

Ce document a été préparé dans le cadre du projet FORMder
(programme Tempus)
avec le soutien financier de la Communauté Européenne

Cette publication n'engage que son auteur,
la Commission Européenne n'est pas responsable de l'usage
qui pourrait être fait des informations contenues dans ce document.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
Chapitre 1	
LE RURAL COMME ESPACE D'INTERVENTION, D'AMENAGEMENT ET DE DEVELOPPEMENT	
I. L'ESPACE RURAL MEDITERRANEEN FACE A SES NOUVEAUX ENJEUX	3
II. GERER ET AMENAGER LES ESPACES RURAUX INTERIEURS MEDITERRANEENS	3
III. DIALOGIQUE : AMENAGEMENT / DEVELOPPEMENT RURAL	4
A. Gérer aménagement et développement local	4
B. Réflexions sur l'efficacité de l'action d'aménagement et de développement dans l'espace rural	9
IV. VERS UN AMENAGEMENT PARTICIPATIF DU TERRITOIRE	10
V. APPROCHE PARTICIPATIVE ET MODE DE COMMUNICATION : INFORMATION, LIEU DE RENCONTRE, REPRESENTATIONS ET OUTILS	13
A. La visualisation : support de valorisation de l'information et de la communication	15
B. Environnement participatif et représentations spatiales	17
Chapitre 2	
LES REPRESENTATIONS SPATIALES EN AMENAGEMENT RURAL	
I. NOTIONS DE BASE EN REPRESENTATION SPATIALE	19
II. TYPOLOGIE DES REPRESENTATIONS SPATIALES EXTERNES	21
A. Méthodologie	22
B. Les Performances	22
C. Le degré d'abstraction	22
D. La densité des informations	22
E. Le degré d'acceptation	22
F. Le coût	22
III. METHODES REPRESENTATION TRIDIMENSIONNELLE DE L'ESPACE	23
A. Cartes en mouvement	23
B. Images animées	23
C. Simulation et imagerie virtuelle	24
IV. REPRESENTATIONS SPATIALES ET PROCESSUS PARTICIPATIF DE PLANIFICATION SPATIALE	25
Chapitre 3	
DONNEES ET METHODES MOBILISEES POUR CONSTRUIRE L'OUTIL TECHNOLOGIQUE AU MOYEN DES SYSTEMES GEOGRAPHIQUES D'INFORMATION ET DE TELEDETECTION	
I. INTRODUCTION	27
II. L'EVOLUTION DES SYSTEMES GEOGRAPHIQUES D'INFORMATION ET DE LA TELEDETECTION	28
A. Systèmes d'Information Géographiques (SIG)	28
B. Télédétection	29
III. RECUEIL - ELABORATION DES DONNEES CARTOGRAPHIQUES - REPRESENTATION 3D	34
A. Sources de données	34
B. Systèmes d'entrée des informations	34
C. Recueil - Élaboration de données à partir de photographies aériennes	35
D. Chaîne méthodologique pour renforcer la participation des acteurs	44
Chapitre 4	
PROCESSUS D'ELABORATION DE LA CHAINE METHODOLOGIQUE PROPOSEE ET EXEMPLE DE RECHERCHE PARTICIPATIVE	
I. PROCESSUS D'ELABORATION DE LA CHAINE METHODOLOGIQUE PROPOSEE	49
A. Choisir une zone de montagne comme support d'innovation	49
B. Les enjeux d'une approche participative	52
II. LA RECHERCHE PARTICIPATIVE MENEES AVEC LA COMMUNAUTE DE MONTAGNE D'ANAVRA	59
A. La communauté d'Anavra	59
B. Processus de préparation de l'outil	60
C. Résultats, Discussion et Evaluation de l'outil et de la démarche	74
III. CONCLUSION	83
BIBLIOGRAPHIE	85



FORMATION MULTIPOLE ET PLURIDISCIPLINAIRE
EN DEVELOPPEMENT RURAL



Introduction générale



Education and Culture DG

Tempus

Ce cours se réfère aux travaux sur le développement et l'aménagement territorial en régions rurales méditerranéennes d'intérieur, travaux qui visent à expérimenter des méthodologies et des outils permettant aux acteurs de ces processus territoriaux de contribuer aux différentes étapes, depuis le diagnostic jusqu'au suivi-réalisation. La construction et l'application de la méthodologie et de l'outil proposés contribuent à l'analyse spatiale, au diagnostic des problèmes spatiaux et de gestion de l'espace auxquels on procède par l'approche participative.

Par la combinaison analyse spatiale/approche participative, ce cours s'intègre dans les recherches visant à concevoir et à construire des méthodes et des outils capables d'explorer le rapport entre société et espace, en tenant compte des systèmes de production et de gestion et des territorialités que cette société utilise. En ce sens, le cours se construit autour d'une démarche qui conduit à la conception, à la mise en oeuvre et à l'intégration d'un outil support d'une méthodologie interactive. Appliquée dans l'espace de montagne, la partie la plus marginalisée de l'espace rural méditerranéen, cette méthodologie autorise et utilise en outre les savoirs et connaissances des individus et des sociétés locales, notamment sur le rapport qu'ils maintiennent avec leur espace via leurs perceptions, leurs liens et leurs pratiques.

Nous proposons ici un outil de médiation entre les acteurs et les aménageurs et ceux qui s'occupent du développement dans des espaces et des territoires marginalisés où la connaissance, le savoir-faire et les pratiques ne sont ni reconnues, ni autorisés et difficilement évalués et a fortiori non intégrés dans un plan d'aménagement et/ou un projet de développement. Cette même méthodologie contribue à la production de représentations de l'espace dont la connaissance est fortement utile dans les procédures d'élaboration des projets d'aménagement et de développement.

La volonté d'appréhender les territoires ruraux, même les plus marginalisés comme ceux de la montagne, s'appuie sur la conviction, de plus en plus confortée par les études et les conséquences néfastes du modèle de développement adopté, qu'il est nécessaire et intéressant de revoir le rapport des sociétés rurales avec leur espace. Ceci nous invite, comme nous le rappellent B. Debarbieux et M. Vanier¹, à analyser les sources et les modalités d'évolution de cette complexité territoriale qui combine une multitude d'aires géographiques, une multitude de pratiques sociales et une multitude de cadres de l'action collective dans lesquels les unes et les autres s'inscrivent.

