux processus et même la validité des observations. La réponse à ce dilemme entre les petites et les grandes échelles réside dans l'analyse à plusieurs échelles et le développement d'approche hiérarchique pour l'observation et l'explication des processus. L'identification des niveaux d'observation et d'analyse appropriés aux processus étudiés et le développement d'approches multi-échelles sont de plus en plus déterminants dans les études sur les écosystèmes naturels. Dans ce travail, nous essayons de répondre à ces questions de choix d'échelle d'analyse et de changement d'échelle en présentant un dispositif régional et multiéchelle conçu pour caractériser la diversité des systèmes d'utilisation de l'espace, analyser les changements en cours afin de déboucher sur des scénarios d'évolution de ces espaces. Le paragraphe 2 est d'abord consacré à une caractérisation globale des écosystèmes de savane. Le paragraphe 3 présente l'architecture spatiale du dispositif. Les spécificités de chaque niveau d'analyse sont décrites en justifiant les choix effectués. Les paragraphes 4 et 5 présentent les problématiques du développement agricole de cette région et la grande diversité des situations qui ont été abordées par le biais d'une approche de type zonage. Le paragraphe 6 met en exergue les relations entre les processus étudiés, les niveaux d'analyse et les échelles de représentation des données spatiales. Une discussion est enfin abordée sur les approches et les méthodes de transfert d'échelle adaptées aux processus étudiés.

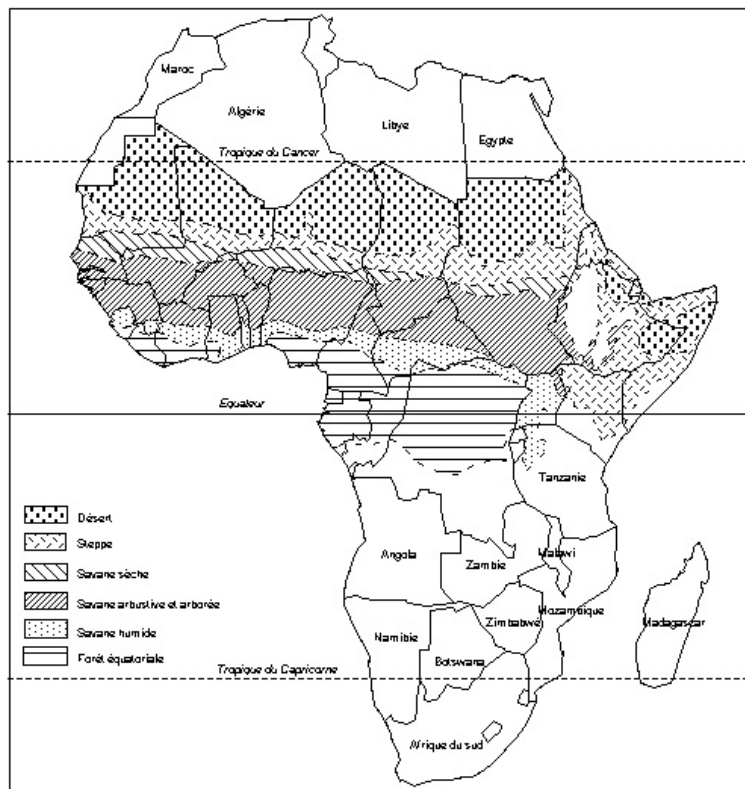
2 Les savanes africaines : des systèmes sociaux et agroécologiques dynamiques en interaction

La notion de savane peut être perçue et caractérisée différemment en fonction du contexte. Etymologiquement, elle correspond à des formations végétales. On peut dans ce cas se poser la question de savoir si elles sont des formations initiales ou alors le produit de transformations des milieux ? Les savanes résulteraient d'une transformation des forêts où certains arbres sont éliminés sous l'effet des processus naturels ou d'actions anthropiques. Selon cette perception dynamique de la savane, celle-ci provient des défrichements agricoles, des feux provoqués ou spontanés qui sont considérés comme un élément vital des savanes mais en même temps comme une source de dégradation ou de conflit entre utilisateurs de ces milieux (agriculteurs et éleveurs). La savane peut donc également être considérée comme le produit de la transformation de milieux à tendance forestière soumis aux perturbations anthropiques ou d'autres phénomènes naturels comme les vents violents (savanes édaphiques) ou les changements climatiques globaux. Ntoupka (1999) a proposé un schéma général des

trajectoires des formations végétales des savanes de la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun dans lequel il distingue une série d'états qui correspondent à différents types de savane ou de forêt : Les trajectoires de ces formations sont déterminées par l'intensité des pressions anthropiques ou par les interventions effectuées (protection, restauration, réaffectation). Ainsi, en partant des friches anciennes à légumineuses et combretacées, on peut aboutir à une forêt claire sèche en réduisant la pression et en assurant une protection intégrale sur une dizaine d'années. Par contre, une formation végétale de savane soumise à une forte pression anthropique (feu, coupe, pâturage) sera caractérisée par une dynamique régressive qui va s'orienter suivant la trajectoire suivante : savane arborée - savane arbustive - savane herbeuse - plage de sols nu sur sol dégradé ou hardé. Il faut toutefois souligner que le concept de savanes ne renvoie pas seulement à une formation végétale. Il est utilisé dans plusieurs contextes pour faire référence à des milieux écologiques, à des sociétés spécifiques et de plus en plus à un écosystème complexe intégrant une composante écologique et une composante sociale en interaction. Ainsi, l'étude des savanes peut être abordée sous plusieurs angles complémentaires qui font appel à des concepts de disciplines différentes qui sont caractérisées par des échelles de perception différentes.

Figure 1 : Localisation des savanes africaines entre le désert du Sahara et la zone tropicale humide

(Source : Josset, 1990)



Du point de vue écologique, la caractérisation des savanes répond plus à des critères biophysiques et climatiques. Ainsi la zone des savanes située dans la zone soudanienne occupe une position médiane entre les zones sahéliennes d'extrêmes sécheresses au Nord et les zones équatoriales caractérisées par une humidité permanente au sud. La végétation des savanes est constituée de graminées et de ligneux, végétation qui assure la transition entre les steppes sahéliennes au Nord et les milieux de forêt dense au sud. L'équilibre de ces milieux dépend fortement des pluies qui déterminent les récoltes et la disponibilité des ressources pastorales. Du point de vue géographique, les milieux de savanes correspondent à des espaces que l'on peut délimiter avec plus moins de précision. En Afrique, elles correspondraient à une bande au climat semi-aride située entre le désert du Sahara et la zone tropicale humide, caractérisée par une très longue saison sèche (Pieri, 1989). Du Nord vers le sud, ce vaste ensemble comprend les trois grandes zones agroclimatiques suivantes :

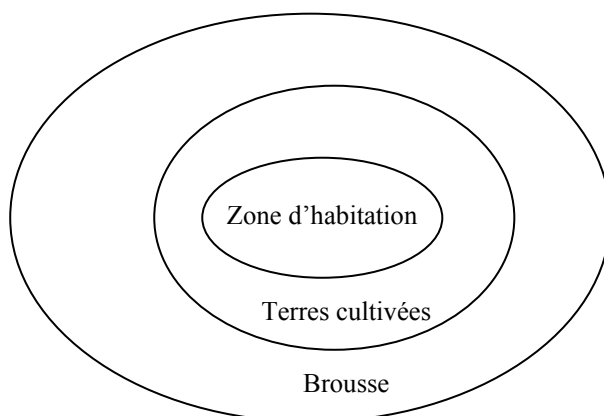
- Une zone dont le climat est de type sahélien avec une végétation naturelle de type steppe et où la pluviosité moyenne est inférieure à 200mm. C'est une zone pastorale permanente.
- Une zone dont le climat est également de type sahélien mais portant une végétation naturelle de type savane sèche et une pluviosité moyenne annuelle qui est passé de 600 à 400mm au cours des deux dernières décennies. L'agriculture dans cette zone est précaire du fait des conditions climatiques.

