



**Universiteit
Leiden**
The Netherlands

SMALL Savannah : an information system for the integrated analysis of land use change in the Far North of Cameroon

Fotsing, E.

Citation

Fotsing, E. (2009, December 8). *SMALL Savannah : an information system for the integrated analysis of land use change in the Far North of Cameroon*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/14619>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/14619>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).



Photo 4. Un point de vente du bois de feu sur la route Maroua-Waza, région de l'Extrême Nord du Cameroun.

Chapitre 4. Un dispositif multi-échelle pour l'analyse des dynamiques agraires en zone des savanes

Résumé

Les questions d'échelle sont très importantes et se posent dans presque toutes les applications environnementales. Lorsqu'on étudie les dynamiques agraires, une préoccupation importante est de savoir les échelles auxquelles opèrent les processus ainsi que les échelles d'observation appropriées. 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 qui semble la plus appropriée pour identifier les éléments structurants du système agraire 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 clés et des contrastes plus marqués se manifestent dans les systèmes de mise en valeur des espaces et leur niveau de productivité. En effet, il n'existe pas une échelle a priori mais des plages d'échelles pertinentes pour analyser les dynamiques agraires. Le développement d'approches multi-échelles est de plus en plus déterminant dans les études sur les écosystèmes. Ce chapitre décrit le dispositif régional et multi-échelle sur lequel repose SMALL Savannah, le SIE conçu pour analyser les changements d'utilisation de l'espace en zone des savanes. La hiérarchie spatiale du dispositif est présentée et les questions relatives aux méthodes de changement ou d'articulation d'échelle sont ensuite abordées.

Mots clés : zonage agroécologique, dynamique des systèmes agraires, hiérarchie spatiale, hiérarchie de processus, changement d'échelle

Abstract

Scale issues are very important and can be found in almost all environmental applications. When studying land use system dynamics, one important question is to identify scales at which processes are operating and also the appropriate observation scales. Agronomic and socio-economic studies undertaken at farm level have several advantages for the understanding of agrarian systems dynamic. This small-scale approach appears to be the most appropriate for identifying key features and components of the agrarian system, and for understanding their rules of organisation and management. Most of these farm-level studies present a great technical and disciplinary tendency. As a result, analysis at the village level already presents some limits to such small-scale approaches. Further, an increasing number of studies have revealed that several key processes and the diversity in land use systems and their productivity are likely to appear only at a regional level. In fact, there is not one scale but a range of appropriate scales to analyse land use system dynamics. The development of multi-scale approaches is thus becoming increasingly important for the study of natural ecosystems. This chapter presents the regional and multi-scale framework of SMALL Savannah, an EIS design for the analysis of land use changes in savannah areas. The spatial hierarchy of this framework is presented and issues related to crossed-scale analysis and scale transfer methods are discussed.

Keywords: agro-ecological zoning, dynamic of agrarian systems, spatial hierarchy, process hierarchy, cross-scale.

4.1. Introduction

Les concepts d'échelle ont été introduits et clarifiés au chapitre 2. Ils sont rappelés ici pour justifier le choix du dispositif qui a guidé le développement du SIE SMALL Savannah. En effet, l'échelle est une caractéristique spatiale des entités et des phénomènes observés qui, se réfère soit à leur dimension réelle, soit au rapport entre leur dimension réelle et leur dimension de représentation. Cette notion recouvre les notions d'étendue et de résolution. La notion de niveau qui fait référence en réalité à une caractéristique d'un système organisé est souvent également assimilée à une échelle. La notion d'hierarchie se réfère aux interactions ou relations de causalité entre processus qui opèrent à différents niveaux d'un système organisé. Ces concepts d'échelle et de niveau sont liés et influencent presque tous les phénomènes géographiques. Ainsi, la nature des phénomènes observés ou les résultats de certaines analyses peuvent changer considérablement s'ils sont représentés à des échelles différentes. Dans le même ordre d'idées, des travaux ont démontré que dans plusieurs domaines, en particulier en écologie, chaque processus qui opère dans le paysage survient dans une plage d'échelles caractéristiques (Quattrochi et Goodchild, 1997). L'échelle d'observation de ces processus doit être choisie en conséquence. A petite échelle, le niveau d'agrégation assez élevé peut occulter la variabilité des situations locales et produire des résultats insignifiants qui n'aident ni à comprendre le mécanisme observé, ni à prédire les tendances d'évolution du phénomène étudié (Lambin, 1994). En effet, le choix de l'échelle d'analyse influence le type d'explication donné aux processus et même la validité des observations. A titre d'exemple, la figure 4.1 montre l'évolution du revenu des populations dans un village. On constate que le revenu moyen augmente dans le temps. Avec les mêmes données au niveau des ménages, on constate que les riches deviennent de plus en plus riches alors que les pauvres deviennent de plus en plus pauvres. Les données sur le revenu moyen au niveau du village ne permettent pas donc de mettre en exergue ce phénomène de différenciation sociale qui existe dans ce village.

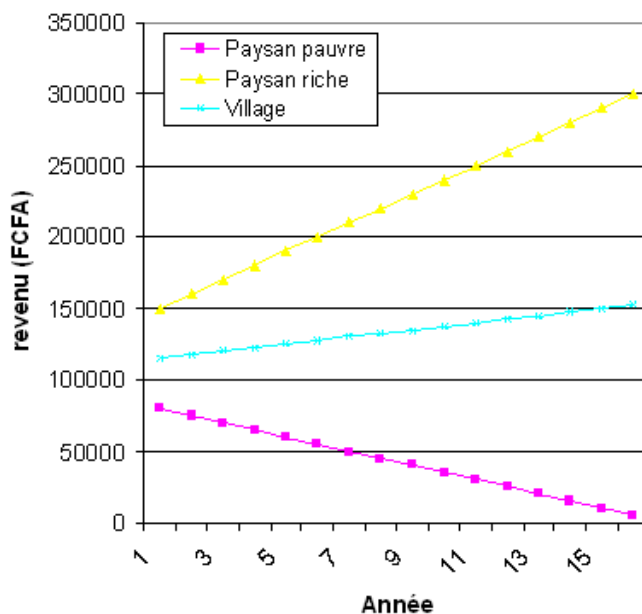


Figure 4.1 : Illustration de l'influence de l'échelle d'analyse sur l'explication d'un phénomène : cas de l'évolution du revenu des ménages dans un village.