Cette démarche et cet outil s'intègrent donc à la méthode plus englobante du diagnostic de l'espace.

Concrètement, ce cours propose aux étudiants du Master de connaître et d'apprendre :

- à reconstituer un itinéraire méthodologique qui amène à la maîtrise de nouvelles technologies et de techniques de production d'images de l'espace de telle façon qu'elles puissent faciliter l'expression des représentations des sociétés et des acteurs locaux.
- les démarches de construction et d'application d'une chaîne méthodologique participative et interactive, bien adaptée aux difficultés que rencontre un diagnostic de l'espace de montagne.

¹ Debarbieux B., Vanier M. 2002. Ces territoires qui se dessinent. Edition de l'Aube. p 16

Le cours, après une introduction portant sur le rural comme espace d'interventions d'aménagement et de développement, consacre **son premier chapitre** à la dialogique aménagement / développement rural et à la présentation de l'évolution du concept d'aménagement et de la notion d'aménagement rural. Ensuite, on traite du passage vers un aménagement participatif du territoire avec une courte référence sur l'évolution des théories en planification en aménagement. Enfin, cette partie s'achève avec les questions concernant le rapport acteurs/chercheurs, l'information et la visualisation.

Le second chapitre porte sur les représentations spatiales en aménagement rural. Après avoir présenté les notions de base en représentations spatiales et les différentes méthodes de production et d'utilisation, on présente le rapport entre représentations spatiales et processus participatif en planification spatiale.

Le troisième chapitre est consacré aux données et aux méthodes mobilisées pour la construction d'un outil technologique au moyen des systèmes géographiques d'information et de la télédétection. Après une brève présentation de l'évolution des Systèmes Géographiques d'Information et de la Télédétection, ce chapitre se réfère au recueil et à l'élaboration des données cartographiques pour arriver à la question importante de l'itinéraire de la construction avec la participation des acteurs locaux de la représentation de l'espace en trois dimensions.

Le quatrième chapitre concerne le processus d'élaboration de la chaîne méthodologique proposée ici lors d'une recherche participative avec une communauté de montagne, la commune d'Anavra en Grèce centrale. Le premier thème se focalise sur le contexte de l'approche des territoires de montagne et sur les nouvelles approches dans le rapport aménagement et espace montagnard et notamment la reconsidération des systèmes extensifs de production et de gestion des pâturages.

Le thème suivant touche les questions liées aux difficultés posées par des méthodes de diagnostic utilisées dans l'approche de tout espace caractérisé par la symbiose des fonctions et des activités anciennes et nouvelles ainsi que des systèmes de production et de gestion traditionnels, extensifs. Ce thème est centré sur la nécessaire et difficile participation de la société locale au diagnostic tel qu'il est généralement pratiqué dans le cadre d'une intervention d'aménagement et /ou du développement dans l'espace rural.

Enfin est proposé un cadre de réflexions sur la possibilité d'intégrer de nouvelles technologies dans les démarches et les processus de construction et de réalisation d'un diagnostic. Ces réflexions contribuent à évaluer l'utilité d'un tel outil et d'une chaîne méthodologique cohérente. Celle-ci devrait pouvoir soutenir, faciliter et légitimer la participation des acteurs locaux dès la phase de construction et de réalisation d'un diagnostic de l'espace rural.

Les étudiants peuvent ainsi acquérir la capacité d'appliquer cette méthodologie sur le terrain, mais aussi d'aborder en même temps deux types de questions auxquelles sont confrontées l'organisation et la réalisation du diagnostic :

- Le rapport entre cartographie et action dans l'espace et,
- L'intégration des acteurs locaux aux démarches du diagnostic, en considérant leurs opinions, perceptions, attitudes, comportement, représentations et attentes, comme objets d'étude.

Il s'agit donc d'une méthode qui, par l'utilisation d'un outil basé sur la télédétection, le GIS et des logiciels appropriés, permet au lecteur de manifester son esprit critique et de stimuler le débat public.



FORMder



FORMATION MULTIPOLE ET PLURIDISCIPLINAIRE
EN DEVELOPEMENT RURAL



- Chapitre 1/4 -

Le rural comme espace d'intervention, d'aménagement et de développement



Education and Culture DG

Tempus

I. L'ESPACE RURAL MEDITERRANEEN FACE A SES NOUVEAUX ENJEUX

La problématique de l'espace rural est en pleine redéfinition dans la plupart des régions du monde. Le modèle de développement de l'agriculture adopté (intensification, spécialisation, fort usages d'intrants,...) et les aménagements de l'espace rural qui l'ont accompagné et renforcé se sont concentrés sur la valorisation maximale des portions fertiles et mécanisables des territoires, délaissant les zones plus délicates, au point de les marginaliser le plus souvent.

Les limites et la faible durabilité de ce modèle de développement sont désormais identifiées et des politiques nouvelles plus durables commencent à être mises en place. Elles articulent d'avantage les différentes fonctions des divers types d'espace rural (fonction de production agricole, enjeux environnementaux, qualités des productions, maintien de populations rurales, production de biens publics et d'aménités, etc.).

Dans l'**écorégion méditerranéenne**, cette nouvelle problématique de l'espace rural est d'autant plus impérieuse à concevoir et à mettre en pratique, tant au Nord soumis aux évolutions et articulations des politiques agricole et environnementale de l'Union européenne, qu'au Sud et à l'Est du Bassin méditerranéen, que cet espace rural présente des caractéristiques fortes :

- Les terres fertiles (ager) ne représentent que 9 % des terres (38 % au Nord, 9 % au Sud et à l'Est)
- De plus, la localisation côtière de la plupart de ces plaines les met en concurrence foncière parfois très forte avec les demandes induites par la littoralisation croissante des cités, des populations et des activités.
- En contrepoint, les terres de parcours, les matorrals, les forêts et les steppes couvrent la grande majorité de la surface de ces pays, sans parler des déserts pour les pays du Sud
- Ces régions de coteaux et de montagne sont la base de systèmes de production extensifs ou d'oasis même si les populations et les activités dans ces zones rurales se réduisent fortement au Nord et se marginalisent lentement au Sud.
- Cette perte d'anthropisation a en outre des répercussions parfois sévères sur plusieurs phénomènes qui concernent voire menacent l'ensemble de l'espace méditerranéen : risques de feux, d'érosion, d'inondations, pertes de biodiversité, gestion des ressources en eau.
- Autant les terres fertiles sont de statut privatif dominant et leur gestion relève de démarches individuelles des propriétaires, autant les terres des régions moins favorables sont encore le plus souvent soumises à un statut collectif et/ou à des droits d'usages communautaires.

