



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 1.** Les membres d'une exploitation dans le village de Gadas, sont ici dans leur champ, entrain de battre les épis de sorgho de contre saison après la récolte. Le grand troupeau de bétail en arrière plan se nourrit des résidus de récolte.

# Chapitre 1. Introduction générale et description de la zone d'étude

## **Résumé:**

Le développement durable des communautés rurales en zone de savanes africaines est une préoccupation importante qui implique pour les acteurs du développement de mieux comprendre les interactions dynamiques entre les systèmes naturels et socio-économiques. Avec l'émergence des problèmes environnementaux, on a assisté au cours des deux dernières décennies à la mise en place de nombreux projets internationaux visant à réaliser des Systèmes d'Information sur l'Environnement. Malgré cet intérêt croissant, les méthodes d'analyse et de conception qui ont été conçues pour des applications de gestion simples restent inadaptées pour le développement de cette nouvelle génération de Système d'Information qui présente de nombreuses spécificités. L'Extrême Nord du Cameroun est un exemple de région de savanes d'Afrique centrale où on a observé de nombreuses transformations des paysages agraires impulsées par la forte pression démographique et l'importance des mobilités humaine et animale. Ces dynamiques ont conduit dans plusieurs cas à une saturation foncière, à une compétition plus accrue entre les formes d'utilisation de l'espace et à des conflits entre les acteurs. Un enjeu majeur du développement dans ce contexte c'est d'identifier les stratégies que les acteurs impliqués dans la gestion du système d'utilisation de l'espace devront mettre en place pour éviter de basculer dans une spirale de dégradation des ressources et de pauvreté. La présente thèse porte sur la spécification et le développement d'un Système d'Information pour l'analyse intégrée de ces dynamiques en vue de l'exploration des trajectoires d'évolution des changements dans un avenir proche. Ce chapitre introductif justifie l'intérêt et pose la problématique du travail de recherche mené dans le cadre de cette thèse.

**Mots clés :** développement rural, dynamiques agraires, analyse intégrée, Système d'Information sur l'Environnement, savanes d'Afrique centrale, Extrême Nord du Cameroun.

## **Abstract:**

Sustainable development of rural communities in African savannas region is a major issue that requires a better understanding of the dynamic interactions between natural and socio-economic systems. As a consequence of increasing environmental problems, there have been a growing number of international projects with the objective to develop Environmental Information Systems. However EIS present many particularities and development method that were designed for simple management application are not appropriate for their development. The Far North of Cameroon is an example of Central African savannas regions where an important number of agrarian landscape change were observed as a consequence of a rapid increasing population and the importance of human and animal movements. Theses changes have led to land saturation with more important competition between land types and conflicts between actors. A key to sustainable development in this context is to identify which strategies will prevent the actors involved in land use and management from the degradation and poverty spiral. The present thesis deals with the specification and development of an Information System for the integrated analysis of theses dynamics in view of the exploration of land use change trajectories in the near future. This introductory chapter justifies the relevance and describes the problem statement of the research carried out within the framework of this thesis.

**Key words:** rural development, agroecosystem dynamics, integrated analysis, Environmental Information System, Central African Savannas, Far North of Cameroon.

## 1.1. Introduction

Le développement durable des communautés rurales en zone de savanes africaines est une préoccupation importante qui implique pour les acteurs du développement de mieux comprendre les interactions dynamiques entre les systèmes naturels et les systèmes socio-économiques. Dans la plupart de ces régions, le développement est essentiellement lié aux ressources naturelles qui sont soumises à l'influence combinée des processus naturels et des activités humaines liées à l'exploitation ou la conservation de ces ressources. Les zones de savanes d'Afrique centrale en particulier subissent d'importantes mutations sociales et économiques qui s'accompagnent par des processus rapides de transformation des paysages ruraux. Ces transformations se traduisent le plus souvent par des changements d'occupation du sol ou de modes d'utilisation de l'espace. Les causes de ces transformations peuvent être multiples et complexes. Elles sont dans certains cas, liées à l'arrivée de populations migrantes à la recherche de terres agricoles où à l'installation temporaire des éleveurs transhumants en quête de pâturages pour leurs troupeaux. Dans d'autres cas, ce sont les besoins de plus en plus importants d'une population croissante qui, favorisent les pressions humaines qu'on peut observer sur les terres agricoles et sur les ressources forestières.

La région de l'Extrême Nord du Cameroun est un exemple de région de savanes sèche d'Afrique centrale qui est confrontée au défi de l'explosion démographique qui rend les changements inéluctables. Le doublement de la population en une génération soulève l'épineux problème de rareté et de gestion durable des ressources naturelles. On a observé au cours des deux dernières décennies d'importantes transformations du paysage agricole et de l'utilisation de l'espace (Triboulet, 1995). L'un des problèmes assez préoccupant de cette région est relatif aux faibles rendements de la production agricole qui est restée presque stable au cours des trois dernières décennies (Njomaha, 2004) alors que les besoins de la population ont continué à augmenter du fait de la croissance démographique. Les populations en quête d'espace cultivable et de pâturage exercent des pressions importantes sur les terres qui conduisent à la saturation foncière (Seignobos et al., 1995; Timmermans, 1998), à la dégradation des sols (Obale-Ebanga, 2001) et des ressources ligneuses (Madi et al., 2003). L'espace nécessaire à la continuation d'un tel système extensif est en cours d'achèvement mais les prévisions montrent que la population devra doubler dans les trois prochaines décennies. Une question importante pour le développement de cette région est de savoir les stratégies que les populations pourront mettre en place pour satisfaire leurs différents besoins en aliment et ou en bois de feu dans un futur proche. La réponse à cette question nécessite d'identifier les principaux facteurs et les mécanismes qui déterminent les changements d'utilisation de l'espace avant d'envisager toute prédiction. Malheureusement, il existe très peu de travaux sur les liens dynamiques entre les processus de dégradation des ressources naturelles et les conditions démographiques, économiques et sociales dans cette région.

La présente thèse contribue à répondre à cette question en proposant un Système d'Information pour l'analyse intégrée des changements d'utilisation de l'espace en vue de l'exploration des scénarios d'évolution future. Ce chapitre introductif a pour but de situer l'ensemble du travail de recherche mené dans le cadre de cette thèse. Il est organisé de la manière suivante. La section 2 justifie l'intérêt scientifique et les enjeux de cette recherche pour le développement rural. La section 3 introduit le concept de savane et décrit les grands traits géographiques de la zone d'étude. La section 4 permet de poser la problématique des dynamiques agricoles dans la zone d'étude. La dernière section présente les objectifs de

l'étude, les principales questions de recherche et la manière dont elles sont abordées dans le contenu de la présente thèse.

## **1.2. Intérêt scientifique et opérationnel de l'étude**

### **1.2.1. Enjeu du développement durable dans les communautés rurales africaines**

Le développement agricole en particulier est défini par Trebuil et al. (1994) comme un ensemble de changements sociaux, politiques ou économiques qui interviennent dans le système de production agricole et qui sont supposés bénéfiques pour les communautés rurales considérées. On a assisté dans les années 60 à un optimisme pour le développement agricole avec la révolution verte qui a contribué à l'introduction de nouvelles variétés à haut rendement pour les principales graines. Le développement rural est apparu dans les années 70 comme une réponse à l'échec de ces approches de planification du développement présentant un caractère sectoriel. La nouvelle stratégie, vise à atténuer le problème de la pauvreté et insiste sur le développement rural, vue comme un vaste processus structuré plutôt qu'un simple projet dont l'objectif est l'accroissement de la production agricole. La banque mondiale a ainsi défini le développement rural comme une stratégie conçue pour améliorer la vie sociale et économique d'un groupe spécifique de population : les pauvres ruraux. Le développement rural est donc vu comme une approche d'intervention dans les économies des régions sous développées, approche plus large que le développement agricole et orienté vers les problèmes de pauvreté et d'inégalité (Harriss, 1982). L'expression développement rural est aussi utilisée pour faire référence à l'ensemble des changements bénéfiques ou non, impulsés par le processus d'intervention dans les sociétés rurales. Certains de ces changements sont le plus souvent déclenchés ou accélérés par les politiques de développement mêmes. Lorsqu'on considère l'évaluation faite de nombreux projets de développement en milieu rural, on comprend que la plupart des changements ne sont pas toujours anticipés ni bien maîtrisés à cause de la complexité des interactions dynamiques entre les systèmes naturels et les systèmes socio-économiques (Loireau, 1998).