- Une zone dont le climat varie entre les types soudano-sahélien, soudanais et soudano-guinéen, portant une végétation de type savane arbustive et arborée, avec une pluviosité annuelle comprise entre 500 et 1200mm. L'agriculture dans cette zone, basée sur la culture sur brûlis est moins précaire que dans les deux premières, mais reste très sensible aux aléas climatiques. Cette zone couvre une quinzaine de pays notamment : Sénégal, Gambie, Guinée-Bissau, Guinée, Mali, Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Ghana, Togo, Bénin, Niger, Nigeria, Cameroun, Tchad, RCA, Soudan.

Du point de vue de l'organisation et de l'évolution sociale, la zone des savanes est caractérisée sur la base des processus de croissance, de développement et des mutations sociales, spatiales et politiques que ces milieux subissent. Les savanes dans ce cas ne sont pas définies comme des formations végétales sous des conditions climatiques déterminées mais comme des espaces construits par des sociétés. Les milieux de savanes sont plutôt caractérisés par rapport à leurs usages par les populations locales et aux processus sociaux et économiques qui s'y opèrent. Contrairement aux zones sahélo-sahariennes où les activités sont principalement orientées vers le pastoralisme ou alors aux zones forestières où domine la figure du planteur et du nomade pratiquant l'agriculture itinérante sur brûlis, les zones des savanes quant à elles abritent une société paysanne en majorité sédentaire ancrée dans le terroir.

La perception et la caractérisation des zones de savanes varient également en fonction de l'échelle ou du niveau d'organisation : Au niveau local on va repérer des régularités dans l'espace qui autorisent la définition d'entités spatiales homogènes : les terroirs de savane. La structure d'ensemble de ces entités spatiales présente successivement les zones d'habitation au centre associées aux champs de case, des terres cultivées associées ou non à un parc arboré sélectionné et des brousses périphériques (chasse, collecte de bois, cueillette, parcours de troupeaux), formant ainsi des terroirs qui s'organisent en auréoles plus ou moins concentriques.

Figure 2 : Structure auréolaire de l'organisation de l'espace dans les terroirs de savanes



Au niveau régional, on percevra des unités paysagères types qui forment des ensembles régionaux : paysages de savane. Vues à cette échelle régionale, les savanes sont des milieux ouverts associant graminées et ligneux, se distinguant clairement des milieux fermés de la forêt dense. Au niveau national ou étatique, les pays de savane seront ces états sahélo-soudanais enclavés par opposition aux états côtiers. Au niveau international, on verra une zone à faible intégration dans l'économie mondiale mais dont la tendance à l'intégration est de plus en plus croissante (zone des savanes d'Afrique de l'Ouest). Les interactions verticales que supposent ces différents niveaux d'organisation (les éventuels emboîtements d'échelle) se combinent avec des interactions horizontales de type nature/société pour déboucher sur des dynamiques spatiales d'une très grande complexité. La plupart des enjeux du développement de ces milieux se trouveraient davantage dans l'organisation de l'espace qui est selon Poutrier (2002) à la fois une expression et une condition du changement social global. Cette perception de la notion des savanes en niveau d'organisation, suggère a priori, une structuration et un fonctionnement hiérarchiques de ces écosystèmes lorsqu'on s'intéresse à leur caractérisation et à l'étude des processus qui déterminent leur dynamique.

3 Description du dispositif multi-échelle

3.1. Contexte

Le dispositif de recherche mis en place dans le cadre du PRASAC (Pôle de Régional de Recherche Appliquée au Développement des Savanes d'Afrique Centrale) ainsi que les approches et méthodes développées dans cette étude rejoignent une préoccupation d'analyse multi-échelle. La structuration du projet en composante de recherche s'est fondée sur la définition de niveaux d'analyse spécifiques. En effet, les thèmes de recherche ont été structurés en 6 composantes de recherche (Ci) qui couvrent les domaines prioritaires du développement agricole et pastoral de la région et qui se situent à des niveaux d'analyse appropriées (Figure 2) :

- C1 : Observatoire du développement (niveau sous régional)
- C2 : Gestion des terroirs et des espaces (niveau petite région ou territoire villageois)
- C3 : Conseil de gestion aux exploitations (niveau terroir ou exploitation agricole)
- C4 : Système de culture et d'élevage (niveau exploitation agricole ou parcelle)
- C5 : La transformation des produits agricoles (niveau unité de transformation)
- C6 : Productivité et compétitivité de la filière coton (niveau parcelle)

Cette structuration des activités de recherche en niveaux d'analyse est bien cohérente avec les thèmes de recherche de chaque composante mais présente l'inconvénient de favoriser des recherches disciplinaires en regroupant les opérations de recherche en fonction des disciplines : les études techniques ont tendance à se confiner au niveau parcelle et terroir alors que les études socio-économiques s'effectuent au niveau régional. Cette tendance se justifie par le fait que le niveau ou l'échelle d'analyse est le plus souvent déterminé par la discipline ou la tradition du chercheur. Les chercheurs en sciences sociales par exemple ont une longue tradition orientée vers les micro-niveaux alors que les écologistes ou géographes ont une tradition de recherche au niveau système.

Les ateliers organisés au sein de la composante 2 ont toutefois mis en évidence le fait que les opérations de recherche sur la dynamique des systèmes agraires sont transversales aux 4 premières composantes et donc aux niveaux d'analyse correspondants. Les questions de recherche relative à l'analyse des dynamiques spatiales présentent des besoins en terme de définition de nouveaux niveaux d'analyse (petite région, zone de référence) et de changements d'échelle. Une question d'ordre méthodologique que suggère ce constat et qui est d'un grand intérêt est celle de savoir pourquoi il est intéressant de changer de niveau d'analyse. En d'autres termes quelle est la contribution spécifique de chaque niveau d'analyse? Quelles sont les relations ou les interactions entre différents niveaux d'analyse lorsqu'on s'intéresse à un processus donné ?

3.2. Hiérarchie spatiale des niveaux ou échelles d'analyse

La notion d'échelle spatiale fait référence en générale à deux mesures fondamentales : l'étendue qui est la taille de l'espace étudié et la résolution qui correspond à la taille du grain, du pixel ou de la cellule. La notion d'échelle fait également référence aux niveaux d'organisation sociale ou de processus biophysique. Selon les typologies effectuées par O'Neill et al. (1986) et Allen et al. (1982), il existe plusieurs types d'emboîtement d'échelle ou hiérarchie d'organisation des écosystèmes : la hiérarchie de l'organisation biologique, la hiérarchie des processus et la hiérarchie spatiale. Il n'existe pas nécessairement une correspondance entre ces différentes formes de hiérarchie. Ainsi, lorsqu'on s'intéresse à l'étude de la structure et de la dynamique de l'utilisation de l'espace, on pourra distinguer l'échelle de prise de décision, l'échelle d'intervention des acteurs et l'échelle d'opération des processus. D'autre part, la connaissance concernant les processus étudiés est disponible à ces différents niveaux d'organisation et échelle d'analyse. Il est donc de plus en plus nécessaire de comprendre le fonctionnement du système d'utilisation de l'espace sur une large plage de niveau d'organisation et d'échelle. Plusieurs chercheurs reconnaissent que les différentes échelles devraient être liées et intégrées pour une meilleure compréhension du fonctionnement du système d'utilisation et une meilleure planification. Mais aucun cadre ni aucune méthode permettant une telle intégration n'est disponible actuellement (Lambin, 1994 ; Gibson *et al.*, 2000).

Dans le cadre du projet PRASAC, plusieurs unités ou niveaux d'organisation ont été identifiés et décrits pour observer et analyser les dynamiques agraires régionales de façon à mieux appréhender le développement agricole et pastoral de la sous région. Ces niveaux sont les suivants : l'écorégion, la région, la zone de référence, le terroir villageois, et l'exploitation agricole (figure 3). Compte tenu du nombre important de processus en interaction, il n'existe pas un niveau ou une échelle donné qui peut être considéré comme optimal pour les mesures ou prédictions. Toutefois, il est possible, pour chaque processus important dans la dynamique d'utilisation de l'espace, d'identifier une plage d'échelle qui permette de mieux restituer la structure de l'utilisation de l'espace. D'autre part pour un ensemble spécifique de données, une échelle optimale d'analyse peut exister où les

prédictions sont plus réalistes. Il serait donc souhaitable de ne pas utiliser une échelle d'observation à priori, mais extraire plutôt les échelles d'observation possibles à partir d'une analyse minutieuse des données (O'Neil et al. 1998).