II. GERER ET AMENAGER LES ESPACES RURAUX INTERIEURS MEDITERRANEENS

Cet impératif général de nouvelle « *publicisation* » de la gestion de l'espace rural (Hervieu, 2002) impose de repenser fondamentalement et d'urgence la gestion des terres et les initiatives d'aménagement pour les régions méditerranéennes intérieures (non littorales).

L'approche de l'agriculture pas sa seule fonction productive, marchande et alimentaire doit faire place à une approche intégrée qui prenne aussi en charge les aménités positives et négatives engendrés par les techniques et pratiques utilisées.

Les pratiques d'utilisation qui se sont progressivement modifiées et adultérées (elles sont loin des pratiques traditionnelles de gestion collective) comme autant de formes d'adaptation voire de survie face aux évolutions des capacités des territoires -en terme d'alimentation des troupeaux notamment - doivent être revisités et modifiés dans le cadre d'un projet de gestion à plus long terme (contrer les mécanismes de surexploitation de désertification, d'abandon).

La mosaïque de terres privées et de terres collectives est une donnée forte qui doit être au fondement de toute proposition de méthode et d'outils de gestion et d'aménagement.

En somme, il s'agit d'intégrer des intérêts privés et des collectifs à plusieurs niveaux d'organisation pour gérer des terrains impliquant plusieurs échances temporelles et spatiales d'évaluation des effets de ces actions.

Une telle complexité ne peut s'aborder que dans des démarches participatives dans lesquelles les différents types d'acteurs directs et de parties prenantes sont impliqués à toutes les étapes du programme de gestion et d'aménagement. Le temps des actions et projets décidés et réalisés par les seuls agents de l'administration est, à l'évidence, révolu pour traiter cette nouvelle situation.

A toutes les étapes du processus, l'approche ne peut être que multidisciplinaire et participative :

- Diagnostic selon plusieurs points de vue des problèmes,
- Perception des enjeux à moyen (voire long) terme
- Confrontation des représentations concernant les voies d'avenir et des volontés de changement,
- Simulation des changements possibles à opérer et du rôle des principaux acteurs à impliquer,
- Elaboration des compromis, négociation, intégration des intérêts des diverses parties prenantes,
- Gestion et suivi des réalisations

Sans négliger le niveau supérieur au niveau duquel doivent être affrontés et gérés les grands enjeux de société (maîtrise de l'eau, de sa qualité, des risques majeurs, etc.), actions et niveaux avec lesquels il faut rester en cohérence et complémentarité, il apparaît de plus en plus qu'une grande majorité des problèmes que ces espaces ruraux ont à affronter et résoudre relèvent du niveau local et territorial.

III. DIALOGIQUE : AMENAGEMENT / DEVELOPPEMENT RURAL

A. GERER AMENAGEMENT ET DEVELOPPEMENT LOCAL

La question de mieux gérer aménagement et développement local se pose pour l'espace rural tant rurbanisé que marginalisé. Face aux conséquences de la sur-exploitation ou de la sous-exploitation des ressources naturelles et de l'émergence de nouvelles fonctions et activités qu'on observe à l'intérieur de ces espaces, les objectifs et les modes d'une gestion intégrée sont fortement déterminés par l'évolution des relations ville-campagne, des rapports état-collectivités et des préoccupations environnementales. Mais, cette même question renvoie à la capacité des sociétés rurales de maîtriser leur développement local¹ ; cette capacité dépend du processus de décentralisation et du progrès législatif significatif permettant de conférer à ces sociétés la responsabilité de gérer leur espace.

¹ L'objectif de la durabilité exige que la dynamique de ce développement doive être surveillée et maîtrisée.

Or, dans ce binôme aménagement et développement rural, les objectifs communs d'actions dans le cadre d'une gestion durable sont d'œuvrer pour une cohérence d'ensemble et pour la participation du système agraire à la protection de l'environnement. LE COZ (2000) prétend même qu'il y a déjà dans le rapport aménagement- environnement une tendance à faire de l'environnement non un élément second, de la protection duquel on se préoccupe après coup, mais un élément majeur dont la prise en compte détermine les objectifs et les mécanismes propres aux actions d'aménagement.

Dans les deux rives de la méditerranée l'évolution démographique concourt à la focalisation de l'aménagement sur l'environnement : que ce soit dans les pays du nord (déclin démographique) ou dans ceux du sud (explosion ou stabilité démographique), la question environnementale, par l'importance qu'elle prend notamment dans les zones de montagnes, met de nouveau à la surface dans les deux cas, la question de la gestion et donc de l'aménagement de leur espace.

Les changements dans les usages du sol et les recompositions en cours, notamment spatiales, dans l'espace rural, ont tendance à déséquilibrer encore plus le rapport entre société et espace, entre activités productives, de consommation et celles liées à l'environnement. Ceci amène à repenser les fondements de la relation de la société à son espace et requiert la réorganisation spatiale et la gestion des conflits de plus en plus fréquents et intenses. Des solutions durables recherchées doivent tenir compte de ces enjeux, ce qui rend difficile le processus de prise de décisions.

Dans ce nouveau contexte pour l'espace rural et en suivant l'évolution du concept d'aménagement² dont le rôle et l'objectif (conditionnés par les diverses politiques environnementales, territoriales, agricoles) s'orientent vers la cohésion territoriale et la protection de l'environnement³, l'aménagement rural doit répondre aux questions suivantes :

- comment passer de l'exploitation à la protection de la nature en intégrant les activités agricoles et humaines dans des systèmes de gestion appropriés et mieux adaptés aux nouvelles réalités spatiales ?
- comment assurer la cohésion spatiale des effets des décisions en agriculture, tourisme, aménagement urbain, environnement résultant des programmes locaux de développement à l'échelle des territoires pertinents ruraux (Revol H., 1998).