Dans la plupart des régions en Afrique subsaharienne par exemple, le développement dans les zones rurales est essentiellement lié aux ressources naturelles qui sont soumises à l'influence combinée des processus naturels (sècheresse) et des activités humaines liées à l'exploitation ou la conservation de ces ressources (Geny et al., 1992). Les zones de savanes africaines en particulier subissent d'importantes mutations sociales et économiques qui s'accompagnent par des processus rapides de transformation des paysages ruraux (Pourtier, 2003). Ces transformations se traduisent en particulier par des changements d'occupation du sol ou de modes d'utilisation de l'espace. Les causes de ces transformations peuvent être multiples et complexes. Elles sont dans certains cas, liées à l'arrivée de populations migrantes à la recherche de terres agricoles où à l'installation temporaire des éleveurs transhumants en quête de pâturages pour leurs troupeaux. Dans d'autres cas, ce sont les besoins de plus en plus importants d'une population croissante qui, favorisent les pressions humaines qu'on peut observer sur les terres agricoles et sur les ressources forestières. Dans l'une ou l'autre des situations évoquées, ce sont les enjeux du développement agricole, pastoral ou sylvicole des zones rurales qui sont au centre des préoccupations des populations locales et des acteurs en charge du développement rural. Une meilleure compréhension de ces dynamiques agraires serait donc d'une très grande importance pour ces différents acteurs impliqués dans les processus de planification, de gestion durable de l'espace et des ressources naturelles. Des financements importants

sont ainsi accordés dans le cadre de projets et programmes de développement nationaux ou régionaux afin d'atteindre ces objectifs.

### **1.2.2. Outils d'aide aux politiques de développement ou d'intervention en milieu rural**

Contrairement aux attentes, on constate que plusieurs pays, qui ont pourtant bénéficié de nombreuses aides de la communauté internationale à travers les projets ou les structures nationales de développement, sont restés dans une situation de pauvreté et de dégradation des ressources naturelles (Loireau, 1998). De plus, de nombreux projets environnementaux ou de développement rural dont l'objectif est la gestion durable des milieux et des ressources naturelles n'atteignent pas souvent les résultats escomptés (Cernea, 1986 ; Chambers, 1983). Les résultats mitigés de la plupart des projets peuvent être justifiés par quelques observations liées aux difficultés de compréhension et de prise en compte des dynamiques globales. La première observation concerne l'absence d'une meilleure articulation entre les échelles d'intervention des différents projets. On verra par exemple qu'il n'existe pas de lien explicite entre les projets nationaux ou régionaux et les projets locaux. Lorsque les uns font la gestion des terroirs en prônant l'agriculture vivrière pour assurer une autosuffisance alimentaire, les autres vont prôner l'intégration au commerce international. La deuxième observation concerne le manque de coordination et de cohérence entre les projets dont les finalités différentes sont définies par rapport à des disciplines. Lorsque certains ayant une finalité strictement écologique s'intéressent d'abord au maintien et voire à l'amélioration des conditions du milieu physique, les autres à finalité socio-économique vont s'intéresser à la réduction de la pauvreté et l'amélioration du bien être des populations. Des exemples d'interventions en milieu rural qui ont débouché sur des échecs, parce que n'ayant pas maîtrisé les dynamiques globales ou pris en compte les interactions entre les composantes de l'écosystème, existent dans la région de l'Extrême Nord du Cameroun.

L'un de ces exemples concerne le projet Mindif-Moulvoudaye qui a commencé en 1978, sous l'initiative conjointe du Gouvernement camerounais et de l'assistance américaine à travers l'USAID. C'était un projet agropastoral qui devait travailler sur le problème de surpâturage et ses conséquences relatives à la dégradation de l'environnement. La finalité du projet était d'intensifier l'élevage et la production agricole dans la zone d'étude. Mais les rapports d'évaluation montrent que le projet a commencé sans une compréhension globale de la situation socio-économique et environnementale de la zone (Van der Berg et Van Est, 1991). Les études menées étaient d'un caractère sectoriel au point que, le projet durant la phase d'implémentation s'est transformé en un projet pastoral. Une synthèse effectuée par Requier-Desjardin (2001) révèle que même l'objectif écologique de réhabilitation des pâturages n'a pas été atteint. Un autre exemple concerne le projet SEMRY II qui a abouti en 1979 à la mise en eau du Lac de Maga et au développement de la riziculture irriguée dans la plaine d'inondation du Logone suite à cette intervention. Cette région bien connue à l'échelle nationale et internationale pour l'importance de ses ressources naturelles et de sa biodiversité, a subi pendant plusieurs années de nombreux changements du système agricole et pastoral. En effet, la baisse dramatique du niveau des inondations a entraîné une transformation importante de l'écosystème de la plaine se traduisant par une modification de la végétation originelle, une baisse de la productivité des terres agricoles ainsi privées de limons et autres minéraux dissous, une réduction de la superficie des pâturages qui a débouché sur la surexploitation et la dégradation des pâturages résiduels (IUCN, 1996 ; Scholte, 2005). Même si les effets néfastes des changements climatiques sont établis, les études et recherches réalisées en vue de mieux comprendre la dynamique de cet écosystème dans une perspective de réhabilitation ont montré que les aménagements hydro-agricoles et

l'introduction de nouvelles cultures n'auraient pas été basés sur une bonne connaissance de l'environnement écologique et socio-économique de la plaine (Mouafo et al., 2002). De façon générale, les échecs de nombreuses politiques d'intervention en milieu rural sont en grande partie attribués à une connaissance insuffisante ou la non prise en compte de la structure d'ensemble et de la dynamique des écosystèmes étudiés dont il faut reconnaître la complexité. Dans le cas du projet SEMRY II, on peut penser que la plupart des acteurs n'ignoraient pas les conséquences de la construction du barrage, mais l'introduction de la riziculture semblait être le seul objectif et les connaissances que les acteurs avaient n'étaient ni explicites, ni partagées et donc non existantes pour la prise de décision. Cet exemple qui est abordé avec un peu plus de détails au chapitre 5 de cette thèse, montre l'intérêt de mettre en place des Systèmes d'Information et de connaissances spatiales, explicites et partagées qui auraient été utiles à l'époque de la mise en eau du barrage. Un avantage des approches spatiales et de l'utilisation de tels outils, c'est qu'ils invitent les acteurs à mieux comprendre et prendre en compte un contexte plus global que les objectifs visés par l'intervention. Dans le cas du projet Mindif-Moulvoudaye, le problème était beaucoup plus celui d'une très faible intégration disciplinaire et dans ce sens, une approche plus intégrée aurait été utile.

Avec l'émergence des problèmes environnementaux qui ont donné lieu en 1992 au sommet de la terre à Rio et la signature de plusieurs conventions internationales dans le cadre des Nations Unies, les concepts de durabilité et de développement intégré ont pris de l'importance. Les pays signataires des conventions se sont engagés à réduire les effets des processus de dégradation des terres, d'assurer la conservation et l'utilisation durable des ressources naturelles en s'appuyant sur une approche intégrée. L'approche écosystème recommandée par la convention sur la diversité biologique propose à cet effet plusieurs principes répondant à ces besoins de prise en compte des interactions dynamiques entre les composantes des systèmes étudiés et de la durabilité. Malheureusement, il existe très peu de travaux sur les liens dynamiques entre les processus de dégradation des ressources naturelles et les conditions démographiques, économiques et sociales dans ces régions. Le problème serait principalement lié à la nature complexe des systèmes agraires qui sont vus comme des agro écosystèmes. D'autre part, on a assisté au cours des deux dernières décennies à la mise en place de nombreux projets internationaux visant à développer des Systèmes d'Information sur l'Environnement le plus souvent sous dans le cadre d'observatoires environnementaux. Malgré cet intérêt croissant manifesté pour les SIE, les méthodes qui ont été conçues pour des applications de gestion simples restent inadaptées pour le développement de cette nouvelle génération de SI. Le travail de recherche réalisé dans cette thèse a donc pour finalité de contribuer à la définition et la spécification de l'architecture des SIE, que nous considérons comme une étape préalable à l'élaboration ou l'adaptation de toute méthode de conception appropriée (chapitre 6).

### **1.2.3. Démarche d'analyse et de conception de SIE adaptée à la complexité des systèmes agraires**

Selon la Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique, un écosystème est défini comme un ensemble complexe et dynamique composé de plantes, des communautés d'animaux et leur environnement non vivant interagissant comme une unité fonctionnelle. Les systèmes agraires sont des écosystèmes modifiés par les activités humaines afin de produire les aliments, les fibres et d'autres produits dérivés de l'agriculture ou de l'élevage, conduisant ainsi à des systèmes plus ouverts dans la mesure où ils reçoivent et communiquent des flux divers sous forme de produits ou d'informations à travers des actions de gestion

(Convey, 1987). Les systèmes agraires présentent donc à priori un degré plus important de complexité. En effet, la complexité de ces systèmes agraires émerge des dynamiques spatio-temporelles des différentes formes d'utilisation de l'espace, du nombre important d'interaction entre ses composantes et de l'imbrication des échelles auxquelles opèrent les processus. Dans le cas des systèmes d'utilisation de l'espace par exemple, la complexité provient de l'existence d'un nombre important de facteurs qui se combinent pour influencer la structure de l'occupation du sol et les processus de changement d'utilisation de l'espace (Turner et al., 1995). Comprendre les processus sous-jacents aux changements d'occupation du sol observés et analyser les facteurs qui les déterminent est une priorité de la communauté scientifique impliquée dans les études sur le changement global. La compréhension de ces processus spatiaux en terme de diversité et de dynamique est également un préalable à toute intervention ou recommandation en vue d'une meilleure gestion de l'espace et des ressources naturelles à l'échelle régionale ou locale (Toxopeus, 1996).