Le concept d'échelle est très important et les questions relatives se posent dans presque toutes les applications environnementales. Un nombre important de publications a été dédié sur ce concept d'échelle (Gibson et al., 2000; Peterson, 2000; O'Neill, et al, 1986) mais, il est très rarement pris en compte explicitement pour analyser ou modéliser des problèmes concrets. En effet, la prise en compte de l'échelle est un problème complexe et l'approche la plus courante pour aborder la question d'échelle est de type inductif, c'est-à-dire basée sur une accumulation de données et d'expériences. Parmi les questions importantes que soulève le concept d'échelle auxquelles les recherches en géographie cherchent à répondre, on peut citer entre autre, les questions sur le choix des échelles d'observation et d'analyse appropriées, sur la capacité à changer d'échelle, sur la prise en compte de l'échelle dans les modèles de processus et les questions relatives à la mesure de l'impact des changements d'échelle (Meentemeyer, 1989). 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. Les études locales 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 de gestion, évaluer les dysfonctionnements et préciser les critères d'optimisation. Toutefois, les approches d'analyse à l'échelle locale montrent également des limites du fait qu'elles relèvent pour la plupart des domaines techniques et présentent un caractère sectoriel. Ces approches locales seraient d'un moindre intérêt soit parce que les processus étudiés, opèrent sur des étendues plus vastes, soit parce qu'il n'existe pas de possibilité de généralisation des résultats à des échelles plus larges. A titre d'exemple, l'échelle du terroir ne semble pas être appropriée pour analyser les circuits de transhumance du bétail dans les zones rurales. De plus en plus, les expériences révèlent que ce n'est qu'à l'échelle de la petite région et mieux encore à l'échelle régionale, que certains processus clés et certains contrastes plus marqués se manifestent dans les systèmes de mise en valeur des espaces et leurs niveaux de productivité (Milleville et Serpantié, 1994).

En conclusion, il n'existe pas une échelle mais des plages d'échelles pertinentes pour l'analyse des dynamiques agraires. De plus, le choix de l'échelle de représentation de l'information est souvent hors du contrôle du scientifique, celle-ci est déterminée pendant les activités de collecte de données, souvent conçues pour des objectifs totalement différents ou très globaux. On est le plus souvent amené à changer de niveau d'analyse ou d'échelle de représentation de l'information pour des raisons assez diverses. 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. Ce chapitre décrit le dispositif multi-échelle sur lequel repose l'analyse et la conception de SMALL Savannah, un SIE conçu pour caractériser les changements d'utilisation de l'espace en zone des savanes de l'Extrême Nord du Cameroun et explorer les trajectoires d'évolution dans un avenir proche (Fotsing et al., 2003). Il montre également comment les problématiques d'échelle ont été prises en compte dans la mise en œuvre du système d'information développé. La section 2 justifie le besoin d'une approche multi-échelle pour la conception et la mise en œuvre de SMALL Savannah. La section 3 explique les principales motivations du changement d'échelle et les méthodes qui sont utilisées. La section 4 décrit les principaux niveaux d'analyse retenus, les échelles spatiales, les problématiques correspondantes et les données collectées pour la mise en œuvre de SMALL Savannah.

4.2. Besoins d'une approche multi-échelle pour SMALL Savannah

L'application dénommée SMALL Savannah, est un Système d'Information sur l'Environnement qui fournit des informations et connaissances sur la structure et la dynamique des systèmes agraires et aide à explorer les scénarios d'évolution des changements. Ce SIE est conçu pour être utilisé dans le cadre d'un observatoire des dynamiques agraires et du développement rural en zone des savanes d'Afrique centrale. Les principaux utilisateurs sont les scientifiques et les acteurs impliqués dans la planification et la gestion de l'espace. Toutefois, une utilisation peut être envisagée à l'échelle locale avec les acteurs pour susciter les discussions et préparer la concertation ou la négociation dans le cadre de démarches participatives d'aménagement et de gestion de l'espace. La démarche adoptée pour la conception de SMALL Savannah s'appuie sur le dispositif de recherche mis en place au niveau régional par le PRASAC (Pôle de Recherche Régional Appliquée au Développement des Savanes d'Afrique centrale), en vue d'étudier les grandes problématiques agricoles et pastorales en zone des savanes d'Afrique centrale. En effet, les concertations du comité scientifique, affinées par les comités recherche-développement ont permis de structurer les grandes problématiques de recherche en 6 principales composantes : Observatoire du développement, Gestion des terroirs et des espaces, Conseil de gestion aux exploitations, Système de culture et d'élevage, Transformation des produits agricoles, et Productivité et compétitivité de la filière coton. Ces composantes correspondent à 4 niveaux d'organisation de l'espace comme l'illustre la figure 4.2 : l'unité de transformation ou parcelle, l'exploitation agricole ou le ménage, le terroir et la région.

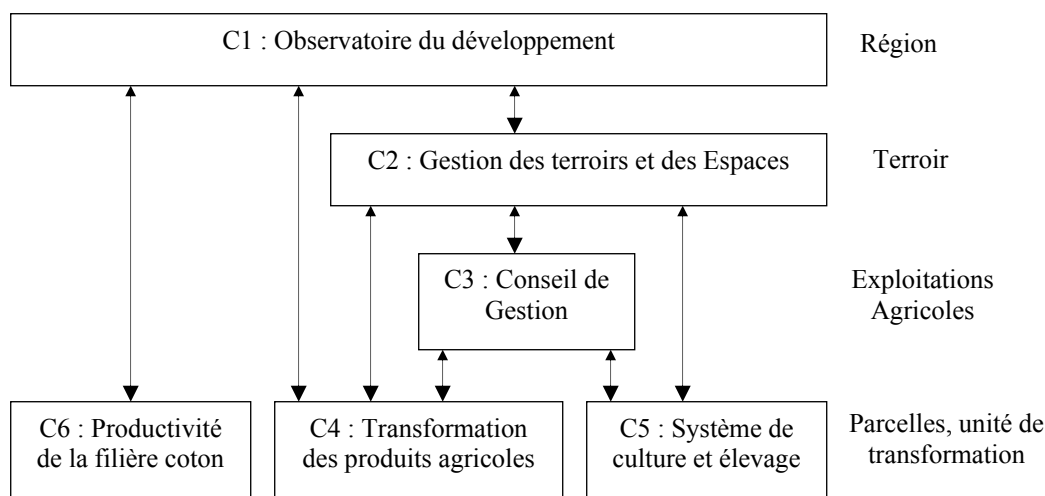


Figure 4.2 : Structure hiérarchique des composantes de recherche et des échelles d'analyse

Au cours de la mise en œuvre du projet, on a observé que le niveau d'analyse des processus est le plus souvent déterminé par la discipline ou la tradition du chercheur : les études techniques ont tendance à se confiner au niveau parcelle et terroir alors que les études socio-économiques s'effectuent au niveau régional. Les chercheurs en sciences sociales par exemple ont une longue tradition d'approche des micro-niveaux alors que les écologistes ou géographes ont une tradition de recherche au niveau « système », local ou régional (Veldkamp et al., 2001). Ces choix d'échelle d'analyse a priori peuvent être justifiés par le fait que, pour un processus donné à étudier, on peut identifier une échelle (étendue ou résolution) ou un niveau pertinent auquel il opère ou peut être observé.