Cette nécessité d'entreprendre une gestion intégrée pour assurer une cohérence d'ensemble sans optimiser telle ou telle fonction (Le Coz 2000) présuppose que la gestion de l'espace agricole ne peut se limiter à l'objectif d'améliorer les conditions d'exploitation du sol et la protection des forêts indépendamment des autres usages. L'aménagement rural doit répondre dorénavant aux préoccupations plus larges des collectivités rurales territoriales liées à l'intégration spatiale des nouvelles fonctions : protection des territoires agricoles, aménagement des régions touristiques, protection des espaces verts, lutte contre la pollution, etc. Ces préoccupations peuvent se traduire en objectifs et en actions dans le cadre des politiques significatives, par des plans d'aménagement et de projets de gestion adaptés aux réalités spatiales (faibles densités et petite échelle).

Nous présentons ici la notion de planification du territoire, en rapport avec l'approche de participation des groupes et des individus au processus de diagnostic de l'espace et de décision. Selon T. Joliveau (Joliveau et al., 2000), le terme de **planification** est un processus limité dans le temps, visant à mettre aux points les objectifs qu'un système doit atteindre à un horizon donné, ainsi qu'une stratégie pour les atteindre.

² L'aménagement du territoire s'appuie de plus en plus sur les notions de cohésion territoriale, de continuité territoriale, de territoire pertinent.

³ Si durant toute la période du 20ème siècle, les objectifs de développement et la planification des actions relatives, se limitaient à l'exploitation de la nature, déjà des la veille du 21ème siècle, l'objectif de sa protection apparaît de plus en plus dominant.

Un tel processus nécessite pour débiter tout d'abord une meilleure coopération entre les différentes institutions compétentes en aménagement ; ensuite une articulation fonctionnelle des deux principales catégories d'actions qui caractérisent les interventions d'aménagement dans l'espace rural :

- celle dont les actions se limitent dans la gestion du sol à travers les plans d'affectation (le « physical planning »). *Cette catégorie correspond à des interventions d'aménagement organisées et appliquées le plus souvent par les services des Ministères de l'Agriculture selon une conception de l'aménagement et de son rôle qui se limitent dans la gestion du sol à travers les plans d'affectation (le « physical planning ») notamment dans le domaine de l'amélioration des terres agricoles, de l'entretien et de la réhabilitation des espaces agricoles et forestiers ; ces actions s'inspirent des perceptions des grandes écoles concernant la gestion des ressources naturelles, telle que l'école forestière ainsi que du modèle agricole intensif à travers des lois et des politiques sectorielles (H. Revol, 1998)*
- celle dont les actions qui résultent des plans stratégiques et des projets d'aménagement ayant comme objectif de spécifier l'application de ceux-ci et des politiques significatives. Mais, cet objectif soulève la question de la maîtrise par la collectivité territoriale et les acteurs locaux des prises de décisions et des processus d'élaboration de tels projets. *Cette catégorie correspond à des interventions d'aménagement résultant des plans stratégiques et des projets d'aménagement ayant comme objectif de spécifier l'application de ceux-ci et des politiques significatives. Cette deuxième catégorie d'actions tout en exprimant l'évolution voire l'extension de la notion et des objectifs de l'aménagement rural, est fortement conditionnée par des politiques et des lois nationales (ou supra-nationales dans le cas des pays membres de l'U.E.) concernant, l'agriculture, l'environnement et l'aménagement du territoire. Il en résulte une confusion de la notion d'aménagement rural avec celle de développement rural. (H. Revol, 1998)*

L'orientation des territoires ruraux vers des interventions répondant aux objectifs des plans stratégiques d'aménagement et de développement tend à se généraliser. Elle résulte tant des politiques significatives que de la transition de l'espace monofonctionnel vers un espace multifonctionnel : dans le cadre d'une planification plus élargie, l'aménagement est appelé alors à organiser l'espace en fonction d'une vision prospective pour les petits territoires, associée à un nouveau concept qui est le développement territorial (durable). Cette transition est confortée au fur et à mesure que la décentralisation avance⁴, d'une tendance vers le partage des compétences essentielles dans les domaines de l'aménagement et du développement entre les instances de l'état (centrales et régionales) et les niveaux inférieurs des collectivités territoriales (H. NONN 2001).

D'après J. Joliveau (J. Joliveau et al. 2000) les démarches de planification sont multiples et couvrent tous les types d'activités. En nous limitant aux démarches de planification de l'action publique, on peut distinguer plusieurs types d'exercices de planification :

- « *La planification/gestion sectorielle vise à organiser le développement d'un domaine d'activité particulier, selon une forme de rationalité essentiellement fonctionnelle, spécifique à ce domaine (agriculture, transports, équipements scolaires, santé, déchets,...),*
- *La planification/gestion des ressources naturelles vise à organiser la mise en valeur et la préservation d'une ressource spécifique telle que l'eau, la forêt, le sol. De plus en plus elle s'envisage de manière intégrée, c'est à dire qu'elle entend prendre en*

⁴ Les États affirment de plus en plus leur rôle dans des domaines plus sectoriels ou bien plus ciblés territorialement. Par exemple en France on observe une tendance relative amorcée dès le début des années 1980 avec les quartiers de la politique de la ville, le rural profond, et les bassins industriels en reconversion).

compte l'ensemble des fonctions de cette ressource et l'ensemble des usages qui la concernent,

- *La planification/gestion environnementale prend en charge un domaine plus abstrait. et aux limites plus floues que les précédents. A travers la notion d'environnement, on est censé intégrer l'ensemble des relations qu'une société entretient avec ses milieux biotiques, transformés ou non, dans toutes leurs dimensions à la fois : sanitaire, sociale, culturelle, économique, politique, etc...La planification environnementale intègre donc à la fois des aspects de planification sectorielle et de planification des ressources naturelles, sans recouvrir ces dernières,*
- *La planification/gestion du risque naturel ou technologique est, comme l'environnement, un domaine d'interrelations entre milieu et activité humaine. Le risque est parent de l'environnement, puisque certains risques technologiques (industriels par exemples) sont aussi environnementaux. La planification du risque doit aussi faire partie de la planification sectorielle,*
- *La planification/gestion spatialisée peut regrouper tout un ensemble de démarches (aménagement du territoire, planification régionale, planification urbaine, physical planning en anglais) qui centrent leur action sur un espace déterminé et visent à l'organisation cohérente et intégrée des projets, équipements et politiques sur cet espace. Cela se traduit souvent par des schémas ou des directives spatialisés, affectant des priorités dans l'espace, allouant des fonctions ou des vocations à différents lieux. La spécificité des approches spatialisées est liée à leur rationalité où la cohérence spatiale de l'ensemble des actions est prioritaire (et non la logique d'une filière ou d'une ressource, la dimension environnementale ou l'existence de dangers sur cet espace) ». (J.Joliveau et al. 2000)*

Selon les mêmes auteurs, la planification/gestion spatialisée est celle qui croise par définition toutes les autres formes de planification en réagencant leurs modes d'analyse dans une logique de cohérence spatiale en s'appuyant sur un corpus méthodologique diversifié et non unifié, intégrant analyse spatiale, cartographie, analyse régionale, etc. Dans ces approches spatialisées est prioritaire la cohérence spatiale de l'ensemble des actions et non la logique d'une filière ou d'une ressource, la dimension environnementale ou l'existence de dangers sur cet espace.