L'analyse des systèmes agraires présente donc un enjeu important mais nécessite des approches appropriées pour les décrire, mieux comprendre leur fonctionnement et arriver à pronostiquer leur évolution. Si on considère l'espace comme le lieu où les systèmes socioéconomiques et les systèmes biophysiques interagissent pour produire les paysages agraires, la démarche adoptée pour la compréhension des systèmes agraires devrait intégrer nécessairement une composante spatiale (Loireau, 1998). En ce sens, une des clés du développement rural des régions de savanes africaines se retrouverait davantage dans l'organisation de l'espace (Pourtier, 2003). Plusieurs travaux en écologie se sont appuyés sur les approches systémiques et les théories des systèmes complexes pour mettre en évidence les propriétés des écosystèmes. Les notions de hiérarchie et d'échelle, de résilience et d'adaptabilité sont des concepts clés lorsqu'on analyse la structure et la dynamique d'un écosystème (Allen et Roberts, 1997). Ces concepts peuvent également être utilisés pour représenter et décrire les propriétés des systèmes agraires (chapitre 2). Dans cette même perspective, les approches de type modélisation revêtent également une très grande importance dans la mesure où elles permettent d'envisager et de tester plusieurs scénarios d'évolution de l'écosystème étudié. L'intérêt étant de faire des projections correspondant à des hypothèses données, d'apprécier les éventuelles conséquences et de mieux formuler les mesures d'anticipation. La modélisation est nécessaire parce que l'utilisation de l'espace est le résultat de processus complexes, exigeant des réflexions sur la non linéarité et les décalages spatio-temporels (chapitres 9 et 10).

Comme nous le montrerons dans les chapitres 2 et 3, de nombreuses approches et outils d'analyse et de modélisation des changements d'utilisation de l'espace ont été développés pour prendre en compte ces propriétés complexes des systèmes d'utilisation de l'espace. Leur application à des problèmes concrets dépend le plus souvent de plusieurs critères comme les objectifs visés par l'étude, la discipline scientifique, l'échelle d'analyse (Levin, 1992). La figure 1.1 adaptée de Verburg et Veldkamp (2001) montre que ces méthodologies ne peuvent être considérées isolément mais qu'elles devraient être intégrées et liées entre elles dans une séquence logique afin d'étudier la très vaste question de l'analyse des changements qui surviennent dans le système d'utilisation de l'espace. La démarche d'analyse du système d'utilisation de l'espace et la conception d'un SIE associé pourrait obéir à cette séquence. Les principales phases couvertes par cette séquence sont les phases d'identification du problème, de description du système, de conception, de négociation et de planification. Celles-ci correspondent aux principales phases de développement des SI classiques qui incluent le plus souvent l'analyse préalable, la conception du SI et la mise en oeuvre.



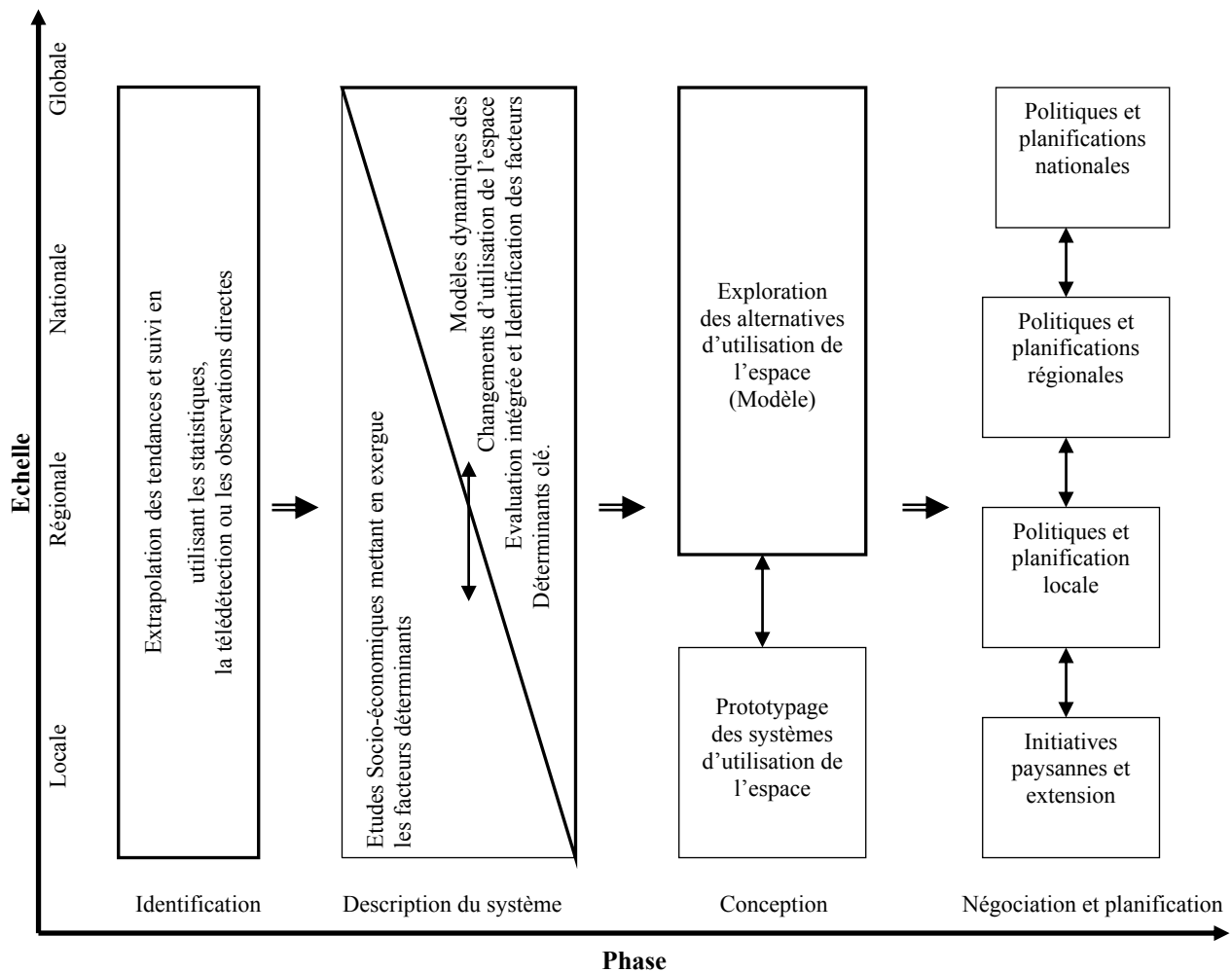


Figure 1.1 : Séquence des recherches contribuant à l'analyse des changements d'utilisation de l'espace.

### 1.3. Description de la zone d'étude

Le but ultime de cette recherche est de spécifier et développer un Système d'Information sur l'Environnement (SIE) utilisable dans le cadre de l'observatoire du développement des savanes d'Afrique centrale. Toutefois, l'étude s'est focalisée sur le cas spécifique des zones de savanes de l'Extrême Nord du Cameroun. Dans cette section, nous introduisons le concept de savane et nous présentons ensuite les grands traits géographiques de la zone d'étude.