Figure 3 : Structure hiérarchique des composantes de recherche et des échelles d'analyse

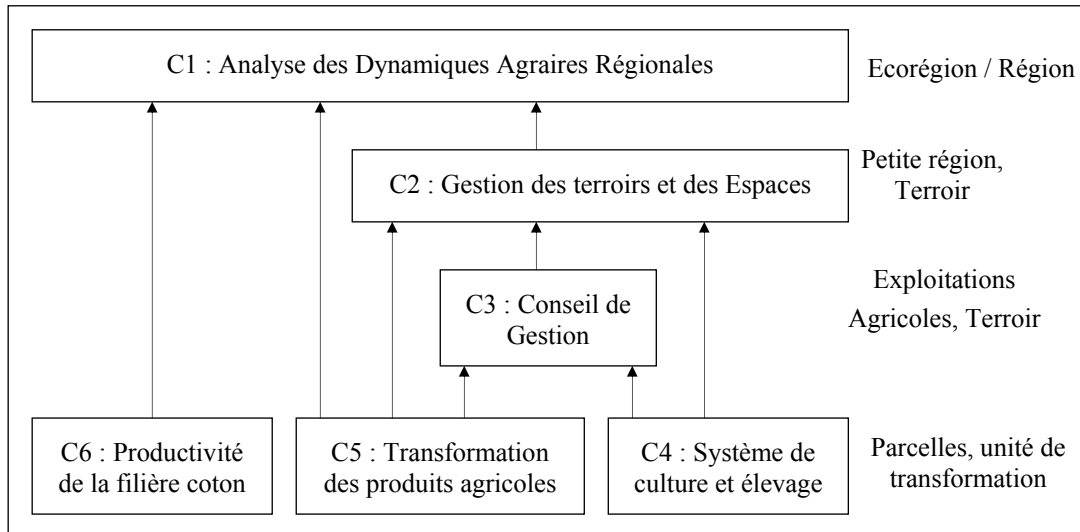
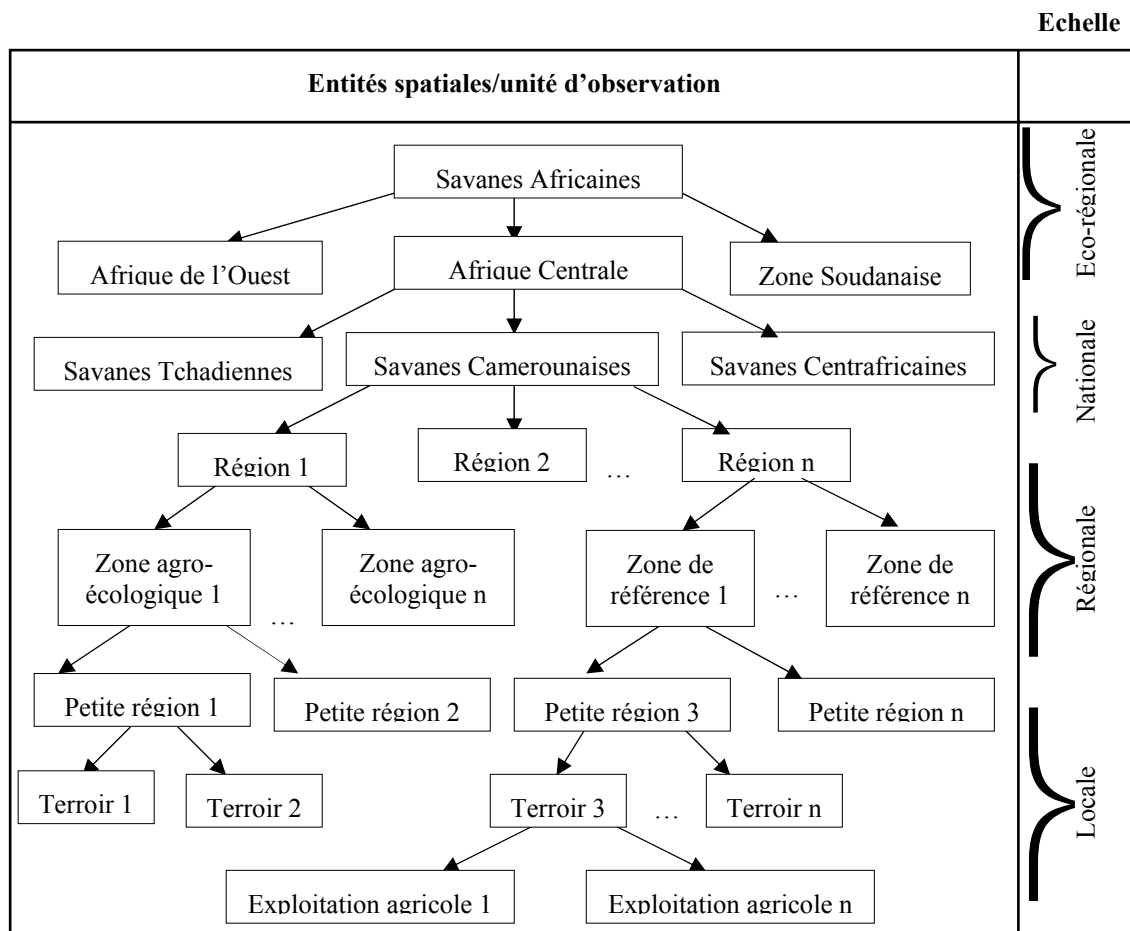


Figure 4 : Hiérarchie spatiale des unités d'observation et d'analyse



La prise en compte de ces différents niveaux d'analyse lors de l'étude des dynamiques agraires nous apparaît de plus en plus nécessaire pour pouvoir analyser de façon plus complète les processus en jeu et fournir ainsi aux acteurs et décideurs des informations correspondants à la diversité de leurs échelles de perception ou d'intervention. Ainsi, à chaque niveau d'analyse sont spécifiés clairement les processus étudiés et les informations attendues, afin de mieux juger des niveaux d'analyse et échelles de représentation des données pertinents.

4 Problématique du développement agro-pastoral des savanes d'Afrique centrale

4.1. Pression démographique, gestion des espaces et des ressources naturelles

Les pays de savanes d'Afrique Centrale sont confrontés au défi commun de l'Afrique tropicale qu'est l'explosion démographique qui rend les changements inéluctables : développement d'une agriculture périurbaine, création de marché potentiel pour les produits agricoles, et besoins pour des systèmes de production plus intensifs. La révolution urbaine est une expression de cette mutation sociale. Le doublement de la population en une génération soulève l'épineux problème de disponibilité et de gestion durable des ressources naturelles (Pourtrier, 2002).

Dans les zones à forte densité de population, les paysans ne disposent plus de réserve de terre. Ce qui limite les possibilités de défrichements, la pratique de la jachère et conduit à certains corollaires tels que la baisse de la fertilité des sols et les flux migratoires. Dans ce contexte, la question concernant la capacité de ces milieux à supporter les nouveaux besoins d'une population croissante prend de l'importance. La tendance à l'échelle régionale et les modes d'utilisation de l'espace montrent qu'on passe progressivement et inéluctablement d'un espace disponible et d'accès libre à un espace limité et fortement approprié. Pieri (1989) traduit bien cette conception de la trajectoire des formes d'utilisation de l'espace en affirmant que « tous les terroirs, quel que soit leur degré de peuplement initial enregistrent une montée de la pression démographique et une reproduction homothétique des systèmes de production qui les amènent tôt ou tard à une saturation de l'espace ». Dans les zones encore très peu peuplées, les réserves en terre sont considérables mais ne sont pas toujours accessibles du fait des conflits liés à leur exploitation par plusieurs communautés d'utilisateurs dont les pratiques et les intérêts peuvent être divergents. Les populations sédentaires doivent s'adapter avec l'arrivée des populations migrantes alors que les éleveurs doivent s'adapter à l'extension des surfaces cultivées qui sont des corollaires de l'accroissement de la population rurale.