Or, la planification en tant que « processus limité dans le temps, visant à mettre au point les objectifs qu'un système doit atteindre à un horizon donné, ainsi qu'une stratégie pour les atteindre » (Joliveau et al., 2000), nécessite pour débiter une meilleure coopération entre les différentes institutions compétentes en aménagement ; ensuite une articulation harmonieuse et fonctionnelle des deux principales catégories d'actions qui caractérisent les interventions d'aménagement dans l'espace rural :

- celle dont les actions se limitent traditionnellement à la gestion du sol à travers les plans d'affectation (le « physical planning ») ;

Cette catégorie correspond à des interventions d'aménagement organisées et appliquées le plus souvent par les services des Ministères de l'Agriculture selon une conception de l'aménagement et de son rôle qui se limitent dans la gestion du sol à travers les plans d'affectation (le « physical planning ») notamment dans le domaine de l'amélioration des terres agricoles, de l'entretien et de la réhabilitation des espaces agricoles et forestiers ; ces actions s'inspirent des perceptions des grandes écoles concernant la gestion des ressources naturelles, telle que l'école forestière ainsi que du modèle agricole intensif à travers des lois et des politiques sectorielles; (H. Revol, 1998).

- celle dont les actions résultant des plans stratégiques et des projets d'aménagement ont comme objectif de spécifier l'application de ceux-ci et des politiques significatives.

Cette catégorie correspond à des interventions d'aménagement résultant des plans stratégiques et des projets d'aménagement ayant comme objectif de spécifier l'application de ceux-ci et des politiques significatives. Cette deuxième catégorie d'actions tout en exprimant l'évolution voire l'extension de la notion et des objectifs de l'aménagement rural, est fortement conditionnée par des politiques et des lois nationales (ou supra-nationales dans le cas des pays membres de l'U.E.) concernant, l'agriculture, l'environnement et l'aménagement du territoire. Il en résulte une confusion de la notion d'aménagement rural avec celle de développement rural (H. Revol, 1998).

Il faut cependant bien retenir ici la question des échelons auxquels s'exerce la planification/gestion : c'est en fonction des échelons mondial, macro-régional, national, régional, local que dépendent en fait :

- les contenus et modalités pratiques,
- les formes de l'intégration des acteurs et la dimension participative et concertée,

Dans ce mouvement plus général qui gagne aussi l'espace rural, les planifications spatiales et environnementales tendent à y être renforcées et mises en interdépendance avec l'enjeu du développement. Cette évolution se traduit bien par les nouvelles conceptions de l'aménagement, qui tendent à lier celui-ci au "développement durable"(R. Laganier et al. 2002)⁵. Mais, cette interdépendance se limite souvent, dans le cas du rural profond et notamment dans la montagne, aux aspects environnementaux.

Néanmoins, cette même interdépendance entre aménagement et développement durable en espace rural devient plus étroite et dépasse en réalité, le domaine de l'environnement et l'objectif de sa protection. Ceci est dû au fait que l'évolution récente de cet espace et même de ses parties les plus marginalisées comme la montagne est déterminée en effet, par un processus de valorisation qui est en cours. Cette valorisation fait de l'espace rural et même de la montagne un terrain d'évolution de l'approche de développement qui synthétise et intègre à la fois l'efficacité économique, le renforcement des réseaux de relations sociales ainsi que la qualité et la spécificité de l'espace⁶. Les territoires ruraux ressentent leur revalorisation et se préparent à répondre aux nouvelles attentes en ce qui concerne la qualité des services et des produits en même temps que la protection de la nature.

Ces mutations qui touchent aussi l'espace rural profond (renaissance, valorisation mais aussi fragilité, marginalisation) rendent évidente la nécessité de faire évoluer l'approche de cet espace, caractérisée jusqu'à hier par une perception d'irréversibilité des situations socio-économiques et d'assistanat. La nouvelle approche qui apparaît aujourd'hui adopte une démarche plus constructive sous l'effet des nouvelles perceptions et perspectives. Celles-ci se produisent depuis que la tendance de faire du rural plutôt un espace de consommation et de réserve de vie devient de plus en plus visible.

Cela signifie que la recherche d'un aménagement participatif et prospectif pour l'espace rural doit avoir comme objectif d'anticiper les oppositions et les différentialités spatiales produites

⁵ Le renouveau dans l'évolution du rapport de l'aménagement avec l'espace rural coïncide avec l'importance qu'acquiert le développement durable. L'objectif de celui-ci à l'échelle mondiale requiert nécessairement, pour espérer le succès, la contribution des territoires inférieurs. Cela signifie que même lorsque le niveau de décision dépasse le local les orientations décidées au niveau international leur concrétisation implique une nécessaire inscription territoriale. Parallèlement, notamment avec des mouvements tels que la décentralisation, la répartition des compétences laisse une part de responsabilités significative aux différents échelons territoriaux. (R. Laganier et al.2002).

⁶ L'approche du développement durable exige de tenir sérieusement en compte les éléments naturels qui sont la richesse, la fragilité et la dégradation de l'environnement mais aussi la densité et la nature de la possession et de l'usufruit de l'homme rural à l'intérieur des zones de montagne.

par et dans les rapports société/nature, forêt/activités productives, anciennes/nouvelles fonctions. Ces oppositions sont renforcées par un tas de facteurs exogènes (politiques, marché, etc.) et endogènes (stratégies familiales, pluriactivité⁷, systèmes de production et de gestion, etc.). Pour ce faire, l'action d'aménagement doit intégrer spatialement les activités qui en découlent à l'intérieur d'un espace considéré à la fois comme une unité géographique et comme un écosystème.