#### 1.3.1. Les zones des savanes africaines

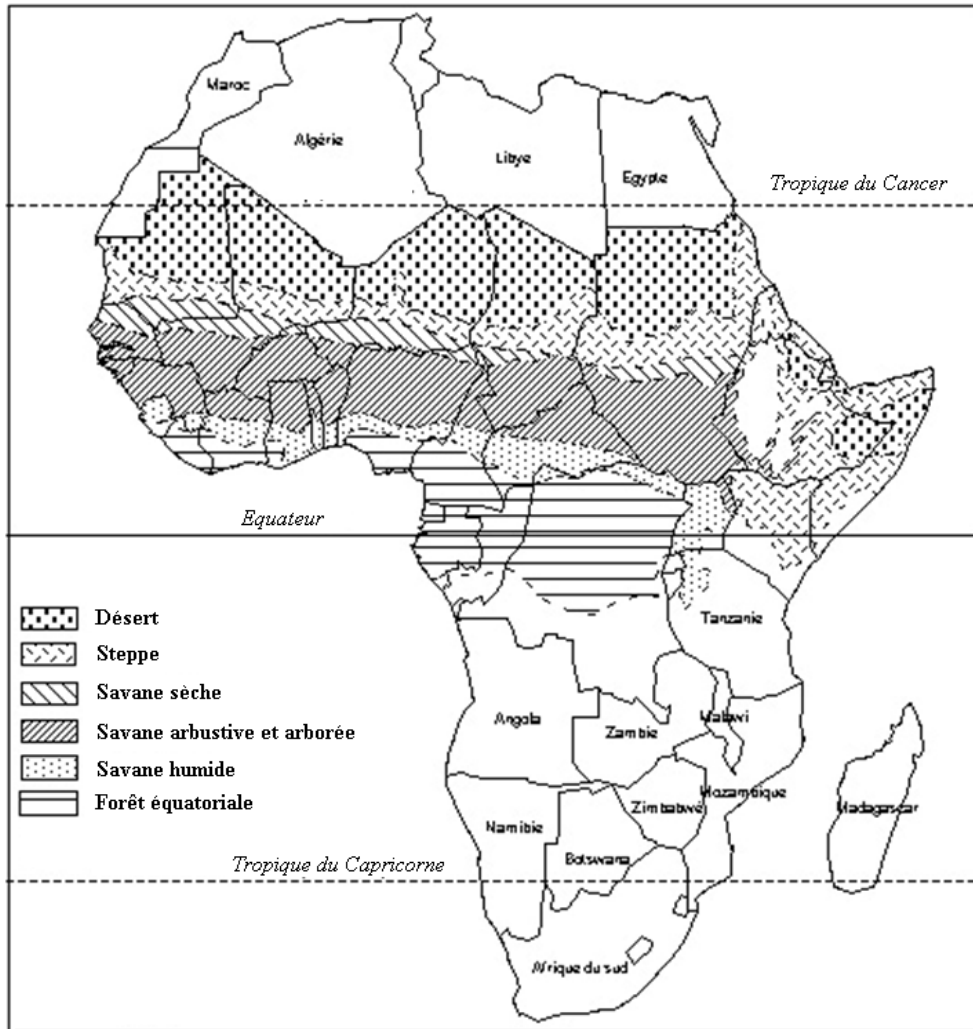
La savane représente un type de structure de végétation ou formation végétale composée d'une association herbeuse des régions tropicales pauvres en arbres et en fleurs, mais très fréquentée par les animaux (Dictionnaire de langue française, Petit Robert). La première utilisation du terme savane pourrait être retracée à 1535, par un certain Oviédo, à propos du Vénézuéla. Celui-ci désignait par ce terme les étendues de terrain sans arbres et avec des herbes plus ou moins hautes ou sans végétation. Ce terme a ensuite donné

lieu à un nombre d'interprétations différentes et parfois contradictoires. C'est ainsi qu'un congrès de spécialistes de groupements végétaux africains, tenu à Yangambi en 1956 a défini la savane comme une formation herbeuse comportant : une strate herbacée supérieure continue d'au moins 80 cm de haut qui influence une strate inférieure ; graminées à feuilles planes, basilaires et caulinaires ; ordinairement brûlées annuellement ; une strate de plantes ligneuses ordinairement présentes. Elle peut être herbeuse, arbustive, arborée ou boisée en fonction de la densité et du recouvrement des arbres (Hoock, 1971).

Les savanes peuvent être vues comme des milieux résultant d'une transformation des forêts où certains arbres sont éliminés sous l'effet d'actions anthropiques, de processus naturels comme les vents violents (savanes édaphiques) ou les changements climatiques globaux. Dans cette thèse, la savane est vue comme un milieu provenant des défrichements agricoles, des feux provoqués ou spontanés. Ces feux constituent un élément vital des savanes dans la mesure où ils permettent de mettre en valeur la fertilité accumulée par les ligneux. Toutefois, ils sont également une source de dégradation des ressources naturelles ou de conflit entre utilisateurs de ces milieux notamment les agriculteurs, les éleveurs et les chasseurs. 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 : forêt claire et sèche, forêt plantée, savane boisée à graminées pérennes, savane arborée à *Anogéissus* et *Combretum* ou savane arborée à épineux, savane arbustive, savane herbeuse à graminée pérenne, savane herbeuse à graminée annuelle et savane très dégradée sur sol dégradé ou hardé. Les trajectoires de ces formations sont déterminées par l'intensité des pressions anthropiques et par les interventions effectuées telles que la protection, la restauration et la réaffectation.

Sur le plan géographique, les milieux de savanes correspondent à des espaces dont la délimitation spatiale est difficile étant donné la variabilité des critères biophysiques et climatiques qui permettent de les définir. En effet, les changements climatiques et les processus de modification de la végétation qui sont en cours créent des perturbations qui peuvent suggérer des décalages spatiaux de toute limite tranchée. On distingue par exemple à l'échelle mondiale, les savanes du Mexique, celles de la Guyane française en Amérique du Sud, les savanes de l'Inde et les savanes d'Afrique au sud du Sahara. La figure 1.2 montre que les savanes africaines sont situées dans la zone soudanienne et occupent une position médiane entre les zones sahéliennes d'extrême sécheresse au nord et les zones équatoriales caractérisées par une humidité permanente au sud (Mondain, 1993). Cette zone couvre une quinzaine de pays et correspond 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. La végétation constituée de graminées et de ligneux, 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 (Pieri, 1989).

Sur le plan social, les zones des savanes africaines se caractérisent par les processus de développement et les mutations spatiales et politiques que ces milieux subissent. Contrairement aux zones sahéliennes 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 de savanes quant à elles abritent une société paysanne, agropastorale, en majorité sédentaire ancrée dans le terroir. On y trouve souvent éleveurs qui pratiquent des mobilités pendulaires d'ampleur variable qui induisent une certaine complexité dans les modes d'organisation pour l'accès aux ressources.



**Figure 1.2 : Délimitation des savanes africaines entre le désert du Sahara et la zone tropicale humide (source : Mondain, 1993).**

Les caractéristiques des zones de savanes varient également en fonction de l'échelle ou du niveau d'organisation. Au niveau local on peut observer dans l'espace des régularités 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 de brousses périphériques utilisées pour la chasse, la collecte de bois, la cueillette ou le parcours de troupeaux. Les territoires villageois sont ainsi constitués des utilisations de l'espace qui s'organisent en auréoles plus ou moins concentriques autour des zones habitées. Au niveau régional, on peut identifier des unités paysagères type qui forment des ensembles régionaux : paysages de savane. Vues à cette échelle, les zones de 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 sont souvent des états sahélo-soudaniens enclavés, par opposition aux états côtiers. Au niveau international, les régions de savanes constituent une zone à faible intégration dans l'économie mondiale mais dont la tendance à l'intégration est croissante si on considère le cas des zones de savanes d'Afrique de l'Ouest. La croissance démographique qui s'accompagne de la « saturation

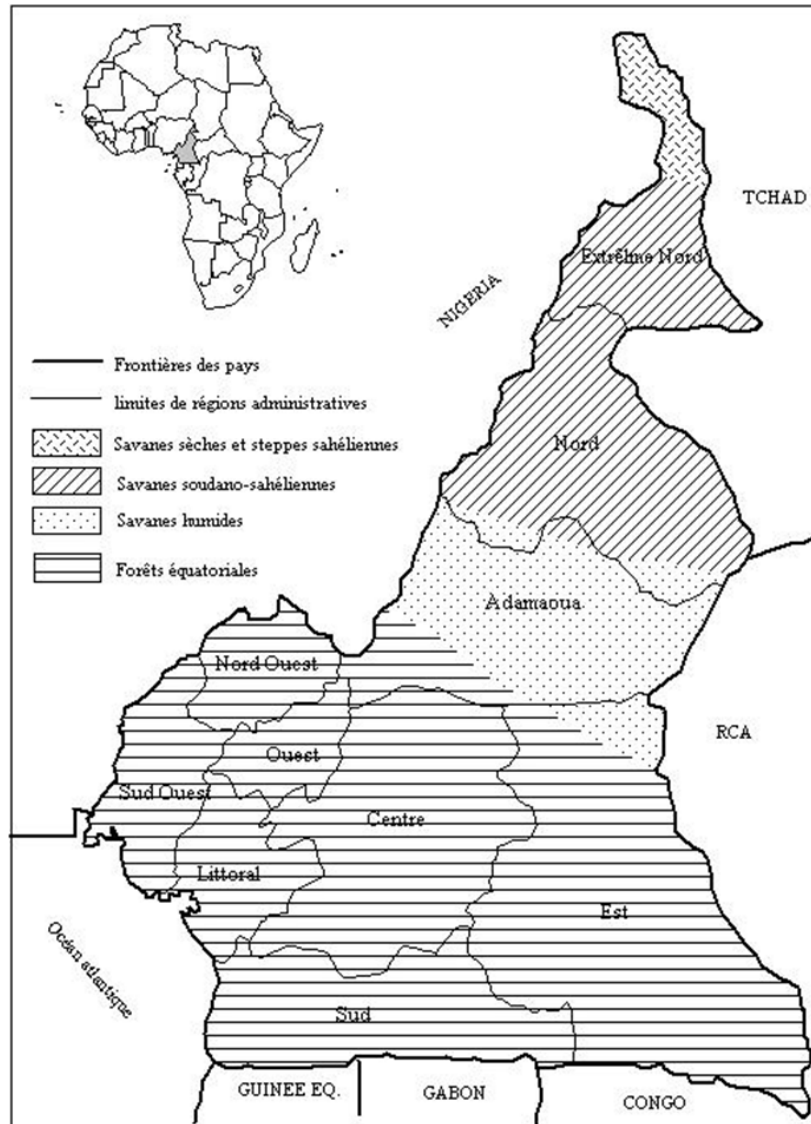
foncière » que perçoivent certains auteurs à l'échelle des terroirs est un problème qui se pose à l'ensemble des savanes africaines (Pellissier, 1995).