Dans un système organisé, les sous-systèmes de niveau supérieur seront le plus souvent caractérisés par des processus qui opèrent sur une plus grande étendue en comparaison avec les sous-systèmes de niveau inférieur (Allen et Starr, 1982; O'Neill et al., 1986). Toutefois, il n'est pas toujours possible de représenter spatialement certains niveaux d'un sous-système de façon pertinente. De plus, on rencontre plusieurs exemples de processus qui opèrent sous forme d'une chaîne d'interaction (causalité) entre différents niveaux. A titre d'exemple, si on s'intéresse par exemple à l'influence de la politique cotonnière sur les changements d'utilisation de l'espace, on peut mettre en exergue la chaîne d'interaction suivante :

- Le prix du coton est déterminé par le marché mondial. Ce phénomène opère au niveau mondial mais sa représentation spatiale ne serait pas pertinente à ce niveau.
- Toutefois, la société camerounaise de coton (SODECOTON) définit un régime de prix pour les paysans de la région du Nord Cameroun. La SODECOTON est une grande entité mais correspond à un niveau d'acteur individuel. Le régime est identique pour tous les paysans et sa représentation spatiale ne fournirait aucune connaissance supplémentaire.
- A un niveau plus bas, les paysans décident du choix des spéculations à produire l'année suivante (coton, culture pluviale ou sorgho de contre saison) en fonction du régime des prix défini par la SODECOTON. On a évidemment un nombre important de producteurs de coton mais ce phénomène également s'opère au niveau individuel. Le changement de spéculation par le paysan s'opère au niveau de son exploitation. A ce niveau, la représentation spatiale du changement est très pertinente au niveau du terroir ou de la région car les effets de la décision du paysan sont visibles dans l'espace.
- La SODECOTON pourrait modifier le régime des prix en fonction des changements d'utilisation de l'espace observés à l'échelle de la région.

De façon plus générale, un autre exemple qui illustre l'intérêt d'une approche multi-échelle concerne la distribution des types d'utilisation de l'espace qui est directement influencée par les ménages qui font des choix en fonction des conditions naturelles des terres (Hoshino, 2000). Le comportement de ces ménages est influencé par des facteurs tels que les organisations locales, les coopératives agricoles, le marché local etc. Les ménages et ces institutions locales sont influencés par la politique nationale et les diverses règles liées à la gestion et l'utilisation de l'espace. Le système des facteurs qui déterminent la distribution de l'utilisation de l'espace dans une région donnée forme donc une structure hiérarchique qui devrait être explicitement prise en compte lorsqu'on souhaite avoir une compréhension plus complète de la structure et des processus qui opèrent. Dans le cadre du projet PRASAC, nous avons mené une opération de recherche sur le peuplement de l'espace et ses conséquences, s'insérant dans la composante «Gestion des terroirs et des espaces». Il était question d'analyser la diversité des situations, les dynamiques agraires qui sont en cours et les stratégies des acteurs face aux mutations. Tout comme dans les deux exemples précédents, les processus étudiés notamment les dynamiques du peuplement, d'occupation du sol, les dynamiques foncières et les conséquences sur les stratégies des acteurs sont perçus comme des thématiques transversales aux différents niveaux et ne peuvent être étudiées uniquement au niveau du terroir villageois. La figure 4.2 illustre les interactions (causalité) entre les différents niveaux d'organisation caractérisant les processus étudiés. Ces interactions traduisent par la même occasion les articulations et échanges d'information qui étaient nécessaires entre ces différentes composantes de recherche.

4.3. Méthode d'identification et de changement d'échelle

4.3.1. Démarche d'identification de l'échelle d'analyse

L'identification ou le changement d'échelle dépend en général des processus étudiés, de la nature des données disponibles et surtout du motif de changement d'échelle. La problématique étudiée permet d'abord d'identifier et d'analyser les processus en jeux. La description complète d'un processus donné par son modèle de fonctionnement, est suffisante pour identifier les niveaux ou échelles pertinentes. Cette description permet également de déduire l'échelle de représentation des données nécessaires à son observation et son analyse (Schéma de la base de données). Une première motivation du changement d'échelle est le fait que le choix de l'échelle de représentation des données est souvent hors du contrôle du scientifique. Il est déterminé pendant des activités de collecte qui ont parfois été conçues pour des objectifs totalement différents ou très globaux (figure 4.3). On est donc amené à changer d'échelle de représentation pour la faire correspondre avec celle à laquelle le processus opère. L'indisponibilité de données, d'outils ou de méthodes d'analyse adaptés à la complexité des processus aux échelles où ils opèrent est également une motivation du changement d'échelle.

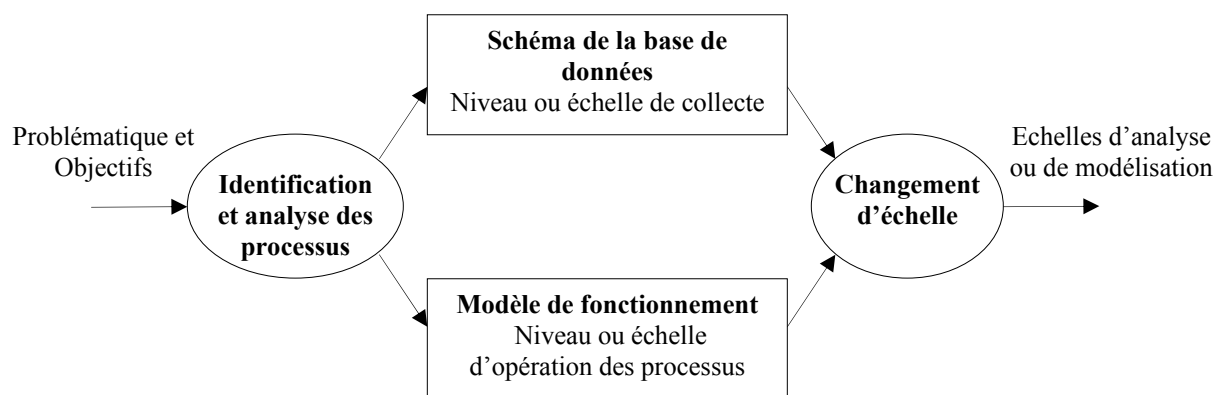


Figure 4.3: Procédure d'identification des niveaux ou échelles d'analyse des processus

On peut être amené à changer de niveau d'analyse ou d'échelle de représentation de l'information pour d'autres raisons assez diverses. On souhaite par exemple savoir si un processus observé à l'échelle du territoire villageois se traduit sur des espaces plus vastes. Il s'agit de déterminer si le processus étudié est essentiellement local ou s'il est d'une ampleur régionale. On peut également dans ce cas être intéressé à rechercher les causes d'un processus local à une échelle régionale. Réciproquement, on peut chercher des informations explicatives sur un processus global à l'échelle locale (Gibson et al, 2000 ; Hoshino, 2000). Le processus observé à l'échelle globale peut se traduire différemment à l'échelle locale. Certains facteurs déterminant la structure de l'utilisation de l'espace à l'échelle régionale n'apparaissent pas à l'échelle locale et réciproquement. Certains processus qui opèrent à une certaine distance du territoire villageois y influence la dynamique d'utilisation de l'espace. Le besoin de connaître la distance pertinente à prendre en compte dans l'analyse et la simulation (étendue et résolution) amène à changer d'échelle de représentation des données.

4.3.2. Méthodes de changement ou d'articulation d'échelles

Les besoins d'observation et d'analyse multi-échelle cités ci-dessus font de plus en plus appel à l'exploitation de méthodes et des outils spécifiques. Dans le cadre du développement du SIE SMALL Savannah, les méthodes de changement et d'articulation d'échelles suivantes ont été mise en œuvre : l'utilisation des outils de SIG, les approches de zonage et la généralisation, l'analyse spatiale ou statistique et la modélisation.