L'un des multiples enjeux de développement des savanes d'Afrique centrale dans ce contexte est l'appui à la planification et à la gestion des espaces et des ressources naturelles aux échelles appropriées (région, arrondissement ou territoire villageois) en s'appuyant sur les connaissances acquises par la recherche ou par des cellules de suivi-évaluation des projets de développement (Bisson *et al.*, 1999). Cette orientation est d'autant plus pertinente lorsqu'on sait que les services en charge de cette planification dans ces régions, ne disposent pas des informations nécessaires comme des cartes d'occupation du sol actualisées ou les statistiques agricoles et les recensements fiables de la population ou du bétail. Les échelles nationale et régionale sont bien adaptées à l'étude du processus de planification du développement agricole ou pastoral. Car c'est à ces échelles que sont formulées les politiques, lois et règles administratives liées à la gestion de l'espace et des ressources naturelles.

4.2. Une approche de type zonage

Les zones agroécologiques sont les unités géographiques issues de l'opération de zonage sur un espace donné. En effet, l'idée des méthodes de zonage consiste à procéder à un découpage géographique du paysage agricole en zones afin de limiter (minimiser) la variabilité intra zone des paramètres qui déterminent une action bien définie. Le zonage vise à mettre en évidence au niveau spatial, la diversité des conditions de milieu ou socio-économique d'un territoire (Beclier, 1997). Nous définissons le zonage comme un découpage multicritères de l'espace en unités agroécologiques ou climatiques qui correspondent à des zones dont les problématiques appréciées sur la base des critères du zonage, sont plus ou moins homogènes. Cet outil permet ainsi aux chercheurs de formuler les résultats de recherche en terme de zone homogènes, aux décideurs ou acteur de développement d'adapter leur approche de recherche, leur intervention ou leur action à la diversité des milieux.

Le zonage présente un avantage certain contrairement aux approches classiques de conception et de diffusion des innovations en zone tropicale qui sont en général pour ce qui concerne la phase de conception, basées sur des méthodes de vulgarisation linéaire ou descendante. En effet, les résultats d'essais dits multilocaux sont analysés dans l'ensemble afin de déterminer la pratique qui en moyenne procure le meilleur rendement. On arrive de cette façon à proposer des recommandations pour améliorer la production ou développer une filière à l'échelle de la région ou du pays. Le principal inconvénient de ces approches réside dans la non prise en compte de la

spécificité de certaines zones dans les recommandations. Ce qui n'est pas intéressant pour les projets de développements qui sont évalués sur les critères d'efficacité sur leur zone d'intervention.

Un zonage effectué au niveau des savanes d'Afrique centrale a permis d'identifier les grands ensembles de production et de dégager des zones à problématiques homogènes afin d'y adapter les opérations de recherche (Beclier, 1997). Cela permet ainsi d'une part de concentrer les efforts sur des territoires bien définis en fonction des critères et des échelles jugés pertinents, d'autre part d'avoir une vue d'ensemble sur le fonctionnement du territoire des savanes et le comprendre par rapport aux problématiques retenues. Le zonage appliqué à l'ensemble de la zone PRASAC a été réalisé sur la base des facteurs déterminants suivants : la dynamique de la population, la place de la culture du coton dans le système de production, l'importance des activités agricoles et pastorales. Chacun de ces critères a été spatialisé et la couche de carte obtenue a subi une première agrégation en un nombre de classes qui facilite l'analyse (3 à 4). Ces couches ont été ensuite croisées et le résultat classifié sous le SIG. Dans les approches de zonage on utilise souvent les méthodes de classifications multivariées ou les analyses en composantes principales pour regrouper les données. Le croisement dans ce cas est basé sur la combinaison linéaire simple suivante :

$$DP*2+PCSC*2 + PTC + DCB$$

où DP est la densité de la population, PCSC le pourcentage des superficies cultivées en coton, PTC le pourcentage des terres cultivées et DCB la densité du cheptel bovin.

Dans cette formule, la densité de population (DP) et la place qu'occupe la culture du coton dans le système de production mesuré par le pourcentage des surfaces cultivées en coton (PCSC) ont été considérées comme les facteurs les plus importants. Le premier à cause de l'ampleur des dynamiques de populations observées dans les trois pays et à cause des processus migratoires et les changements d'occupation du sol qu'elles engendrent. Le deuxième parce que le coton, principale culture de rente et donc importante source de revenu pour les populations a toujours été le moteur du développement économique et le critère de cohésion des exploitations agricoles. Les deux autres paramètres sont respectivement l'importance des activités agricoles qui est mesurée par le pourcentage des terres cultivées par unité administrative (PTC) et l'importance des activités pastorales qui est mesurée par la densité du cheptel bovin (DCB). Ce calcul a fourni un résultat cartographique qui permettent de valider le découpage manuel effectué sur la base de la superposition des différentes couches de données et des connaissances de la zone d'étude. Il ressort un zonage de l'espace des savanes d'Afrique centrale en 8 grands ensembles de production qui correspondent à des problématiques différentes du développement agricole et pastoral.

Tableau 1 : Données de population et statistiques agricoles utilisées

(Source : Jamin et al., 2003)

Pays	Préfecture/Province	DP	PCSC	PTC	DCB
Tchad	Salamat	2	0	2	15
	Guera	4	0	3	27
	Mayo-Kebbi	33	21	11	4
	Chari-Bagui	11	5	11	61
	Moyent-Chari	12	18	5	8
	Tandjile	21	12	8	3
	Logone Occidental	39	19	10	8
	Logone Oriental	15	18	8	3
	Vakaga	1	0	0	0
RCA	Bamingui-Ba	1	0	0	0
	Ouham	8	17	2	5
	Nana-Gribin	4	16	1	1
	Ouham-Pende	11	21	3	23
	Ouaka	2	11	1	6
	Nana-Mamber	14	0	1	19
	Kemo	6	14	1	0
	Ombella-Mpo	2	0	2	10
Cameroun	Extrême-Nord	94	7	31	30
	Nord	62	16	4	7
	Adamoua	4	1	2	18

N.B : Ces données sont obtenues par agrégation des données utilisées pour le zonage qui sont à l'échelle des départements.

Des travaux visant à une meilleure compréhension des problèmes de gestion de l'espace et des ressources naturelles ont ainsi été initiés dans chacune des zones représentatives de l'aire PRASAC au Cameroun, au Tchad et en RCA. Dans le cadre de ce travail, nous nous intéressons à la zone 1 afin d'analyser la dynamique des systèmes agraires au cours des deux dernières décennies et les facteurs déterminants les dynamiques d'utilisation de l'espace. Cette zone est caractérisée par des fortes densités de population (entre 50 et 80 hab/km²). C'est une zone marginale pour la culture cotonnière qui présente par contre une importante production vivrière et une forte intégration de l'agriculture avec l'élevage qui est utilisé comme source d'investissement. Il ressort dans cette zone qui est étudiée de façon spécifique dans ce travail, une problématique liée au rendement de la production agricole, à la saturation des terres, à la dégradation des sols.