### **1.3.2. Les zones de savanes de l'Extrême Nord du Cameroun**

La zone d'étude est la province de l'Extrême Nord du Cameroun. Cette région correspond à une unité du zonage des grands ensembles de production des zones de savanes d'Afrique centrale (Beclier, 1997). A l'échelle nationale, la région de l'Extrême Nord du Cameroun appartient à un ensemble géographique plus vaste qui est communément appelé le grand Nord du Cameroun (figure 1.3). Ce grand ensemble qui inclut toutes les savanes camerounaises est composé des trois provinces les plus septentrionales du pays, qui présentent chacune des spécificités. La province de l'Adamaoua correspond à un paysage de hautes terres, dominé par de savanes humides et fait interface avec les régions de forêt équatoriale du Sud Cameroun. La province du Nord correspond à un paysage de cuvettes dominé par des savanes soudano-sahéliennes. La province de l'Extrême Nord est composée d'une mosaïque de paysages incluant les montagnes situées à l'ouest, et de basses plaines appartenant à la cuvette tchadienne.

La province de l'Extrême Nord couvre un total d'environ 34260 Km<sup>2</sup> et s'étend entre les latitudes 10° et 13° nord et les longitudes 13° et 15° Est. Elle est limitée à l'est par deux cours d'eau permanents : le Logone qui prend sa source sur les hautes terres de Ngaoundéré au sud et son confluent le Chari qui prend sa source au Tchad. Ces cours d'eau se jettent dans le lac Tchad qui constitue également la frontière au nord. La limite ouest avec le Nigeria est constituée dans sa partie méridionale par les monts Mandara, dans sa partie centrale sur terre ferme par une démarcation conventionnelle et dans sa partie septentrionale par l'El beid, un cours d'eau à écoulement temporaire qui se jette également dans le lac Tchad (figure 1.4). Le climat de la région est de type tropical ou soudanien. En effet, l'alternance entre une longue saison sèche et une très courte saison de pluies sur toute la zone définit un climat de type tropical. A l'exception de la bande des monts Mandara où on enregistre une pluviométrie annuelle moyenne de 975 mm, et qu'on peut caractériser de climat soudanien d'altitude humide, le reste de la zone a un climat marqué par une diminution des pluies annuelles et de la durée de la saison des pluies du sud vers le nord. Toutefois, les moyennes de pluie annuelles dépassant 700 mm, Suchel (1972) qualifie ce climat de soudanien. De plus, si on se réfère à la classification anglo-saxonne qui définit le Sahel comme un ensemble de régions où la pluviosité annuelle est inférieure à 500 mm, toute la zone se retrouverait dans la zone soudanienne.

La végétation ligneuse et herbacée présente à la fois les éléments des savanes soudano sahéliennes, des savanes sèches et des steppes sahéliennes. Letouzey (1968) caractérise la végétation des savanes soudanienne par la présence d'*Anogeissus leiocarpus* sur sols meubles non défrichés, et de *Boswellia dalzielii* sur les sols rocaillieux. Les plaines sud du Diamaré, les collines de Maroua et l'ensemble des monts Mandara où s'imposent ces espèces soudanienne ont amené ces auteurs à rattacher cette région à la zone soudanienne. Toutefois ces savanes soudanienne font interface dans sa partie nord avec des steppes à épineux sur sols lourds et argileux. Certaines de ces steppes sont le résultat de transformations de la végétation soudanienne suite à l'occupation humaine.



**Figure 1.3 : Délimitation des grands ensembles écologiques du Cameroun. La zone d'étude est partagée entre les savanes sèches soudano-sahéliennes et les steppes sahéliennes.**

L'influence des activités anthropiques et des changements climatiques contribuant à la propagation d'espèces végétales caractéristiques du Sahel. Letouzey (1968) distingue deux grands ensembles de végétation dans ce secteur soudano-sahélien : les prairies périodiquement inondées et les steppes à épineux. Les prairies inondées, localement appelées yaérés sont dominées par des espèces comme *Pennisetum ramosum*, *Echinochloa obtusifolia*, *E. pyramidalis*, *Eriocloa fatmensis*, *Oryza longistaminata*, *Corchorus olitorius*. Les steppes à épineux sont en fait des savanes arborées avec un tapis herbacé très irrégulier et dominées surtout par ces épineux que l'on retrouve généralement sur des vertisols ou sur des sols dégradés (hardé). Les espèces les plus représentées dans la strate ligneuse sont *Acacia hockii*, *Acacia seyal*, *Acacia ataxacantha*, *Acacia senegal*, *Albizia chevalieri*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum aculeatum*, *Dichrostachys glomerata*, *Ziziphus mauritania*, *Piliostigma reticulatum*, *Strychnos spinosa*, *Ximenia americana*. La strate herbacée est riche en espèces comme *Loudetia togoensis*, *Schoenefeldia gracilis*, *Aristida spp.* ou *Pennisetum pedicellatum*.

La région de l'Extrême Nord du Cameroun est caractérisée par une grande diversité de paysages naturels qui, en fonction de leur pente, du type de sol ou de leur capacité de rétention en eau, offrent des conditions et des opportunités différentes d'occupation du sol et d'usages. On passe d'ouest en Est, d'un relief de montagne très accidenté dans la zone des monts Mandara à d'immenses plaines d'inondation le long du fleuve Logone, en passant successivement par des piémonts et des plaines intérieures de Mora, du Diamaré, de Kaélé et du Bec de Canard (figure 1.4).