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 (Franklin et Woodcock, 1997). Les SIG donnent la possibilité de représentation multi-échelle, celle de mettre en place des bases de données contenant les versions numériques du contenu de plusieurs cartes à différentes échelles (chapitre 6). 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 (Quattrochi et al. 1997). Le processus de généralisation cartographique ou des données spatiales dans un SIG est la transformation d'un ensemble de données déterminé par un schéma de données et une certaine résolution, en un nouvel ensemble de données correspondant à un nouveau couple (schéma de données et résolution). Baeijs et al., 1996 ont proposé une approche et un modèle de généralisation semi-automatique utilisant les systèmes multi-agents. Le problème de changement d'échelle de représentation des données posé dans cette thèse concerne principalement les données spatiales représentées sous forme raster. Certaines données de type vecteur sont converties 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 et les structures des différentes formes d'utilisation de l'espace à l'échelle de la région vont par exemple changer avec le changement de l'échelle de représentation de la carte d'utilisation de l'espace (chapitre 9).

Approches de type zonage et généralisation ou spécialisation des phénomènes observés

A petite échelle (écorégion ou région), lorsqu'on souhaite analyser les dynamiques agraires régionales, la diversité des situations régionales ou locales constitue une contrainte spécifique. Le zonage consiste à procéder à un découpage géographique du paysage agricole en zones minimisant la variabilité interne des paramètres qui déterminent une action. 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 supérieure). L'analyse peut donc être effectuée à cette nouvelle échelle de façon exhaustive ou sélective en fonction des possibilités. Les observations peuvent ensuite être plus ou moins précisément restituées à petite échelle par comparaison ou par juxtaposition (chapitre 8). Lorsqu'on passe par exemple de la zone agroécologique au terroir, une question méthodologique que soulève le choix des terroirs de référence concerne leur représentativité. 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 (généralisation) ? La réponse à cette question dépend du critère de choix des espaces 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 ou de critères fortement corrélés statistiquement. On pourrait par exemple chercher à savoir si les logiques de construction et d'évolution des terroirs sont identiques. Comment des espaces différents ont-ils 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 petite comme la zone de référence (Loireau, 1998). 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 sera amené à analyser au niveau des territoires spécifiques les causes, les facteurs déterminants et les conséquences des processus (chapitre 7).

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'échelle spatiale et temporelle. Certains auteurs (Hall, 1994) ont même montré que la combinaison de facteurs déterminant n'était pas la même à grande échelle et à petite échelle. 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. Comme nous l'avons montré au chapitre 3, le modèle d'allocation des changements 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 calculent les tendances générales de changement et pour identifier l'influence des facteurs qui interagissent sur de longues distances - et une résolution fine d'allocation à laquelle se calculent les proportions d'utilisation de l'espace en prenant en compte les contraintes locales (Verburg et al., 1999).

4.4. Hiérarchie des échelles d'observation et d'analyse

La prise en compte de plusieurs niveaux d'une échelle permet de fournir aux acteurs et décideurs des informations et connaissances correspondant à la diversité des perceptions du système d'utilisation de l'espace. Une approche multi-échelle présente l'avantage de fournir aussi bien les grandes tendances régionales que les spécificités locales (Imbernon, 1998). Les besoins identifiés à la section 4.2 ont mis en exergue trois principaux niveaux sur lesquels repose l'architecture du système SMALL Savannah : le terroir, la région autour de Maroua et la région de l'Extrême Nord du Cameroun. Le système utilise également les informations du niveau ménage ou exploitation agricole. Lors de l'analyse des dynamiques agraires, des niveaux d'analyse intermédiaires ont été identifiées en fonction des processus étudiés et de la nature des données disponibles. Il s'agit de la zone de référence, territoire villageois, zone agroécologique. Les niveaux d'observation et d'analyse sont retenus en fonction des problématiques et des données disponibles. Chaque niveau d'analyse apporte une vision différente de l'espace agraire et des processus, des questions et données spécifiques, des outils et des approches d'analyse appropriés. Lorsqu'on s'intéresse à l'étude d'un processus donné, il est donc nécessaire de pouvoir identifier les échelles appropriées et mettre en œuvre des procédures de changement ou de transfert d'échelle.

La figure 4.4 illustre l'ensemble des niveaux d'analyse qui sont pris en compte dans le cadre de cette étude. Ces niveaux définissent trois principales échelles à savoir le local, le supra-local et le régional. On peut également distinguer deux systèmes hiérarchiques d'organisation de l'espace. Le premier correspond à l'organisation politique et administrative du territoire (branche gauche). Les différents niveaux correspondent dans ce cas aux niveaux du découpage administratif. Les interactions entre ces niveaux sont définies à travers les compétences accordées à chaque niveau et les mécanismes de prise de décision en ce qui concerne l'utilisation et la gestion de l'espace et des ressources naturelles.