5 Analyse de la diversité des systèmes agraires des savanes de l'Extrême Nord du Cameroun

5.1. Zonage de la diversité des situations agroécologiques

L'analyse de la diversité des situations agricoles au niveau des savanes de l'Extrême Nord du Cameroun est également abordée par une approche de type zonage. Il existe deux principales contributions au zonage de la grande région du Nord Cameroun. Kamuanga (1997) a réalisé un zonage de la province de l'Extrême Nord devant servir de cadre de référence à une meilleure définition des thèmes de recherche en milieu paysan. Ce zonage prend en compte les contraintes locales et les besoins des producteurs. Les critères principaux retenus (système de culture, type de sol, degré d'implantation de la traction bovine) lui ont permis de découper la province en 8 situations agricoles. Dugué *et al.* (1994) ont proposé un zonage agro-écologique de la zone cotonnière du nord Cameroun qui est utilisé dans le cadre de ces travaux. Ce zonage prend en compte la diversité des situations agricoles et pastorales du Nord Cameroun en intégrant les critères suivants :

- La densité de population et la disponibilité en terre cultivables (saturation foncière)
- La place de l'élevage à l'échelle de l'unité de production et des petites régions
- La nature des systèmes de culture (culture dominante, niveau d'intensification et possibilités de diversification)
- L'environnement socio-économique (accès au marché, enclavement, organisation sociale)

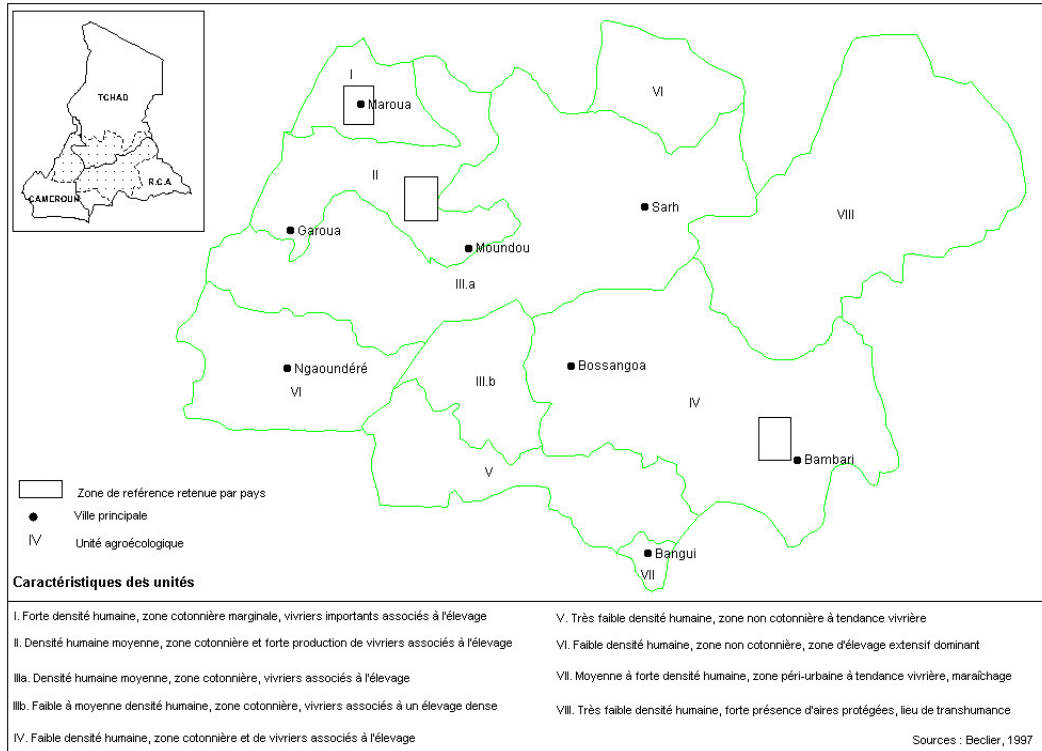
Ces critères permettent de distinguer au total 5 grandes zones agroécologiques sur l'ensemble des savanes de l'Extrême Nord du Cameroun parmi lesquels trois zones se retrouvent dans la zone cotonnière qui est principalement concernée dans cette étude : les piémonts des mont Mandara, la pénélaine de Kaélé et de Kalfou, les plaines du Diamaré et de Mora. Les zones de montagne, les zones inondables ou irriguées qui incluent les zones d'élevage extensif se trouvent hors de la zone cotonnière (figure 5).

La zone des piémonts : Dans cette zone, le milieu physique présente des sols sableux et caillouteux d'une part et quelques sols de plaines fertiles. La pluviométrie autour de 1000 mm et parfois plus à cause du relief est un facteur peu limitant pour les cultures du coton, de l'arachide et du sorgho. La densité de population est très élevée, entre 50 et 180 hab/km² et la zone est moyennement à fortement saturée. Les exploitations agricoles sont de petites tailles, inférieures à 3 ha. La dégradation des terres est importante en particulier sur les hauteurs et les terres cultivables sont presque entièrement mises en culture. Le système de culture est composé de coton (plus de 50%), arachide et niébé (20-25%), de sorgho (15 à 20%) et l'oignon sur quelques sites. La densité du bétail d'environ 24 UBT/km² est moyenne par rapport à la valeur régionale. L'accès au marché est assez facile en raison de la densité des voies de communication et de la proximité de Maroua.

La pénélaine de Kaélé et du Bec de canard : Dans cette zone, les terres exondées alternent avec les sols vertiques très argileux utilisée pour la culture du Muskuwaari) alors que les sols ferrugineux plus sableux et les sols halomorphes stériles (hardés) sont réservés au pâturage. La pluviométrie entre 700 et 800 mm par an est très aléatoire et parfois, limitant pour l'ensemble des cultures. La densité de population est moyenne à très forte, entre 30 et 180 à 200 hab/km². C'est une zone moyennement à fortement saturée. La dégradation des sols sableux et sablo-argileux est importante en raison d'une occupation et une exploitation ancienne des terres. Le système de culture est dominé par les vivriers sorgho, Muskuwaari et niébé qui sont en extension alors que le coton stagne. L'élevage est très présent et les systèmes d'élevage diffèrent selon les groupes ethniques. L'intégration entre l'agriculture et l'élevage est très développée chez les Toupouri, l'élevage bovin s'est développé par la culture attelée chez les Moudangs où l'élevage des petits ruminants est très important. Par contre, les éleveurs Fulbes (peuls) ou Kanuri de la région de Mindif, Zongaya, Kolara et Moutouroua possèdent d'importants troupeaux et pratiquent la transhumance en saison sèche (dans les plaines inondables ou au Tchad). Les paysans de cette zone, d'ethnie Massa et Mousgoum sont principalement des pêcheurs. L'accès au marché est sans

difficulté mais les quantités commercialisées sont faibles parce que les quantités produites restent insuffisantes pour satisfaire les populations locales.

Figure 5 : Carte du zonage des grands ensembles de production des savanes d'Afrique Centrale



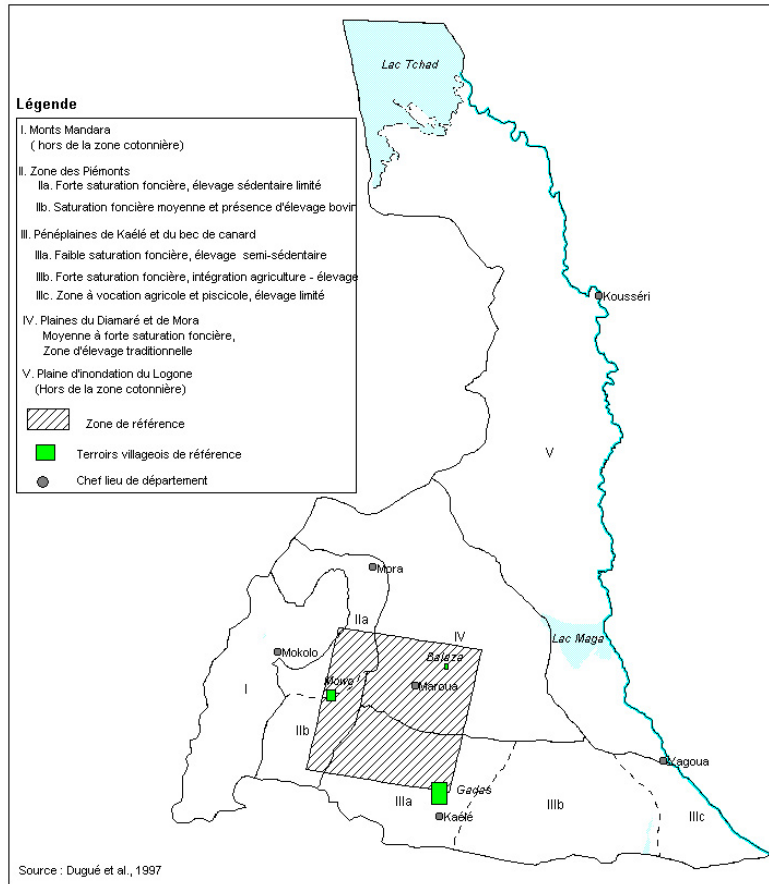
Les plaines du Diamaré et de Mora : Dans cette zone, les sols sont vertiques et sablo-argileux. La pluviométrie entre 600 et 700 mm, est limitante pour toutes les cultures. La densité de population est moyenne et parfois très élevée, entre 50 et 100 hab/km². La zone est saturée foncièrement et la disponibilité en terre à défricher est faible. Le système de culture est à base de céréales d'arachide et de coton avec un développement locale d'oignon. L'élevage est très présent, avec une densité de bétail estimée à 30 UBT/km² et un important cheptel de petit ruminant du fait de la présence de populations musulmanes. Les éleveurs dans la plaine du Diamaré sont essentiellement des Foulbés dont 80% pratiquent la transhumance en période de culture pluviale en raison de l'exiguïté des parcours. La mise en marché des produits est facilitée par la présence d'un réseau de voie de communication assez dense.