Si aujourd'hui on observe une tendance à reconsidérer le rôle de l'action d'aménagement dans cet espace en enjeux, cette tendance s'intègre aux efforts plus généraux de la recherche d'une approche et d'une démarche plus constructive du rural. Cette approche s'appuie sur les principes du développement local et durable et par conséquent sur la participation active de la société dans tout projet de planification et de gestion. Vouloir construire une telle approche constructive et participative on se rend compte très vite des insuffisances des méthodes et des outils dont on dispose.

B. REFLEXIONS SUR L'EFFICACITE DE L'ACTION D'AMENAGEMENT ET DE DEVELOPPEMENT DANS L'ESPACE RURAL

Pour arriver à mieux gérer aménagement et développement dans des espaces ruraux, nous avons donc besoin de connaissances supplémentaires, d'informations qualitatives mais aussi de moyens (nouvelles technologies, méthodes, techniques). Notamment, si l'on veut intervenir à des échelles plus petites et de répondre ainsi aux vocations des territoires ruraux. Mais plus que cela, la planification en aménagement doit sortir du cercle fermé des experts et des responsables des services compétents qui utilisent les mêmes codes, ont le même langage et se trouve derrière la prise de décision et l'élaboration des plans et de projets d'aménagement, pour rencontrer ceux qui vivent l'espace ciblé et organisent des fonctions essentielles pour sa maîtrise.

Cette rencontre doit faciliter l'élaboration d'un projet collectif dans lequel la société rurale doit se reconnaître via le diagnostic de l'espace. La bonne formulation et l'élaboration et, par extension l'application réussie du projet (qu'il soit d'aménagement, de gestion et de développement), grâce à un dispositif ad hoc, dépendent de la capacité d'élaborer et de réaliser le diagnostic en environnement participatif.

L'implication des acteurs locaux dans l'élaboration du projet spatial, apparaît forte déterminante pour accomplir sa tâche de soutenir comme structure, une vision dynamique de l'organisation ou du développement d'un petit territoire (commune, petite région rurale..) ; c'est-à-dire une mise en relation de concepts et d'objets réels, dans le temps (une des composantes de la dimension stratégique) et dans l'espace (élément substantiel en l'occurrence) (J.-L. Guigou, D. Parthenay, 2001). Il devient donc indispensable que les « éléments de diagnostic (...) doivent constituer le point de départ à partir duquel l'ensemble des partenaires puissent prendre position en toute connaissance de cause » (J.-L. Guigou, D. Parthenay, 2001).

Cependant, bien que le cadre institutionnel et politique dans lequel les territoires ruraux doivent formuler et élaborer leur projet devienne favorable, ces territoires rencontrent des difficultés pour sortir d'une longue tradition de projets conçus et imposés « d'en haut », imposant des solutions par l'extérieur et excluant totalement de la conception et des décisions les populations locales (FAO, 1995).

L'évaluation des résultats obtenus durant la réalisation de ce type des projets d'aménagement, de développement et de gestion en milieu rural, a alimenté d'en bas le

⁷ Le développement de la pluriactivité pose de problèmes sur la disponibilité en temps que l'éleveur et les membres de sa famille doivent consacrer aux spatio-temporels du système de production et de gestion des pâturages.

courant critique des perceptions concernant les modes d'intervention d'aménagement mais aussi des méthodes utilisées à cette échelle spatiale.

La réponse à ces critiques et évaluations a été recherchée dans le développement des approches et des méthodes plus participatives. L'objectif d'une telle recherche est d'impliquer et d'associer les populations ainsi que l'ensemble des acteurs à la réalisation des initiatives, mais aussi dans le diagnostic, l'identification, la programmation, la mise en œuvre et le suivi des actions à mener à différents niveaux de l'espace tout en définissant en même temps les responsabilités des différents partenaires dans le processus de mise en œuvre d'un projet collectif. L'approche participative est une démarche qui peut être appliquée à tout projet de développement rural (FAO, 1995).

IV. VERS UN AMENAGEMENT PARTICIPATIF DU TERRITOIRE

L'EVOLUTION DES THEORIES EN PLANIFICATION D'AMENAGEMENT

Ce qui caractérise fortement l'évolution relativement récente du rapport « action d'aménagement et territoire », c'est l'affaiblissement des approches associées à une vision centralisée du rôle de l'état en faveur d'un développement des formes de dialogue territorial et de la création d'instances multipartites. Cette transition relativement lente se fait suivant un processus marqué par « *la montée en puissance de politiques d'aménagement et de développement du territoire à finalités plus productives que redistributives* » (H. Revol, 1998).

Mais, ce même processus requiert en même temps des changements au niveau de l'appréhension et de l'approche du local et des territoires ainsi que des méthodes utilisées dans la planification et dans le diagnostic de l'espace.

La dimension territoriale

En parlant de territoire, on entend, au-delà de la simple prise en compte de l'espace, envisager le rapport complexe et multiforme qui lie une société et un espace, rapport qui « combine les dimensions concrètes, matérielles, celles des objets et des espaces, celles des pratiques et des expériences sociales, mais aussi les dimensions idéelles des représentations (idées, images, symboles) et des pouvoirs » (Di Méo, 1998). On prend donc en compte non la simple localisation des phénomènes et des acteurs, mais les ancrages territoriaux, les phénomènes d'appropriation culturelle et existentielle des lieux.

Cette dimension territoriale est bien sûr souvent fondamentale dans le cas de la planification spatialisée, où l'espace est le cadre de cohérence, le fil d'Ariane de la réflexion. Mais ce n'est ni systématique ni exclusif. On a fait durant de longues années de la planification spatialisée sans dimension territoriale (de l'aménagement du territoire sans territoire) en développant des schémas rationnels de développement et d'équipement, indépendants des valeurs et attachements qui liaient les hommes et les lieux. (J.Joliveau et al. 2000)

Dans ce cadre, une des difficultés que rencontrent les efforts entrepris pour s'approcher des territoires ruraux et de l'échelle locale, provient d'une longue tradition de l'aménagement du territoire au cours de laquelle, son appréhension était englobante, distanciée, à l'échelle des vastes espaces (S. Lardon 2005 p 2). Cela signifie qu'à partir du moment où l'objectif est d'identifier et d'appréhender des territoires définis par des acteurs locaux -qui ne correspondent pas toujours avec les territoires locaux définis par l'administration- la démarche qu'il faut suivre nécessite l'emploi des méthodes appropriées à l'échelle et aux réalités spatiales de ces espaces plus restreints allant des petites régions et de la commune au terroir.