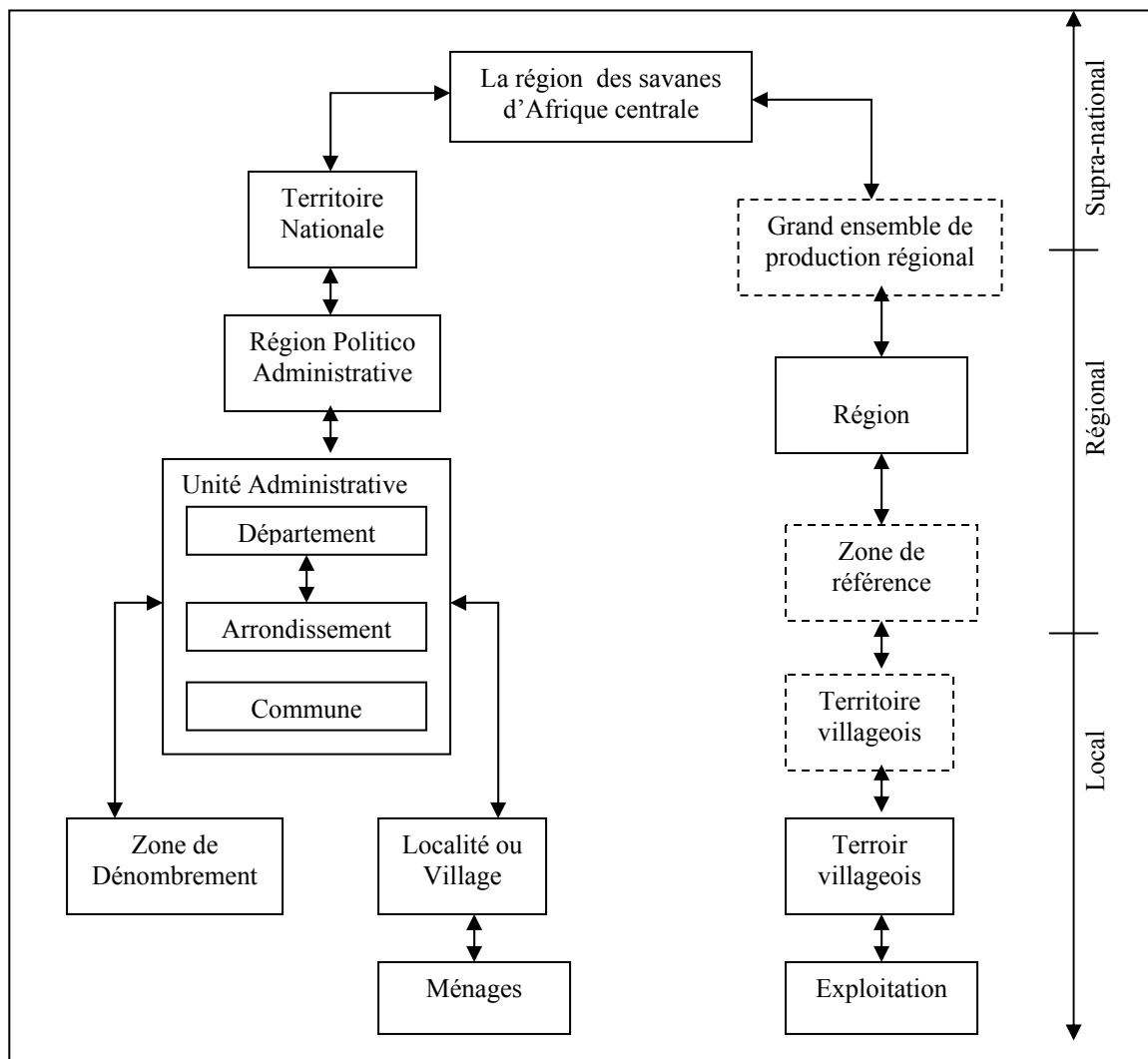


Figure 4.4 : Hiérarchie des niveaux d'organisation de l'espace de la région des savanes d'Afrique centrale. Les cases en pointillé représentent les niveaux d'analyse intermédiaires identifiés.

Le deuxième système hiérarchique correspond à la structure du paysage, de l'utilisation de l'espace et son appropriation par les communautés. Dans ce cas, les principaux niveaux correspondent aux niveaux d'organisation de l'espace agroécologique et du territoire communément admis en géographie et en agronomie : exploitation, terroir, petite région et région. Les trois principales plages d'échelle qui caractérisent les niveaux d'organisation identifiés sont : le local, le régional et le supra-national. Les

paragraphe suivants, présentent pour chaque échelle, les caractéristiques des niveaux d'analyse identifiés, les processus étudiés, les données collectées et les traitements appropriés.

Le concept de territoire villageois est une extension du concept de terroir. Les zones agroécologiques ne sont pas des niveaux mais tout simplement des espaces uniformes d'un point de vue.

4.4.1. L'échelle supra-nationale

L'échelle supra-nationale comprend le niveau national, les grands ensembles de production régionaux et la zone écologique des savanes d'Afrique centrale qui couvre environ 700 000 km² au sein des trois pays concernés par l'aire du PRASAC. La base de données associée au niveau de l'éco-région comporte des données générales sur le milieu physique et humain (Jamin et Gautier, 2003). Le niveau national est bien adapté à la prise en compte des processus de planification et de développement régional. C'est à cette échelle que sont formulées les politiques, lois et règles administratives liées à la gestion de l'espace et des ressources naturelles. La base de données géographique associée à ce niveau inclut les données de statistiques agricoles, de recensement de la population, les données sur les différents facteurs du milieu physique (sol, hydrographie, pluviométrie, relief) et sur l'infrastructure routière.

Les pays de savanes d'Afrique centrale sont confrontés au défi commun de l'Afrique tropicale, l'explosion démographique qui rend les changements inéluctables : développement d'une agriculture périurbaine, création de marchés potentiels pour les produits agricoles, et besoins de systèmes de production plus intensifs ou accédant à de meilleures plus-values. 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 (Pourtier, 2003). Dans les zones à forte densité de population, les paysans ne disposent plus, à système de mise en valeur constant, de réserve de terre. Ce qui limite les possibilités de défrichements et la pratique de la jachère avec 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 ouvert à un espace limité. 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, zone de référence 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 Dugué, 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.

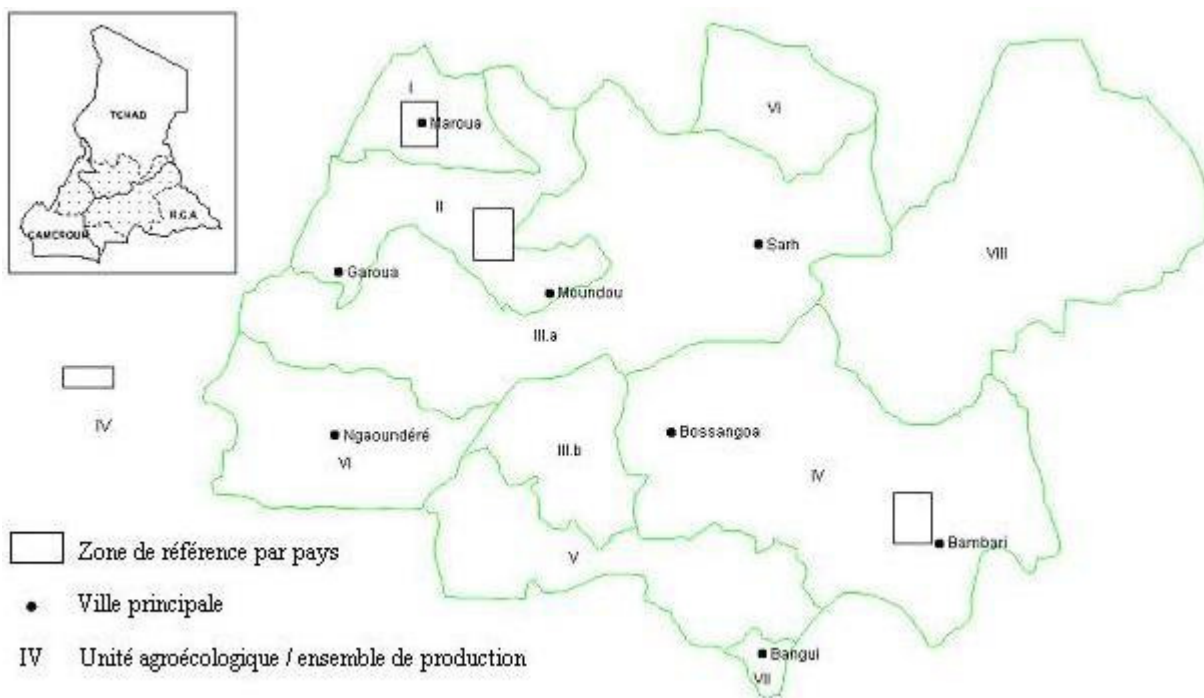
Un zonage agroécologique au niveau des savanes d'Afrique centrale a permis d'identifier les grands ensembles de production et de dégager des zones à problématiques homogènes afin d'y adapter les opérations de recherche (Beclier, 1997). Ce zonage a été réalisé sur la base des facteurs discriminants suivants : 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 spatiale (3 à 4). Les paramètres représentés par les différents plans d'information sont : la densité de population, le pourcentage des surfaces cultivées en coton, le pourcentage des terres cultivées par unité administrative, la densité du cheptel bovin. Un découpage manuel a été effectué sur la base de la superposition des différentes couches de données et des connaissances de la zone d'étude. Il en 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.