5.2. Le choix des terroirs villageois de référence

Le niveau du terroir villageois est défini ici au sens géographique du terme. Il correspond à l'espace exploité par une communauté rurale en vue d'obtenir des produits agricoles, d'élevage et de cueillette (Bisson et Dugué, 1999). Il inclut le finage et toutes les terres appartenant au village, placées sous l'autorité de son chef. Cette échelle est considérée comme l'échelle la plus fine lorsqu'on s'intéresse aux dynamiques spatiales d'utilisation de l'espace. En collaboration avec les structures et projets de développement ou de vulgarisation intervenant dans la zone (SODECOTON, DPGT, PNVA), un territoire villageois a été choisi dans chaque zone pour réaliser un diagnostic global et mener des études détaillées. Ce choix s'appuie sur l'hypothèse de la représentativité de chacun de ces territoires du point de vue des problématiques retenues pour chaque zone. Une base de données s'appuyant sur le recensement des exploitations agricoles du terroir permet de mieux caractériser les systèmes d'utilisation de l'espace à l'échelle du terroir (Havard *et al.*, 2002). A cette échelle, la cartographie au GPS a été privilégiée pour la production des cartes d'utilisation de l'espace.

Le problème de représentativité que pose le choix des terroirs de référence suggère une analyse à un niveau intermédiaire entre le terroir et la région, qui permet non seulement d'obtenir des informations plus spécifiques sur les dynamiques de l'espace agricole mais qui permet également de fournir des informations plus représentatives des situations agroécologiques identifiées à l'échelle de la région ou des unités agroécologiques. Ces informations concernent éventuellement les relations entre le système de culture et d'élevage, l'organisation sociale et les changements agraires.

**Figure 6 : Carte du zonage agroécologique de la zone cotonnière de l'Extrême Nord du Cameroun
Zone de référence et terroirs villageois de référence**



5.3. Le choix de la zone de référence

La répétition d'études locales visant à couvrir des espaces plus larges est contrainte par des problèmes liés aux moyens d'observation et d'analyse. De plus, il y a une raison scientifique de penser que la simple addition de plusieurs études à l'échelle locale n'est pas une réponse à la compréhension des processus qui agissent à de grandes échelles spatiales (Lambin, 1994). Les unités d'observation petite région ou zone de référence se justifient par le fait que certaines questions concernant la gestion des ressources naturelles, l'utilisation de l'espace et la gestion des systèmes d'approvisionnement doivent être abordés à des échelles plus vastes que le terroir villageois (de la petite région ou de la grappe de village). La grappe de village est considérée comme un ensemble de terroirs villageois ayant des intérêts en commun et exploitant des espaces communs ou en forte interaction (Bisson et Dugué, 1999). Par exemple, des phénomènes naturels (érosion hydrique, feux de brousse) ou les pratiques des éleveurs (transhumance) ne tiennent pas en compte les limites strictes du terroir et doivent être étudiées en relation avec les territoires voisins et donc sur des espaces plus vastes (petite région ou zone de référence).

Les unités administratives qui bien que représentant des échelles pertinentes pour le décideur au niveau national, ont un caractère artificiel lorsqu'il s'agit de comprendre des processus écologiques et des modes de gestion des ressources naturelles par les sociétés. La zone de référence retenue bien qu'ayant une forme géométrique déterminée par les dimensions d'une image satellite (d'une superficie d'environ 3600 km²) correspond à une unité géographique représentative de la zone d'étude en ce qui concerne les problématiques de l'occupation de l'espace et du développement agricole de la zone des savanes de l'Extrême Nord du Cameroun. Elle a été choisie de façon à couvrir les terroirs villageois de références représentant chacune des zones agro-écologiques : les plaines du Diamaré au nord sur environ 1502 km², la pénéplaine de Kaélé sur environ 871 km² et les piémonts des monts Mandara dans la partie occidentale, sur environ 871 km². Traversée dans sa partie centrale par la route nationale bitumée qui relie le Cameroun au Tchad en passant par les villes de Garoua, Maroua et Kousséri, la zone de référence est centrée autour de la ville de Maroua. Cette dernière s'affirme dans la région de l'Extrême Nord du Cameroun comme un centre de polarisation de l'espace compte tenu de son rôle moteur dans le

développement de la plupart des filières régionales qui influencent fortement les grandes dynamiques agraires (les filières bovin, bois énergie, cultures maraîchère, fruitière ou céréalière). Dans cette zone, le système de culture comprend le coton, les cultures pluviales et la culture du sorgho de contre saison qui y a connu une très forte extension au cours des deux dernières décennies. La pression foncière est assez forte et on observe une importante compétition entre activités agricoles et activités d'élevage.

Ce niveau d'analyse a été jugé pertinent pour appréhender dans les détails les changements survenus dans l'occupation du sol et fournir des éléments d'explication. Les unités administratives ou les unités agroécologiques sont ensuite superposées aux cartes produites afin de disposer des informations statistiques correspondants à ces unités spatiales. Les résultats ainsi obtenus permettront de mobiliser les décideurs et les organismes de développement pour affiner les analyses et déboucher sur des outils d'aide à la planification.

6. Les processus étudiés, les niveaux d'analyse et les méthodes de transfert d'échelle

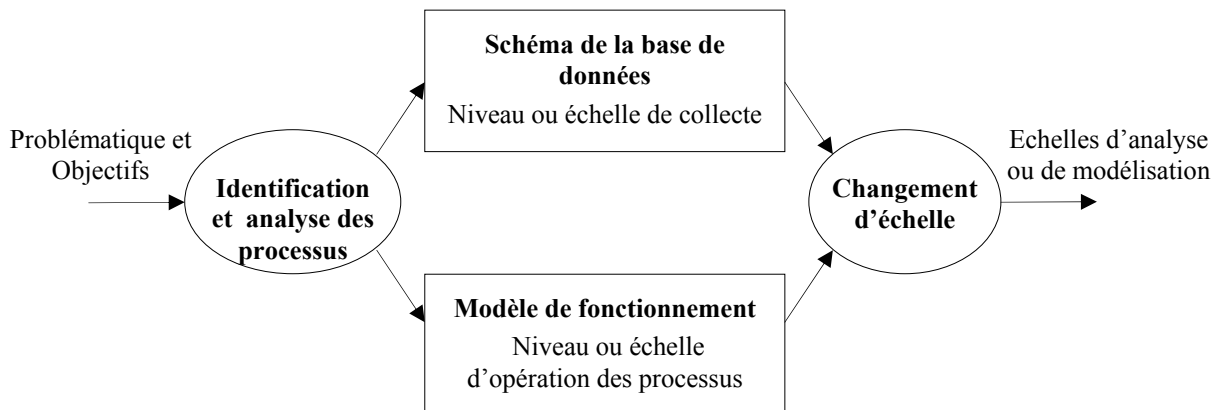
6.1. Objectifs du changement d'échelle

Les méthodes de transfert d'échelle dépendent non seulement des processus étudiés mais aussi et surtout du motif de changement d'échelle qui peut être lié à la nature des données spatiales (figure 6). Les motivations qui nous amènent à vouloir changer de niveau d'analyse ou d'échelle de représentation de l'information sont nombreuses. Ce sont entre autre :