Ces espaces, caractérisés par une forte emprise des relations sociales dans les structures et l'organisation spatiales, sont ceux que les acteurs peuvent appréhender et appréhendent de fait (Lardon 2005). Par conséquent, l'action de diagnostiquer l'espace doit saisir entre autres les représentations que les habitants ont de leur espace. Comprendre comment ces acteurs/habitants appréhendent leur espace facilite leur rapprochement mais aussi leur intégration à un processus participatif et de construction d'un projet collectif.

Les niveaux de participation

La question de la participation se pose quand on veut intégrer dans le processus de planification/gestion des acteurs (individus et/ou groupes) concernés mais non officiellement en charge du pouvoir de décision sur un système donné..... La plupart du temps il s'agit de groupes intermédiaires constitués en fonction d'intérêts collectifs spécifiques : associations d'habitants, groupes écologistes, partis politiques, groupes professionnels (syndicats, associations patronales) ou économiques (association d'industriels, chambres professionnelles). Le statut juridique de ces groupes est variable, leur pouvoir d'intervention aussi. Il peut aussi s'agir directement des citoyens eux-mêmes, appelés à intervenir en tant que tels dans un processus de décision qui les concernent. (J.Joliveau et al. 2000)

L'accomplissement de cet objectif méthodologique apparaît comme une condition indispensable si on veut appréhender le territoire non seulement comme support des activités, comme produits des activités et d'une histoire mais aussi comme facteur d'activités et d'évolution.

Le territoire est fréquemment vu comme objet et non comme sujet ; on a affaire à un territoire agi plutôt qu'acteur. Or la question du développement territorial attire notre attention sur les capacités d'action, d'initiative, de mobilisation (mise en mouvement) et de maîtrise du changement que l'on peut rencontrer (ou forger) dans un territoire (Séminaire INRA-CEMAGREF-ENGREF p. 3).

Considérer donc le territoire comme facteur d'activités, son approche nécessite la participation des acteurs locaux, gestionnaires de formes et de structures spatiales plus permanentes, mais aussi porteurs d'initiatives de développement endogène, dans tout effort visant à saisir :

- des rapports importants tels qu'ils existent entre la société locale et son espace et les éléments socio-économiques qui déterminent l'évolution de ces rapports.
- L'évolution des théories de planification quant à leurs fondements philosophiques, partant de l'approche réductionniste⁸ vers l'approche holistique⁹, apparaît intéressante par les changements qu'elle a apporté dans le rapport pouvoir central/collectivités territoriales, dans les relations et les modes de communication entre chercheurs/experts et acteurs locaux, mais aussi entre information et public. Le

⁸ La définition du réductionnisme est la : « Conception selon laquelle une réalité doit être expliquée à partir de ses unités élémentaires constitutives (réductionnisme méthodologique) parce qu'elle-même est faite de ces unités élémentaires (réductionnisme ontologique). Opposé au holisme, le réductionnisme estime que les termes d'ensemble, de totalité, de système, d'organisme, etc, sont des entités métaphysiques que la science positive doit récuser.

⁹ La définition lexicale de l'holisme selon le Grand Larousse : « Philosophie : en épistémologie ou en sciences humaines, doctrine qui ramène la connaissance du particulier, de l'individuel à celle de l'ensemble, du tout dans lequel il s'inscrit ». En sociologie le holisme prône l'explication de l'inférieur, du local (ex. : les comportements humains) par le supérieur, le global (ex. : les modèles culturels, les institutions). Il accompagne une volonté d'autonomie méthodologique, il privilégie la « compréhension » sur « l'explication » (W. Dilthey), le sociétal sur l'individuel (P. Durkheim), le système sur les acteurs (T. Parsons).

passage du « planning as communication » au « planning as reasoning » signifie en réalité que, contrairement à la première qui confie l'aménagement aux experts¹⁰, la seconde approche met l'accent sur la participation active du public dans l'élaboration d'un plan et d'un projet d'aménagement et/ou de développement. Une telle participation du public, peut créer les conditions nécessaires pour l'intégration de l'information sociale et culturelle et la résolution des problèmes à travers l'exploration participative et l'information combinée.

Tableau 1. Evolution des méthodes d'aménagement et usage de l'information

Aménagement comme=>	Science appliquée	Politique	Communication	Activité collective
Base philosophique	Réductionnisme	Déterminisme	Réalisme	Holisme
Variable principale	Données: Observations, vérifiées, codées, stockées	Information: Données organisées, analysées et résumées	Connaissance: Information accessible par expérience et étude	Intelligence: Savoirs appliqués, structurés et adaptés à la situation nouvelle
Critère de résolution de problème	Optimisation du système	Politique	Mise en discours	Projet collectif
Nature de l'outil nécessaire	Fourniture de données chiffrées et neutres	basé sur les structures d'influence, le choix des contraintes, les effets politiques	Focalisé sur la transmission de l'Information	Facilitateur de l'interaction sociale et débats pour atteindre des objectifs communs
Fonction de l'informatique	Illustrer : Image statique	Persuader : Image statique et audiovisuelle	Intéresser : Animation dynamique	Collaborer : Construction participative (Savoirs conscients et tacites)
Attitude prospective	Avenir local dépend d'un plan global	Vision du futur exprimé par certaines personnes	Processus ouvert, le public peut examiner les solutions	Proposition et étude d'objectifs alternatifs et confrontation.