Au niveau de chaque pays, des travaux visant à une meilleure compréhension des problèmes de gestion de l'espace et des ressources naturelles ont ainsi été initiés pour trois zones représentatives de l'aire PRASAC (voir carte de la figure 4.5). La zone 3, caractérisée par des densités de faible à moyenne (entre 5 et 25 hab./km²), est une zone traditionnellement cotonnière avec les cultures vivrières associées à un élevage dense. Réounoudji (2003), s'est intéressé dans cette zone du sud ouest du Tchad aux dynamiques d'occupation de l'espace et à la gestion locale des ressources naturelles. La zone 4, est caractérisée par une densité de population assez faible (entre 1 et 15 hab./km²), en zone cotonnière et vivrière, les activités extra-agricoles comme la chasse, la pêche et la cueillette s'accompagnent d'une importante disponibilité en terre et donc d'une stratégie de production extensive. En République Centrafricaine, Ankogui-Mpoko (2002) s'est intéressé dans cette zone aux conflits entre agriculteurs liés à la gestion de l'espace et des ressources naturelles. La zone 1, caractérisée par des fortes densités de population (entre 50 et 80 hab./km²), est une zone marginale pour la culture cotonnière présentant par contre une importante production vivrière et une forte intégration de l'agriculture et de l'élevage qui est utilisé comme source d'investissement. Il ressort dans cette zone étudiée de façon spécifique dans ce travail, une problématique liée au rendement des productions, à la saturation des terres, à la dégradation des sols. Il faut cependant souligner qu'à la différence des zones cotonnières où de vastes espaces sont exploités de façon extensive pour dégager des revenus monétaires, cette zone assure la survie d'une population bien plus dense. Dans le cadre de ce travail, il s'agit dans cette zone d'analyser la dynamique des systèmes agraires au cours des deux dernières décennies et d'explicitier les facteurs déterminants les changements d'utilisation de l'espace.

4.4.2. L'échelle régionale

La géographie contemporaine considère une région comme une entité spatiale de taille moyenne située entre localité et territoire national. La région est donc un niveau d'organisation de l'espace national correspondant à l'échelle supra-local (Levy et Lussault., 2003). La région est plus précisément considérée comme un espace repéré, support d'interactions de nature physiques, culturelles ou économiques, et donc supposé présenter une certaine homogénéité dont on connaît très rarement les limites, la taille ou les

contours exacts. La délimitation d'une région comme le Nord du Cameroun ou la zone des savanes d'Afrique centrale va donc dépendre des critères d'homogénéisation considérés (naturelle, physique, urbaine, polarisée). On parlera de région naturelle pour signifier l'unicité du paysage ou de l'architecture physique d'un espace (climat, relief, bassin hydrographie). D'autres acceptations du terme région qui sont des cas particuliers de la région support d'interaction existent : la région polarisée, la région politico-administrative. La région polarisée se définit par rapport aux relations fonctionnelles entre un lieu donné et les autres lieux qui la composent. L'exemple le plus classique est celui de la région qui repose sur une armature hiérarchique de villes allant de la métropole aux petites villes qui débouchent sur le périurbain et sur le monde rural. La région politico-administrative représente une échelle à laquelle s'exerce le pouvoir administratif ou politique. C'est cette vision de la région qui reste la plus rigide en ce qui concerne la délimitation et se rapproche de la notion de territoire.



I. Forte densité humaine, coton marginal, production vivrière importante associée à l'élevage	V. Très faible densité humaine, zone non cotonnière à tendance vivrière
II. Densité humaine moyenne, zone cotonnière et forte production vivrière associée à l'élevage	VI. Faible densité humaine, zone non cotonnière, élevage extensif dominant
IIIa. Densité humaine moyenne, zone cotonnière, production vivrière associée à l'élevage	VII. Moyenne à forte densité humaine, zone péri-urbaine à tendance vivrière, maraîchage
IIIb. Faible à moyenne densité humaine, zone cotonnière, vivriers associés à un élevage dense	VIII. Très faible densité humaine, forte présence d'aires protégées, lieu de transhumance
IV. Faible densité humaine, zone cotonnière et de vivriers associés à un élevage	

Figure 4.5 : Zonage de la diversité agroécologique des savanes d'Afrique centrale.

L'échelle régionale recouvre différents niveaux d'analyse ou d'observation (petite région ou zone de référence, zones agroécologiques et unités administratives) qui 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 niveaux plus élevés que le terroir villageois (la petite région ou la grappe de village). La grappe de village en particulier 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 et plus représentatifs des processus étudiés (bassin versant, bassin d'approvisionnement, petite région ou zone de référence). Les zones de références couvrent au moins la superficie d'une image SPOT ou d'une image Landsat. Au chapitre 5, une analyse systémique a été menée pour caractériser le système de mise en valeur de l'espace, identifier les changements survenus au cours des dernières décennies afin d'explorer les facteurs potentiels déterminants à l'échelle de la région des savanes de l'Extrême Nord du Cameroun. La spécification des problématiques des dynamiques agraires a conduit à identifier les processus et les phénomènes clés et pouvant faire l'objet d'une analyse détaillée. Il s'agit des 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 opère prioritairement à des niveaux d'échelle spécifiques.

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

Tableau 4.1 : Processus et niveaux d'analyse géographique. Le nombre de signes + traduit l'importance du processus au niveau considéré.

Le tableau 4.1 donne une synthèse des relations entre les processus et les niveaux d'analyse considérés dans cette étude. 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. Deux raisons principales ont motivé le besoin de passer à des échelles d'analyse plus fines (zones agroécologiques et zone de référence) : le besoin d'appréhender la diversité des situations locales et la contrainte posée par l'indisponibilité de données détaillées sur l'ensemble de la région. 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. 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. Le tableau 4.2 donne une synthèse des données disponibles à chaque niveau en précisant les méthodes d'acquisition.

Niveau d'analyse	Terroir	Zone référence	Région	Méthode d'acquisition
Données spatiales				
Carte d'utilisation actuelle de l'espace	+		+	Cartographie au GPS et photo-interprétation
Cartes d'occupation du sol multi-dates		+		Traitement d'image et photo-interprétation
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, et d'accessibilité		+	+	Numérisation, Importation et traitement sous SIG

Tableau 4.2 : Niveaux d'analyse géographique, données spatiales et méthode d'acquisition. Le signe + indique le niveau où les données spatiales sont disponibles. (SIG = Système d'Information Géographique ; GPS = Global Positioning System et SGBD = Système de Gestion de Base de Données).