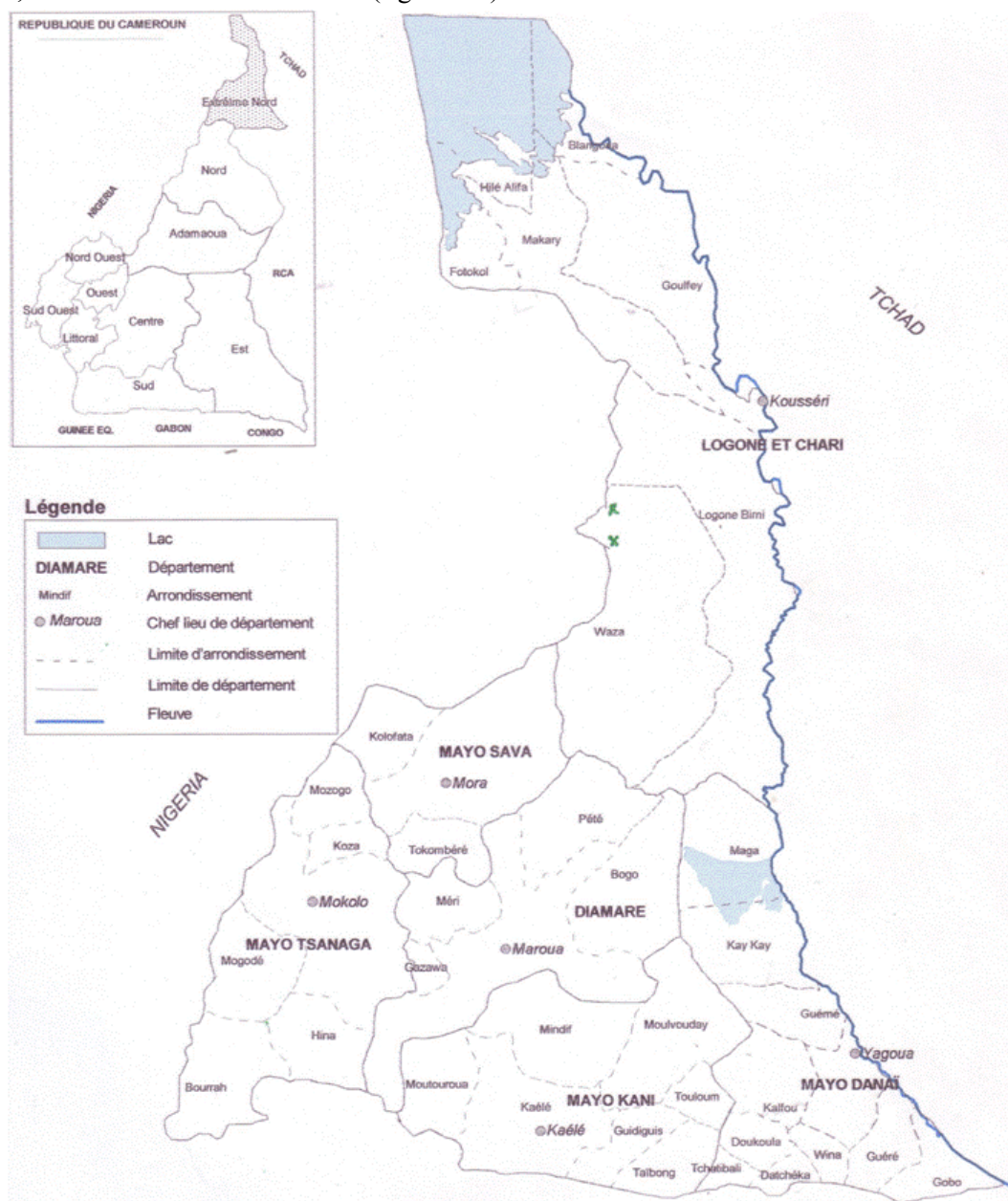


Figure 1.4 : Localisation de la région de l'Extrême Nord du Cameroun

Les monts Mandara constituent une bande de massifs montagneux longue de 150 Km à cheval entre la frontière camerounaise et Nigériane. Cette bande s'étend au Cameroun sur une largeur d'environ 50 km. L'altitude contribue à une réduction importante des températures et favorise les pluies. L'occupation du sol

tient ici compte en priorité de la pente qui s'impose comme le facteur naturel le plus contraignant. Les piémonts sont constitués des basses terres recevant les épandages des montagnes. Ils présentent des conditions privilégiées pour l'occupation humaine avec des sols plus riches et plus profonds. C'est le domaine des *Acacia albida* sélectionnés et entretenus dans les champs par les populations sous forme de parc arboré. Cette zone conquise au 19<sup>ème</sup> siècle par les Foulbés, les Sirata et les Mandara a servi de relais pour la surveillance des montagnards. Elle a ensuite été une zone d'accueil des populations venant des montagnes voisines. Toutefois le transfert des populations s'est heurté au droit foncier institué par la conquête peule (MINEF, 1993). Les plaines des savanes de l'Extrême Nord du Cameroun se subdivisent en quatre sous-ensembles : (1) les plaines argilo-sableuses de Mora, (2) les plaines argileuses du Diamaré et la pénéplaine de Kaélé, (3) les plaines sableuses de Kalfou et du Bec de Canard sur le bassin tchadien, et enfin (4) la plaine d'inondation du Logone sur la dépression tchadienne qui est séparée des autres plaines par un cordon dunaire. En se déplaçant du cordon dunaire vers les rives du Logone, les sols sont composés successivement d'une petite bande de terre sableuse d'une vingtaine de kilomètre et d'une très vaste bande de terres argileuses noires (karal) plus ou moins inondées. Les paysages de ces zones sableuses présentent d'une part, une physionomie de hardé dominée par une végétation parsemée de *Balanites aegyptiaca* et *Lannéa Humilis*, et d'autre part des bas fonds humides portant une végétation plus dense constituée d'*Anogéissus leiocarpus* et d'*Acacia*. Les vastes plaines argileuses se présentent sous deux formes de paysage, en fonction de l'importance de l'inondation : les karals qui ne connaissent qu'une inondation superficielle mais régulière pendant quelques mois de l'année et les Yaérés dont l'inondation d'une profondeur et d'une durée plus importante provient du déversement des eaux du Logone. La végétation des Karals est dominée, dans la strate arbustive, par les acacias (*seyal* ou *nilothica*), la strate herbacée plus présente en saison des pluies, atteint 2 à 3 mètres. Selon Letouzey (1968), tous les Karals comportaient une végétation boisée. Les karals sans strate ligneuse ont certainement subi un déboisement. La végétation caractéristique des Yaérés est par contre une savane herbeuse qui s'assèche au retrait des eaux. L'absence de végétation arborée s'explique par les alternances brutales du sol entre les périodes d'engorgement et d'assèchement prolongé.

## **1.4. Problématique des dynamiques agraires dans la zone d'étude**

### **1.4.1. Contexte des zones de savanes d'Afrique centrale**

Les pays de zones 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 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 zones de 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.

#### **1.4.2. Cas des savanes de l'Extrême nord du Cameroun**

La région de l'Extrême Nord du Cameroun en particulier est caractérisée par des fortes densités de population, d'importants flux migratoires et une prédominance des activités agro-pastorales. La répartition de la population n'est pas uniforme. La densité moyenne estimée à 50 hab./km<sup>2</sup> en 1987 est passée à 75 hab./km<sup>2</sup> en 2002 et on atteint 300 hab./km<sup>2</sup> par endroits. La population essentiellement rurale a été estimée à 80% de la population totale (RGPH, 1987). Le secteur agricole y est en pleine expansion du fait qu'il constitue la principale activité et se traduit par l'extension des surfaces cultivées. Le cotonnier y est resté longtemps la principale culture de rente. La production cotonnière à l'Extrême Nord du Cameroun est toutefois marginale au regard des rendements et de la production de l'ensemble des zones de savanes d'Afrique Centrale. La production vivrière est assez forte, associée à l'élevage qui est considéré comme une source d'investissement importante. On note qu'une très grande diversité de cultures vivrières est pratiquée parmi lesquelles le sorgho pluvial, le sorgho de contre saison ou *Muskuwaari*, le maïs, l'arachide, le haricot, le riz, et l'oignon. En 1992, les terres agricoles incluant les terres cultivées et les jachères de courte durée étaient estimées à 24% pour les provinces du Nord et de l'Extrême Nord et des projections prévoyaient qu'en 2002, 90% des terres de l'Extrême Nord uniquement, serait à vocation agricole (BONIFICA, 1992). Même si les données concernant l'occupation du sol ne sont pas toujours disponibles sur l'ensemble de la région, la situation actuelle ne serait certainement pas très loin de ces prévisions.

Dans le même sens que les projections effectuées par BONIFICA (1992) au sujet de l'extension agricole, de nombreux auteurs ont signalé de profondes transformations du paysage agraire et de l'utilisation de l'espace au cours des dernières décennies. Pour justifier une étude par télédétection, Triboulet (1995) a montré que ces transformations se manifestent à travers les paysages de la plaine du Diamaré. L'un des problèmes assez préoccupant de cette région est relatif aux faibles rendements de la production agricole qui est restée presque stable au cours des trois dernières décennies (Njomaha, 2004) alors que les besoins de la population ont continué à augmenter du fait de la croissance démographique. Les populations en quête d'espace cultivable et de pâturage exercent des pressions importantes sur les terres qui conduisent à la saturation foncière (Seignobos et al., 1995; Timmermans, 1998), à la dégradation des sols (Obale-



Ebanga, 2001) et des ressources ligneuses (Madi et al., 2003). A l'origine de ces transformations, on peut également citer à côté de la très forte pression démographique, les courants migratoires qui ont marqué l'histoire de cette région (Berghausser, 1996), le déplacement des troupeaux venant des zones sahéliennes à la recherche de nouveaux pâturages (Ligthart, 1993; Moritz, 1994), le problème que pose l'accès au bois de feu par les ménages et son impact sur les zones d'approvisionnement (Assan, 1991; Van Well, 1998). Le foisonnement de tous ces processus au sein d'un même territoire est de nature à déboucher sur des conflits d'activités, la dégradation de la productivité du milieu et la perte de sa biodiversité. A ces processus classiques, est venu se combiner très récemment, un processus particulier : l'extension de la culture du sorgho de contre saison qui se poursuit au-delà des terres traditionnelles, sur des terres auparavant jugées marginales, ce qui contribue significativement à la saturation foncière. Cette dynamique spécifique de la culture du sorgho de contre saison aurait profondément modifié l'organisation des espaces agricoles et pastoraux dans l'ensemble du bassin du lac Tchad au cours des trois dernières décennies (Raimond, 1999).