- Le besoin de généralisation. On souhaite savoir si un processus observé à l'échelle du territoire villageois se traduit sur des espaces plus vastes. Est ce un processus essentiellement local ou un processus d'une ampleur régionale ?
- Le besoin d'informations explicatives sur un processus global. Un processus observé à l'échelle globale se traduit-il de façon identique à l'échelle locale ? Si oui, quels sont les facteurs déterminants ? Cette question va certainement faire intervenir de nouvelles variables qui ne peuvent être appréhendées qu'à l'échelle locale. Réciproquement, on peut être intéressé à rechercher les causes d'un processus local à une échelle régionale.
- Le besoin d'évaluation de la distance d'interaction d'un processus à des fins de modélisation ou de simulation. Certains processus qui opèrent à une certaine distance du territoire villageois y influence la dynamique d'utilisation de l'espace. On aimerait connaître quelle est la distance pertinente à prendre en compte dans l'analyse (étendue et résolution) ?
- Le besoin de faire émerger des comportements globaux à partir des comportements individuels
- L'indisponibilité d'outils ou de méthodes d'analyse adaptées à la complexité des processus aux échelles où ils opèrent.
- Le besoin d'harmoniser l'échelle de collecte des données à celle où le processus opère. Le choix de l'échelle est souvent hors du contrôle du scientifique car déterminé pendant des activités de collecte qui aurait été conçues pour des objectifs totalement différents ou très globaux.

Ces besoins d'observations et d'analyse multi-échelle font de plus en plus appel à l'exploitation de méthodes et des outils spécifiques comme les outils de SIG, les approches de zonage, l'analyse spatiale, les statistiques, la modélisation, les systèmes multi-agents, etc.

Figure 7 : Procédure d'identification des niveaux ou échelle d'analyse des processus



6.2. Relation entre processus et niveau d'analyse

La spécification des problématiques des dynamiques agraires des savanes de l'Extrême Nord du Cameroun a conduit à identifier les processus et les phénomènes clés, pouvant faire l'objet d'une analyse détaillée : les dynamiques du peuplement humain, les dynamiques d'occupation du sol, les dynamiques foncières notamment les processus d'appropriation et de saturation de l'espace, les conflits entre agriculteurs et éleveurs, les stratégies des acteurs ruraux et les relations ville-campagne. Chacun de ces processus opèrent prioritairement à des niveaux d'échelle spécifiques (tableau 1). En réalité, la plupart des processus étudiés opèrent sur presque toute la plage d'échelle allant du terroir à la région, toutefois il est possible pour chaque processus d'identifier un niveau privilégié.

Tableau 2 : Relation entre processus et niveau d'analyse géographique

Processus \ Niveau d'analyse	Terroir	Zone référence	Région
Dynamique du peuplement	+	++	+++
Dynamiques d'occupation du sol	+	+++	++
Dynamiques foncières	+++	++	+
Conflits agriculteurs-éleveurs	+	+++	++
Stratégies des acteurs	++	+++	+
Relations ville-campagne	+	++	+++

(le nombre de signe + traduit l'importance du processus au niveau considéré)

6.3. Relation entre niveaux d'analyse et données spatiales

L'étude des processus devrait donc se faire aux échelles où ceux-ci opèrent prioritairement. Ceci ne peut se faire qu'en exploitant des données spatiales couvrant des étendues et des résolutions spatiales appropriées (tableau 2). De nombreuses données spatiales dans le contexte spécifique des savanes d'Afrique centrale ne sont pas disponibles aux échelles ou avec la précision souhaitée. Les méthodes de changement d'échelle de représentation des données jouent un rôle déterminant dans ce type de situations.

Tableau 3 : Relation entre données spatiales et niveaux d'analyse géographique

Données spatiales \ Niveau d'analyse	Terroir	Zone référence	Région	Méthode d'acquisition
Carte du parcellaire	+			Levé de terroir
Carte d'utilisation actuelle de l'espace	+		+	Cartographie au GPS et photointerprétation
Cartes d'occupation du sol multidates		+		Traitement d'image et photointerprétation
Cartes topographiques		+		Numérisation et intégration SIG
Statistiques démographiques			+	Structuration et requête SGBD
Statistiques agricoles et pastorales			+	Structuration et requête SGBD
Carte des sols, du relief, d'accessibilité		+	+	Numérisation, Importation et traitement sous SIG

6.4. Les méthodes de transfert d'échelle

6.4.1. Le changement d'échelle de représentation des données sous SIG

Presque tous les travaux traitant du sujet de changement d'échelle s'accordent sur les sollicitations multiples et l'intérêt de la télédétection et des SIG (Quattrochi et al. 1997). Les SIG donnent la possibilité de représentation multiéchelle et la possibilité de mettre en place des bases de données contenant les versions numériques de plusieurs cartes à différentes échelles. Les techniques statistiques et de traitement de données prenant en compte explicitement la notion d'échelle sont disponibles sous forme de fonctions implémentées sous le SIG. Le problème de changement d'échelle de représentation des données se pose principalement pour les données spatiales représentées sous forme raster. Certaines données vecteur doivent subir une conversion en raster afin d'être analysées quantitativement. Les échelles de représentation initiales sont diverses et ne sont pas nécessairement les plus appropriées pour analyser les processus étudiés. L'importance relative des différentes formes d'utilisation de l'espace à l'échelle de la région va par exemple varier avec l'échelle de représentation de la carte d'utilisation de l'espace.

6.4.2. Appréhender la diversité locale par les approches de type zonage

Lorsqu'à grande échelle (écorégion ou région) on souhaite analyser les dynamiques agraires, la diversité des situations régionales ou locales constitue une contrainte spécifique. Les méthodes de zonage se présentent alors comme des outils appropriés pour mieux appréhender cette diversité en identifiant des zones homogènes en fonction des problématiques. Ces zones définissent un autre niveau d'analyse moins complexe (plus petite étendue et homogénéité relative). L'analyse peut donc être effectuée à cette nouvelle échelle de façon plus ou moins exhaustive ou sélective en fonction des possibilités techniques. Les observations peuvent ensuite être plus ou moins précisément restituées à grande échelle par comparaison ou par juxtaposition. Lorsqu'on passe par exemple de la zone agroécologique au terroir, un problème méthodologique qui se pose est celui du choix des terroirs de référence. En d'autres termes, peut-on à partir des éléments de caractérisation et de compréhension des processus observés à cette échelle (terroirs) tirer des conclusions sur les espaces plus vastes dont ils sont sensés être représentatifs ? En effet, le zonage ayant permis de définir des unités homogènes du point de vue d'un ensemble de critères, un espace ne pourra être jugé représentatif d'une unité que sur la base de cet ensemble de critères. La réponse à cette question dépend non seulement du critère de choix des espaces représentatifs mais également des variables étudiées et de la méthode de généralisation.

On pourrait par exemple chercher à savoir si les logiques de construction et d'évolution des terroirs sont identiques. Comment est-ce que des espaces différents ont pu évoluer suivant les mêmes logiques ? De telles questions suggèrent d'envisager une modélisation de ces territoires dans la perspective d'appréhender les dynamiques agraires à une échelle plus grande comme la zone de référence (Loireau, 1994). Ce besoin de généralisation nécessite de toute évidence un effort de discrimination plus fine des espaces étudiés, de différenciation de leurs dynamiques agraires et territoriales. Afin de comprendre plus finement le fonctionnement des systèmes agraires, on devra être amené à analyser au niveau des territoires spécifiques les causes, les facteurs déterminants et les conséquences des processus.

6.4.3. Le changement d'échelle dans les modèles de projection ou de simulation

Les changements d'occupation du sol ou d'utilisation de l'espace sont le résultat de processus qui opèrent sur une large plage d'échelles spatiales et temporelles. Certains auteurs ont même montré que la combinaison de facteurs déterminants n'était pas la même aux différentes échelles considérées. Le cadre de modélisation CLUE proposé par (Veldkamp *et al.*, 1996) permet de prendre en compte cette propriété et l'organisation hiérarchique des systèmes d'utilisation de l'espace pour simuler les changements d'utilisation de l'espace dans un futur proche. Le modèle distingue d'abord deux niveaux d'analyse : le niveau national où s'effectue la demande pour les différentes utilisations de l'espace et le niveau local où s'effectue l'allocation explicite de l'espace à une utilisation spécifique. Au niveau local (grille artificielle), la procédure d'allocation distingue une grande résolution d'allocation où se calcule les tendances générales de changement et pour identifier l'influence des facteurs qui interagissent sur de longues distances - et une fine résolution d'allocation où se calcule les proportions d'utilisation de l'espace en prenant en compte les contraintes locales (Verburg *et al.*, 1999).