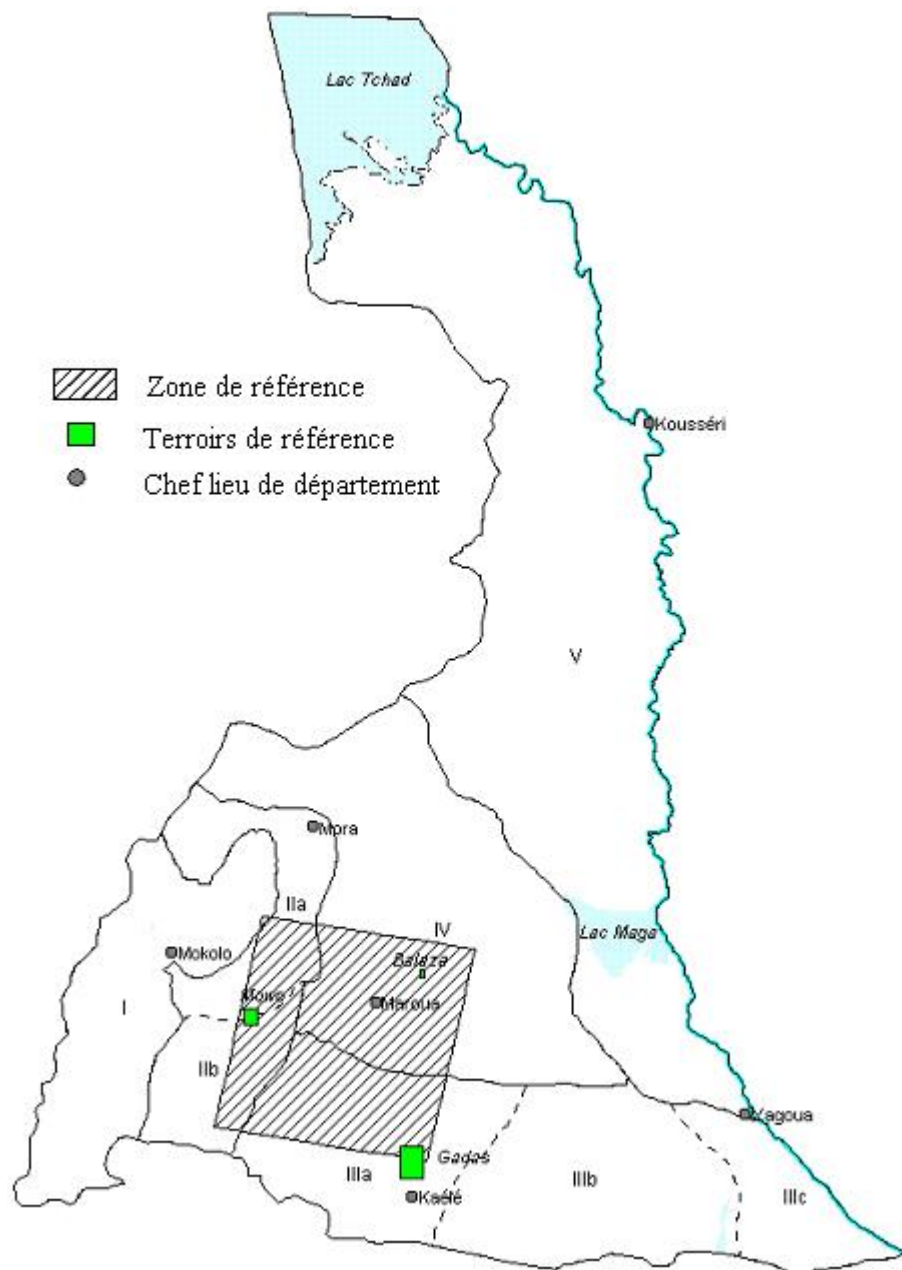
La zone de référence choisie est une région représentative de la diversité agro écologique et principaux processus ou problématiques liés à l'utilisation de l'espace des savanes de l'Extrême Nord du Cameroun. C'est une zone centrée autour de la ville de Maroua qui s'affirme dans cette région comme un centre de polarisation de l'espace et assure un rôle moteur dans le développement de la plupart des filières régionales (bovine, bois énergie, maraîchage, fruits ou céréales). D'une superficie de 3600 km², cette zone s'étend sur un rayon d'environ 40 km au sud et 20 km au Nord de la ville de Maroua. Elle est traversée dans sa partie centrale par la route nationale bitumée qui relie le Cameroun au Tchad en reliant les villes de Garoua, Maroua et Kousséri. Sur le plan administratif elle se trouve à cheval entre les départements du Diamaré, du Mayo Kani et du Mayo Tsanaga. Dans cette zone, le système de culture comprend le coton, les cultures pluviales et la culture du sorgho de contre saison (Muskuwaari) qui s'y est fortement étendue. La pression foncière est assez forte et on observe une importante compétition entre activités agricoles et activités d'élevage. Les applications du SIE SMALL Savannah présentées aux chapitres 8, 9 et 10 portent sur cette zone.

Il existe deux contributions principales 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 le zonage agro-écologique de la zone cotonnière du Nord Cameroun qui est utilisé dans cette thèse. Ce zonage prend en compte la diversité des situations agricoles et pastorales du Nord Cameroun en intégrant les critères suivants : la densité de population, la disponibilité en terres 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). La zone de référence recouvre assez bien les trois principales unités agroécologiques identifiées (figure

4.6). La zone de la plaine du Diamaré et de Mora a un paysage composé de plaines dont les sols sont vertiques et sablo-argileux. La pluviométrie entre 600 et 700 est limitante pour toutes les cultures. La densité de population est moyenne et parfois très élevée pour ces ressources, entre 30 et 180 hab./km². La zone est saturée foncièrement et la disponibilité en terres à défricher est faible. Le système de culture est à base de céréales d'arachide et de coton, avec un développement local d'oignon (Mora, Maroua). L'élevage est très présent, avec une densité de bétail estimée à 30 UBT/km² et un important cheptel de petits ruminants 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 voies de communication assez dense. Aux chapitres 7 et 8, l'analyse des dynamiques d'utilisation de l'espace s'appuie sur ce zonage de l'espace.

Critères	Zones	Piémonts des Monts Mandara	Plaine de Kaélé et de Kalfou	Plaine du Diamaré et de Mora
Densité de population		50-180 hab./km ²	30-180 hab./km ²	30-180 hab./km ²
Disponibilité en terre		moyennement à fortement saturée, du sud vers le nord	Grande à saturée	Saturée foncière, faible disponibilité en terre à défricher.
Type de Sol		Planosols argileux et lithosols	Vertisols, ferrugineux, dunaire et sablo-argileux	Vertisols, ferrugineux, dunaire et sablo-argileux
Pluviométrie (mm/an)		Non limitante (1000),	Limitante (700-800)	Limitante (600-700)
Système d'élevage		Sédentaire limité au nord, 24 UBT/km ²	Semi-sédentaire, transhumant intégré, 14 UBT/km ²	Semi-sédentaire, transhumant, 30 UBT/km ²
Système de culture		Sorgho, arachide, coton et muskuwaari	Sorgho, coton, niébé, Muskuwaari	Sorgho, coton, arachide Muskuwaari
Accès au marché		Facile	Facile mais faible	Facile

Tableau 4.3 : Caractéristiques des zones agroécologiques de la région d'étude.