Malgré la qualité et le nombre important des travaux, la littérature actuelle sur la zone d'étude manque de travaux récents sur une analyse globale des changements de l'occupation du sol et des facteurs déterminants. Les travaux de Triboulet (1995) ont fourni des premiers éléments de base pour la caractérisation des paysages à partir de la télédétection. Toutefois, cette étude s'est limitée à une analyse saisonnière des transformations du paysage. L'observation des changements d'occupation du sol sur une échelle de temps plus grande serait plus appropriée pour l'analyse et la compréhension des grandes dynamiques régionales. Une étude plus récente a été menée par Yengue (2000) mais porte spécifiquement sur l'évolution du couvert ligneux de la région. Les études de BONIFICA (1992) et Beauvilain (1984) sont relativement plus anciennes et fournissent des informations sur les changements de l'occupation du sol dans des zones spécifiques sans faire explicitement un lien entre ces changements et les facteurs déterminants potentiels. Dans ce contexte, l'étude de la dynamique des paysages agraires, des changements d'occupation du sol à plusieurs échelles dans une perspective d'analyse des facteurs déterminants et de modélisation de la compétition entre les différentes formes d'utilisation de l'espace prend de l'importance.

L'analyse des dynamiques agraires en termes de problèmes et d'objectifs, structurés en fonction des liens de cause à effet a permis de construire une représentation graphique des processus de changement d'utilisation de l'espace, leurs causes et leurs conséquences. Ce modèle graphique obtenu est un arbre à problèmes qui met en exergue les interconnexions entre les problèmes potentiels, les processus en cours et les conséquences ou les solutions alternatives (Toxopeus, 1996). On arrive ainsi à connecter l'ensemble des dynamiques d'utilisation de l'espace avec les dynamiques sociales, économiques et politiques. L'analyse peut ensuite être focalisée sur un problème spécifique ou prioritaire dont les processus correspondant seront étudiés, tout en examinant les relations de cause à effets avec les autres processus ou problèmes du système tel que spécifié dans le graphique. L'arbre à problème de la figure 1.5 montre que les dynamiques agraires de la zone d'étude se traduisent dans l'espace par trois principaux processus qui correspondent aux principales formes d'utilisation de l'espace : l'extension des terres cultivables, la disparition des formations boisées de savanes, la dégradation et la raréfaction des zones de pâturages. La production agricole de la région, assez diversifiée est en grande partie de type extensif dans la mesure où la principale stratégie actuelle d'augmentation de la production repose

sur l'augmentation des superficies cultivées. La culture du coton et la culture du sorgho de contre saison (Muskuwaari) jouent un rôle déterminant dans le processus d'extension agricole qui occupe une place centrale dans les mutations en cours. Dans plusieurs des cas étudiés, ces trois processus ont conduit à la saturation foncière avec les nombreuses conséquences environnementales liées à la dégradation des pâturages, des ressources ligneuses et des terres agricoles. On assiste à une compétition plus importante entre les acteurs et les formes d'utilisation de l'espace qui peut être source de conflits. La réponse paysanne la plus couramment observée est le déplacement des populations vers les zones les plus productives confirmant une forte prédominance de la thèse Malthusienne. Très peu d'exemples indiquent une évolution vers des systèmes plus intensifs et durables caractérisés par des innovations. Ce modèle porte à croire que les transformations des paysages agraires et les changements d'occupation du sol dans cette région sont comme dans la plupart des régions tropicales liées à la pauvreté et au sous-développement qui sont considérés comme des conséquences et des causes dans une boucle qui se réitère au cours du temps (Lambin, 1994).

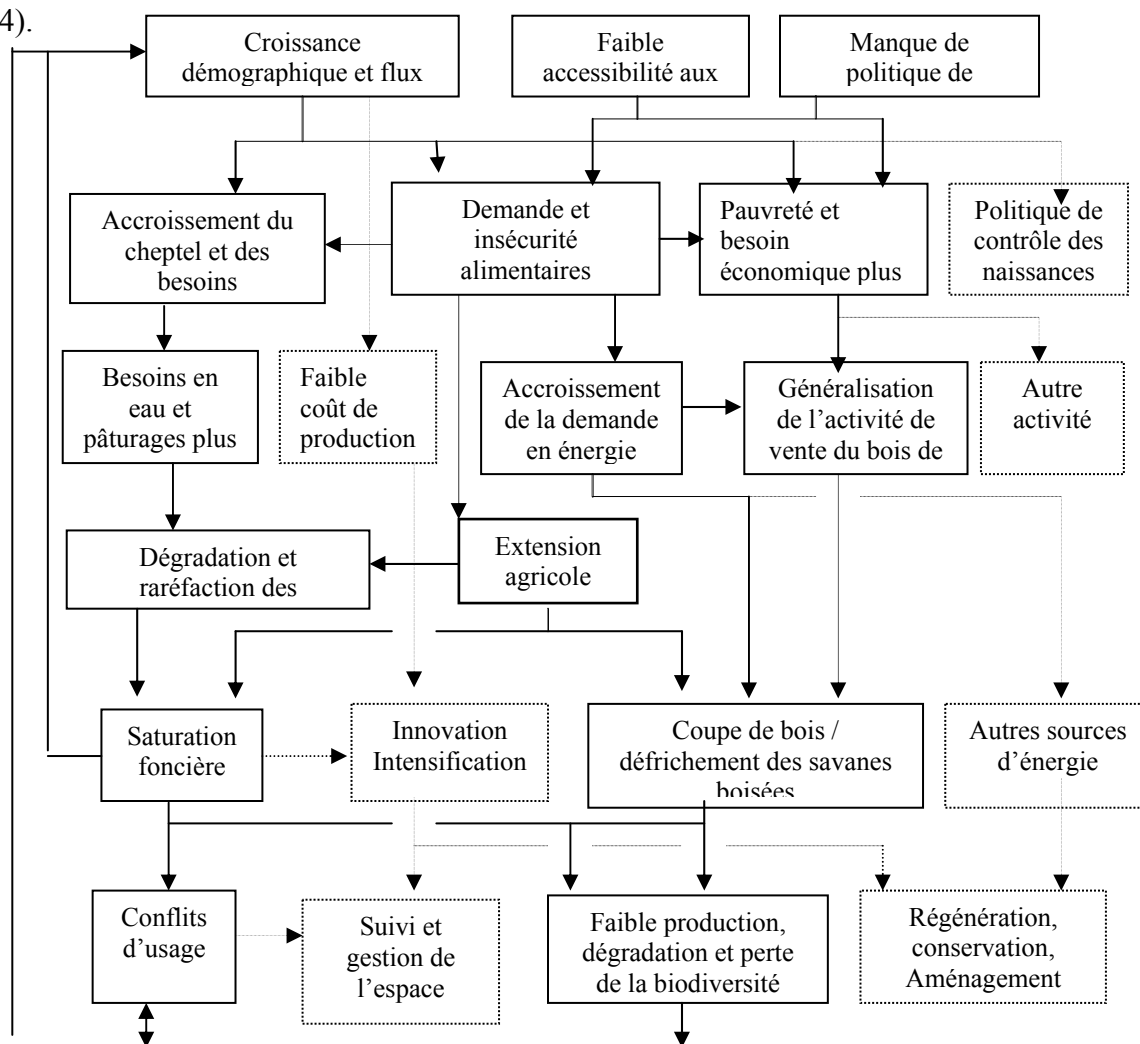


Figure 1.5 : Un modèle descriptif des dynamiques en cours dans la zone d'étude. Les flèches et cases en trait continu représentent les phénomènes ou processus couramment observés alors que ceux en pointillé représentent des trajectoires alternatives ou souhaitables.

On a observé en particulier au cours des deux dernières décennies un intérêt de plus en plus croissant des producteurs pour la culture du sorgho de contre saison qui conduit à une extension des surfaces cultivées au détriment de la brousse, en particulier dans les zones de plaines argileuses. Cette culture présente de nombreux avantages mais l'ampleur de la pression et les pratiques culturelles associées peut avoir des conséquences sur la durabilité des ressources forestières et des terres agricoles. Cette culture qui est apparue dans le Nord Cameroun vers le début du 19<sup>ème</sup> siècle était initialement destinée uniquement à l'autoconsommation (Seignobos, 1998). Aujourd'hui, elle entre dans le circuit local et de plus en plus dans le circuit régional de commercialisation des produits agricoles. Dans ce contexte, la connaissance de l'extension actuelle et des évolutions en rapport avec les facteurs socio-économiques et biophysiques, sont des enjeux majeurs pour le développement agricole et rural des localités de la zone d'étude. C'est ce qui justifie l'attention portée à l'étude des conséquences de l'extension de la culture du sorgho de contre saison sur la dynamique globale du système agraire des zones de savane de l'Extrême Nord du Cameroun (chapitre 7). Etant donné que nous ne disposons pas toujours de données statistiques ou dans certains cas, seulement des données incomplètes, fragmentaires ou peu fiables sur l'évolution des différentes formes d'utilisation de l'espace, la télédétection peut être d'une grande importance. Toutefois la qualité des images satellites enregistrées, la couverture irrégulière et l'hétérogénéité des structures spatiales des paysages agraires de la zone d'étude constituent une contrainte majeure et nécessitent de proposer et appliquer une méthode de traitement, d'analyse et d'interprétation adaptée afin de tirer le maximum d'interprétation des processus étudiés.