Dans les approches multi-agents, lorsqu'on veut par exemple simuler la dynamique des systèmes complexes, on représente le système comme un ensemble d'entités et d'interactions. L'analyse privilégie les comportements locaux directement observables dans la réalité aux paramètres globaux dont la justification n'est pas toujours évidente (Bakam *et al.*, 1998). On arrive de cette façon, à partir de l'implémentation des comportements locaux, à faire émerger les comportements globaux qui résultent des interactions entre les différentes composantes. Les systèmes multi-agents sont en ce sens des outils de transfert d'échelle du local au global. De façon plus explicite, les concepts d'agrégation et de spécialisation de la modélisation objet utilisée pour construire les systèmes multi-agents permettent de définir des hiérarchies d'entités spatiales emboîtées. On arrive par exemple à représenter toute la hiérarchie de niveaux d'entités qui constituent un paysage (cellules, unité élémentaire d'un couvert végétal, formation végétal, paysage). Les caractéristiques et les règles d'évolution de chaque niveau peuvent être décrites et les interactions entre ceux-ci implémentés dans le système.

7. Conclusion

La complexité des processus de changement d'utilisation de l'espace et le caractère hiérarchique des écosystèmes de savane font qu'il est difficile de développer des méthodes intégrées pour étudier la dynamique des systèmes agraires. La revue de la littérature montre que la plupart des modèles existants optent en général pour un niveau d'analyse exclusivement et ce choix est en général basé soit sur des raisons arbitraires et subjectives ou en fonction de la discipline du chercheur concerné (Gibson *et al.*, 2000 ; Watson, 1978). Le dispositif multi-échelle décrit dans cet article et les discussions relatives aux possibilités de changement d'échelle montrent l'intérêt d'une intégration de plusieurs échelles ou de niveaux d'analyse dans le cadre d'une étude de la dynamique des systèmes agraires. Toutefois, il serait irréaliste de penser à un modèle unique qui

intègre entièrement les dynamiques locales et globales. Nous suggérons plutôt des modèles à l'échelle régionale alimentés par des détails pertinents du niveau local de prise de décision qui sont utiles pour la validation des relations globales et permettent la comparaison et le lien entre les comportements locaux et globaux. Les informations ainsi obtenues permettraient une meilleure planification de l'utilisation de l'espace.

8. Remerciements

Ce travail a été initié dans le cadre de la composante Gestion des Terroirs et des Espaces du projet PRASAC. Nous remercions à cet effet la coordination régionale et scientifique du projet qui a respectivement assuré le financement et l'organisation des ateliers de travail d'où ont émergées les idées principales de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN ET STARR (1982) *Hierarchy: perspectives for ecological complexity*, University of Chicago Press, Chicago, 253 pages.
- BAKAM I. ET BOUSQUET F. (1998) *CORMAS : Un environnement de simulation des modèles multi-agents pour la gestion des ressources renouvelables*. UNU/Université de Yaoundé I, Rapport de recherche n°15, 30 pages.
- BECLIER D. (1997) *Etude de faisabilité d'un SIG dans le Cadre du Pôle régionale de recherche appliquée au développement des savanes d'Afrique centrale (PRASAC)*. Rapport de fin d'étude 3^{ème} année ENSA de Toulouse, 50 pages + Annexes.
- BISSON P. ET DUGUE P. (1999) Contribution de la recherche agricole au développement régional. Le cas des zones de savanes d'Afrique centrale. *Les Cahiers de la Recherche Développement* n° 45-1999, pp. 106-113
- DUGUE P., KOULANDJI J., ET MOUSSA C. (1994) *Diversité et zonage des situations agricoles et pastorales de la zone cotonnière du Nord Cameroun*. IRA/Projet Garoua II, Garoua, Cameroun, 84 pages.
- EASTERLING W. E. (1997) Why regional studies are needed in the development of full-scale integrated assessment modelling of global change processes, *Global Environmental Change*, Vol 7, No 4, pp. 3337-356.
- GIBSON, C. C, OSTROM E., ET ANH TK. (2000) The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey, *Ecological Economics* v. 32, pp. 217-239.
- HAVARD M., ET ABAKAR O. (2002) *Caractéristiques des exploitations agricoles des terroirs de référence du PRASAC au Cameroun*. PRASAC/IRAD, Délégation Nationale du Cameroun. Rapport, 27 pages.
- IMBERNON J. (1999) Approche écorégionale et approche spatiale. *Les Cahiers de la Recherche Développement* n° 45-1999, pp. 85-105
- JAMIN J.Y., GOUNEL C., BOIS C. (EDS SC.) (2003) *Atlas. Agriculture et développement rural des savanes d'Afrique centrale*. Montpellier/Ndjamena, Prasac, 100 pages.
- JOSSET G. (1990) Aménagements villageois et du terroir. *Centre Technique de Coopération Agricole et rurale* 151 pages.
- KAMUANGA M. (1997) Zonage de L'Extrême Nord du cameroun. In *Diversité des situations agricoles et problématiques de développement de la zone cotonnière*.
- LOIREAU M. (1998) *Espaces –Ressources – Usages : spatialisation des interactions dynamiques entre système sociaux et systèmes écologiques au sahel nigérien*. Thèse de doctorat de l'université Paul Valéry, Montpellier III, 393 pages.
- LAMBIN E. F. (1994) *Modelling deforestation processes: A review*. Research report n°1, TREES Series. 113 pages.
- MILLEVILLE P. ET SERPANTIE G. (1994) Intensification et durabilité des systèmes agricoles en Afrique soudano-sahélienne. In *Actes du séminaire sur la promotion de systèmes agricoles durables dans les pays de l'Afrique soudano-sahélienne*, FAO/CIRAD, 10-14 janvier 1994, Dakar, Sénégal, pp. 33-45

- NTOUPKA M. (1999) *Impacts des perturbations anthropiques sur la dynamique de la savane arborée en zone soudano-sahélienne nord du Cameroun*. Thèse de doctorat de l'université Paul Valéry de Montpellier III, France, 260 pages.
- O'NEILL R. V., DEANGELIS D. L., WAIDE J. B. AND ALLEN T. F. (1986) A hierarchical concept of ecosystems, *Monographs in population biology*, Vol 23, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1986, 253 pages.
- O'NEILL R. ET KING A.W. (1998) *Homage to St Michael or Why are they so many Books on scale*, New York colombia University Press, pp. 3-16.
- POUTRIER R. (2002) Les savanes africaines entre local et global : milieux, sociétés espaces. In Jamin J.Y., Seiny Boukar L. (eds) *Savanes africaines des espaces en mutation, des acteurs face à des nouveaux défis. Actes du colloque International, mai 2002, Garoua, Cameroun, PRASAC*
- PIERI C. (1989) Fertilité des terres de savanes : bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du sahara. CIRAD, 444 pages.
- QUATTROCHI D.A., ET GOODCHILD M.F. (1997) *Scale in Remote Sensing and GIS*. Lewis Publishers, 406 pages.
- VELDKAMP A. AND FRESCO, L.O. (1996) CLUE-CR: an integrated multi-scale model to simulate land use change scenarios in Costa Rica. *Ecological Modelling* 91, pp. 231-248.
- VELDKAMP A. KOK K., DE KONING GHJ, SCHOORL JM, SONNEVELD MPW (1999) Multi-scale system approaches in agronomic research at the landscape level.
- VERBURG P.H., DE KONING G.H.J., KOK K., VELDKAMP A. AND BOUMA J., (1999), A spatial explicit allocation procedure for modelling the pattern of landuse change based upon actual landuse, *Ecological modelling* 116, pp 45-61.
- WATSON M.K. (1978) The scale problem in human géography. *Geografiska Annaler*, v. 60B, pp. 36-47