I. Zone des Monts Mandara, hors de la zone cotonnière	IIIb. Forte saturation foncière, intégration agriculture élevage
II. Zone des piémonts	IIIc. Zone à vocation agricole et piscicole, élevage limité
IIa. Forte saturation foncière, élevage sédentaire limité	IV. Plaine du Diamaré et de Mora : Saturation foncière moyenne à forte, zone d'élevage traditionnel
IIb. Saturation foncière moyenne et présence d'élevage bovin	V. Plaine d'inondation du Logone, hors de la zone cotonnière
III. Pénéplaine de Kaélé et du bec de canard	
IIIa. Faible saturation foncière, élevage semi-sédentaire	

Figure 4.6 : Zonage des situations agroécologiques de la zone des savanes de l'Extrême Nord du Cameroun.

4.5.3. L'échelle locale

L'échelle locale fait référence aux niveaux d'analyse les plus fins. En fonction des thématiques et des processus étudiés, ils peuvent correspondre au territoire villageois, au terroir villageois ou à l'exploitation agricole.

Le niveau du terroir villageois, pris au sens géographique du terme, 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 correspond à un niveau d'organisation de la communauté dans l'espace. Ainsi, dans le cas des communautés sédentaires elle correspondra le plus souvent à une petite étendue qui inclut le finage et toutes les terres appartenant au village ou placées sous l'autorité de son chef. Le terroir est considéré comme le niveau le plus fin lorsqu'on s'intéresse aux dynamiques de gestion et d'utilisation de l'espace. Dans le cas des communautés d'éleveurs nomades, elle correspondra à tous les espaces parcourus et exploités pour l'alimentation du bétail. Elle peut dans certains cas correspondre à de très vastes étendues ou à un « archipel ». Le territoire est une entité géographique, un espace d'appartenance, reconnu, délimité, investi, finalisé et institutionnalisé qui joue le rôle de support d'une identité. Raffestin (1982) a bien illustré la différence entre ce concept et celui d'espace en affirmant que : l'espace est un enjeu du pouvoir, tandis que le territoire est un produit du pouvoir. Selon Brunet (1990), le territoire est une œuvre humaine, un espace approprié. La notion d'appropriation se réfère à une appartenance et un usage (habiter, travailler ou se récréer). Le territoire national par exemple en tant qu'espace institutionnalisé sera cet espace qui est placé sous le contrôle de l'état. Dans le cas d'une institution de gestion de l'eau, le territoire sera l'ensemble des eaux, digues, ou zones inondées qui sont assignées à sa gestion. Dans le cas d'une communauté rurale, le territoire villageois sera également l'ensemble des terres et d'autres ressources naturelles qui appartiennent ou qui sont sous le contrôle de la dite communauté. Le niveau du territoire villageois est défini par les terres et les ressources exploitées par la communauté et inclut les zones interstitielles entre terroirs villageois, zones potentielles de croissance au sein desquelles la compétition pour l'exploitation des ressources naturelles et les dynamiques d'utilisation de l'espace sont importantes. Aux niveaux du terroir ou du territoire villageois, la cartographie au GPS est privilégiée pour la production des cartes d'utilisation de l'espace. Une base de données s'appuyant sur le recensement des exploitations agricoles du terroir permet de mieux caractériser les types d'exploitations et les systèmes d'utilisation de l'espace à l'échelle du terroir (Havard et Abakar, 2002).

Le choix des terroirs villageois de référence s'est effectué en collaboration avec les structures et projets de développement ou de vulgarisation intervenant dans la zone (SODECOTON, DPGT, PNVRA). Un terroir villageois a été choisi dans chaque zone pour réaliser un diagnostic global et mener des études détaillées (Havard et Abakar, 2002). La figure 4.6 donne une localisation de ces terroirs dans la zone de référence. Le terroir de Balaza est un village situé en pleine zone de peuplement Fulbé dans la zone de la plaine du Diamaré. Il est localisé à 25 km à l'est de la ville de Maroua. C'est un petit village qui compte un peu plus de 200 habitants pour un territoire qui couvre une superficie d'environ 1 km². Le terroir de Mowo est un village situé en zone de peuplement Mofou dans la zone de piémont. Il est localisé à 35 km à l'ouest de la ville de Maroua, le long de la route bitumée reliant Maroua à Mokolo. La population est estimée à environ 1 400 habitants et le territoire du village couvre une superficie d'environ 9 km². Le Terroir de Gadas est un

village de la zone de pédiplaine de kaélé et dominé par les populations de l'ethnie Moudang. Il est situé à 55 km au sud de la ville de Maroua, en retrait de la route Maroua-Mindif-Kaélé. Sa population est estimée à un peu plus de 1 600 habitants qui exploitent un territoire d'environ 20 km² incluant de vastes espaces utilisés pour la culture du sorgho de contre saison et d'importantes zones de brousses. Le choix de ces terroirs suppose qu'ils sont représentatifs de chacune des zones agroécologiques du point de vue des problématiques retenues pour chaque zone. Le problème de représentativité que peut poser le choix des terroirs de référence suggère une analyse à des niveaux intermédiaires entre le terroir et la zone agroécologique comme la grappe de village ou la petite région autour du terroir de référence. La combinaison de ces différents niveaux d'analyse permettrait d'aborder des questions spécifiques et détaillées sur les dynamiques d'utilisation de l'espace, tout en fournissant les informations représentatives des situations agroécologiques identifiées à l'échelle de la région.

4.5. Conclusion

L'échelle est une caractéristique importante des systèmes environnementaux et une attention particulière devrait y être accordée lors des phases d'analyse et de conception des SIE. Dans ce chapitre, les concepts d'échelle introduits au chapitre 2 sont appliqués à l'analyse des dynamiques agraires en zone des savanes d'Afrique centrale. En particulier, l'observatoire régional du développement du PRASAC porte sur des problématiques dont la compréhension nécessite des analyses d'un même processus à différents niveaux d'organisation : parcelle, exploitation agricole, territoire villageois, et région. Cette application met en évidence l'intérêt de prendre en compte explicitement les différentes échelles auxquelles opèrent les processus de changement d'utilisation de l'espace. Les différents niveaux identifiés correspondent très bien aux échelles d'analyse et de gestion que les chercheurs et les gestionnaires de l'espace utilisent traditionnellement. Toutefois le choix des échelles d'observation est le plus souvent déterminé par différentes contraintes comme la discipline ou les outils d'observation. Dans ce cas, les interactions entre échelles ne sont pas prises en compte et ceci peut conduire à une explication incomplète des processus. Le Système d'Information à développer dans le cadre de cet observatoire doit fournir des méthodes et procédures pour prendre en compte la multiplicité des échelles et les interactions pertinentes pour la compréhension des processus. Dans ce chapitre nous avons décrit le dispositif multi-échelle sur lequel repose l'analyse et la conception du SIE SMALL Savannah. L'échelle de représentation des données est une information (méta-donnée) qui est explicitement spécifiée dans le schéma de la base de données (chapitre 6). Dans les chapitres 5, 7 et 8, l'analyse des changements d'occupation du sol et des logiques de mise en valeur l'espace est effectuée en articulant les observations aux niveaux région, zone agroécologique et territoire villageois. Aux chapitres 9 et 10, le changement d'échelle est pris compte dans la structure des modèles de prédiction et d'allocation des changements.