## **1.5. Objectif de l'étude et questions de recherche**

L'objectif général cette recherche est de spécifier et développer un Système d'Information sur l'Environnement (SIE) pour les zones de savanes de l'Extrême Nord du Cameroun. La finalité d'un tel Système d'Information étant de mettre à disposition des informations et connaissances nécessaires à une meilleure compréhension de la structure et des dynamiques des systèmes agraires. Ce SIE devrait permettre de : 1) caractériser à différentes échelles, les grandes dynamiques agraires survenues au cours des dernières décennies ; 2) explorer les facteurs déterminants potentiels et identifier les relations avec la structure et les changements d'utilisation de l'espace ; et 3) simuler les dynamiques d'utilisation de l'espace en vue d'explorer les trajectoires d'évolution des changements d'utilisation de l'espace.

Les principales questions de recherche que nous avons essayées de répondre dans cette perspective sont les suivantes : 1) comment peut on représenter les systèmes agraires et décrire leur dynamique de manière à mieux comprendre leur fonctionnement ? 2) quels sont les théories, approches et les outils les plus appropriés pour analyser les dynamiques agraires ? 3) quelles sont les spécificités et la structure d'un SIE destiné à l'analyse des dynamiques d'utilisation de l'espace ? 4) quelle est la démarche la plus appropriée pour la conception et la mise en œuvre de ce type de SI ? En faisant un aperçu de ces questions de recherches, on distingue d'une part des questions méthodologiques liées à l'analyse des dynamiques agraires et la conception des SIE, d'autre part des questions substantielles concernant le fonctionnement du

système agricole de la zone d'étude et enfin, des questions plus spécifiques liées à la modélisation. Ces observations ont conduit à organiser le contenu de cette thèse autour de trois principales parties telles que, la succession des chapitres et leurs articulations conduisent à un ensemble cohérent qui donne une réponse compréhensible aux différentes questions.

Les questions de recherche 1 et 2 sont abordées dans la première partie de cette thèse qui regroupe les théories et outils pour l'analyse et de modélisation des dynamiques agricoles. Le chapitre 2 est une synthèse des concepts et théories relatifs à la dynamique des systèmes agricoles et des approches pluridisciplinaires qui sont sollicitées pour l'analyse et la modélisation. Les concepts d'occupation du sol, d'utilisation de l'espace, de dynamique, de territoire et de système agricole qui sont centraux dans cette thèse sont clarifiés. Les théories et modèles de changement d'utilisation de l'espace qui servent de support conceptuel à notre analyse sont introduits. Le chapitre 3 décrit les outils et modèles utilisés, ainsi que les choix méthodologiques effectués pour analyser les changements d'utilisation de l'espace dans la zone d'étude. Il s'agit notamment des outils de la télédétection et de traitement d'image qui sont utilisés pour identifier les structures et les changements d'occupation du sol, les outils de Système d'Information Géographique (SIG) et d'analyse spatiale qui sont utilisés pour représenter les phénomènes géographiques, les outils et le modèle statistique utilisés pour quantifier les relations entre les structures d'utilisation de l'espace et les facteurs déterminants, et les outils de simulation des dynamiques d'utilisation de l'espace.

Les questions 3 et 4 sont abordées dans la deuxième partie de cette thèse qui est consacrée à l'analyse et la conception de SMALL Savannah, un SIE conçu pour l'analyse intégrée des dynamiques d'utilisation de l'espace dans les zones de savanes de l'Extrême Nord du Cameroun. Le chapitre 4 décrit le dispositif multi-échelle sur lequel repose ce système d'information et montre comment les problématiques d'échelle sont prises en compte au cours des phases d'analyse, de conception et de mise en œuvre. Le chapitre 5 est consacré à l'analyse préalable de la structure de l'utilisation de l'espace et des dynamiques agricoles de la zone d'étude. Cette description empirique fournit des connaissances sur la problématique et le fonctionnement du système d'utilisation de l'espace. Le chapitre 6 porte sur la spécification de l'architecture fonctionnelle et informatique de SMALL Savannah.

*La mise en œuvre de SMALL Savannah* est présentée dans la troisième partie de cette thèse qui fournit des résultats correspondant aux objectifs spécifiques fixés par cette étude. Le premier objectif spécifique est de caractériser la structure et les dynamiques des systèmes agricoles au cours des dernières décennies en les reliant aux grands processus sous-jacents. Le chapitre 5 fournit des résultats correspondant à cet objectif en décrivant l'occupation du sol et l'évolution des formes d'utilisation de l'espace associées à l'échelle de la région de l'Extrême Nord du Cameroun. Les dynamiques agricoles observées dans les différentes zones agroécologiques au cours des deux dernières décennies sont analysées à la lumière des théories et modèles introduits au chapitre 2. Le chapitre 7 propose une caractérisation des systèmes agricoles à base de sorgho de contre saison. Les analyses effectuées fournissent des informations sur les causes et les conséquences de l'extension récente de la culture du sorgho de contre saison aux échelles régionales et locales en mettant en exergue les interactions avec les autres formes d'utilisation de l'espace. Le chapitre 8 porte sur une évaluation des changements d'occupation du sol et une analyse multi-niveau des dynamiques d'utilisation de l'espace sur la région autour de Maroua, le principal centre urbain. A cet effet, la méthode d'analyse d'images présentée au chapitre 3 a été appliquée à un couple d'images satellites pour extraire les structures

d'occupation du sol et caractériser leur forme d'organisation spatiale. L'analyse spatiale des changements est faite à plusieurs niveaux en vue d'affiner les hypothèses sur les facteurs déterminants les changements d'utilisation de l'espace et montrer comment les processus régionaux se traduisent au niveau local.

Le deuxième objectif spécifique est d'explorer l'ensemble des facteurs déterminant les structures d'utilisation de l'espace et leurs interactions dans les processus de changement observés. La collecte et la structuration sous forme de base de données géographiques, les données sur les facteurs déterminants potentiels de type biophysiques, sociodémographiques et géoéconomiques. Le chapitre 5 a permis de faire une revue de la littérature et une synthèse des connaissances concernant les interactions entre la structure de l'utilisation de l'espace et les potentiels facteurs déterminants. Le chapitre 9 porte sur une exploration spatiale et quantitative des facteurs déterminants l'utilisation de l'espace et ses changements. La méthode proposée de type spatio-statistique, combine une approche inductive et déductive. On arrive ainsi à construire les modèles de prédiction les plus pertinents qui représentent les interactions entre l'utilisation de l'espace et les facteurs déterminants.

Le troisième objectif spécifique est de construire un modèle intégré de simulation en vue de mieux expliciter les dynamiques en cours et projeter les changements d'utilisation de l'espace dans un avenir proche. Une revue des approches de modélisation et de simulation des changements d'utilisation de l'espace est effectuée afin d'identifier celles qui paraissent les plus appropriées aux questions de recherche (chapitres 2 et 9). Le chapitre 10 décrit une première version du modèle intégré de simulation des changements d'utilisation de l'espace appliqué à une petite région autour de Maroua. Dans ce chapitre, une validation des prédictions du modèle est effectuée et les simulations sont conduites pour trois scénarios d'évolution différents. Le premier correspond à une extrapolation linéaire des tendances observées et les deux autres correspondent aux trajectoires d'évolutions telles que formulées par les thèses de Boserup et de Malthus. Les résultats de la simulation permettent d'explorer les scénarios d'évolution des changements et des modes de gestion de l'espace par les acteurs du développement rural. En conclusion, le chapitre 11 propose une synthèse de la démarche d'analyse suivie tout au long de ce travail de recherche et une discussion des résultats obtenus. Les implications de ces résultats sur le plan scientifique et pour le développement rural de la région sont abordées. Ce chapitre présente les limites des méthodes et modèles développés et ouvrent ainsi de nouvelles perspectives de recherche et de développement durable des espaces ruraux de la zone d'étude.