Tableau adapté de Klosterman, 1997

Klosterman, dans son travail « *Planning support systems : a new perspective on computer-aided planning* » (Klosterman, 1997) a défini les relations qui existent entre les informations qu'il faut collecter et la visualisation (représentation) de l'espace en tant qu'outil de support. Selon Klosterman, les méthodes utilisées dans le cadre de l'approche réductionniste de l'aménagement, sur des espaces vastes et sous le poids des perceptions venues d'en haut, sont considérées aujourd'hui comme insuffisantes pour intégrer les acteurs locaux dans un processus participatif et de concertation. Ces méthodes se limitant à la consultation et à l'invitation du public et des acteurs dans un but d'examiner les solutions proposées par les experts, sont focalisées sur les modes de transmission de l'information et non pas comme un

¹⁰ Il y a différentes manières de prendre des décisions : l'attitude passive, qui consiste à attendre dans l'espoir que la situation se résolve d'elle-même. La prise de décision réactive, qui prend en compte les points de vue et les opinions des autres, a posteriori. La prise de décision par anticipation, d'un autre côté, prend en compte les différentes possibilités, en optant pour un plan d'action, et prend la responsabilité du résultat. La prise de décision par anticipation confère à l'acteur un plus grand degré de contrôle des problèmes auxquels elle se réfère. Pour la mettre en pratique, il faut suivre sept étapes : 1. Identification du problème. 2. Inventaire des possibilités. 3. Evaluation des effets positifs et des conséquences de chaque possibilité. 4. Prise en considération de ses propres valeurs et convictions. 5. Hiérarchisation des possibilités et choix. Si possible, solliciter l'avis d'un tiers. 6. Mise en application. 7. Evaluation des résultats.

moyen qui peut susciter et stimuler l'interaction, le débat et la concertation. Cet approche par ses méthodes et ses résultats sur l'analyse des territoires confirme ce que S. Lardon prétend lors qu'elle écrit que, si nos analyses des territoires intéressent aussi peu les acteurs locaux, n'est-ce pas lié à notre façon de considérer, d'analyser, de parler du territoire ?

(...) si les enjeux sur le territoire sont peu perçus et peu exprimés n'est-ce pas aussi parce que les relations, que nous chercheurs, établissons entre la notion de territoire et celle d'espace, et des espaces, sont confuses, peu explicitées, mal théorisées? Peut-on par l'analyse spatiale comprendre comment un espace géographique se socialise en territoire, puis donne lieu à projet de territoire? Peut-on repérer et représenter les multiples espaces qui relie l'homme au territoire : espace physique, économique mais aussi espace de sécurité, de complicité, d'alliance, de manœuvre, de créativité... Est-ce que ce ne sont pas ces différents espaces qui concernent les gens? Or quels espaces prend-on en compte dans nos analyses des territoires? N'avons-nous pas une approche trop réductrice des espaces de concernement qui ont et créent du sens pour les acteurs locaux? (S. Lardon et all (2005), modèles spatiaux pour le développement territorial. Séminaire INRA-CEMAGREF-ENGREF p. 5.)

Par contre, cette mise en valeur des méthodes participatives et interactives en vue de chercher des solutions plus durables par l'action d'aménagement, répond mieux aux besoins d'un territoire local tels que la mobilisation de ses ressources humaines et l'invention de ses propres itinéraires de développement ; En favorisant le processus participatif et le jeu entre l'expérience consciente et inconsciente, l'approche du « planning as reasoning » facilite la négociation pour atteindre des objectifs collectifs à travers la recherche des solutions alternatives, l'expérimentation et le partage des rôles. Ce mode de communication permet une meilleure approche et l'appréhension de l'espace rural et des problèmes qui apparaissent à la petite échelle.

L'approche participative par le mode de communication qu'elle propose entre les problèmes d'aménagement et la collecte des informations dont dispose le public, elle a favorisé la recherche des méthodes et des outils pouvant faciliter tant le rapprochement des chercheurs et des acteurs locaux que la participation de ces derniers au processus de dialogue et de concertation. La construction d'une telle méthodologie s'appuie sur des modèles participatifs où l'information est collectée, construite et évaluée en commun. Au sein de ces modèles ce qui prime c'est :

- la construction d'un environnement participatif supporte par des outils de travail coopératif et,
- la reconsidération du rapport chercheurs/acteurs dans son ensemble mais aussi en fonction des étapes qui caractérisent l'approche d'un espace c'est-à-dire la définition du problème, la recherche des solutions et la prise de décisions.

V. APPROCHE PARTICIPATIVE ET MODE DE COMMUNICATION : INFORMATION, LIEU DE RENCONTRE, REPRESENTATIONS ET OUTILS

Dans ces efforts de mettre en pratique une approche plus participative et un mode de communication plus interactive, deux pistes qui souvent sont sous-estimées et difficile à suivre sont :

- celle de la production/collecte de l'information nécessaire, venues d'en bas et,
- celle des rapports entre les scientifiques et les usagers et les gestionnaires de l'espace lors de la construction d'un environnement participatif.

Le passage à une démarche plus constructive et à une approche plus participative pour l'espace rural, nécessite de l'information indispensable pour appréhender les mutations et les recompositions en cours et les infléchissements qui peuvent peser sur cette évolution.

Ce nouveau besoin en information notamment qualitative, produite par le bas, pose ainsi la question méthodologique de savoir comment collecter et accéder à une telle l'information composite (information officielle, information informelle). La question devient plus complexe à partir du moment où on est de plus en plus conscients que pour y arriver les habitants et les acteurs d'un espace rural doivent communiquer et participer comme partenaires actifs et égaux.

Une procédure de gestion territoriale est intrinsèquement une procédure de gestion informationnelle: des données doivent être collectées, organisées, structurées, présentées, transmises à des tiers, soumises à analyse et à validation, proposées au débat. Elles conduisent à des propositions d'actions, nouvelles formes d'information, dont la pertinence et la priorité doivent faire l'objet d'une évaluation, souvent conflictuelle. La chaîne de traitement informationnelle est rarement continue, univoque, rationnelle et explicite. Elle emprunte souvent des détours, effectue des reculs partiels et/ou provisoires. (J.Joliveau et al. 2000).

La collecte et la production de l'information sont déterminées par les sources d'information. On observe leur multiplication. Il s'agit :

- des instances qui traditionnellement produisent et/ou disposent de l'information relative,
- des nouvelles institutions et établissements qui participent dans la construction de cette information,
- l'existence des espaces locaux de participation des acteurs locaux (constitution d'un espace public, lieu de rencontre...)

La valorisation de l'information est déterminée par la qualité et la crédibilité de l'information.

Dans les pays où la collecte de l'information officielle pose le problème de crédibilité et notamment dans les zones caractérisées par l'existence d'une économie traditionnelle, l'objectif de l'enrichissement de l'information nécessaire pour l'appréhension de l'espace rural doit porter beaucoup plus sur :

- l'aspect qualitatif concernant l'organisation et le fonctionnement des formes socio-économiques (comportements individuels et familiaux, organisation collective..) et,
- les dimensions spatiales du rapport société/espace et du développement territorial, l'accès à l'information.

En vue de construire un mode de communication qui serait en mesure d'intégrer les acteurs locaux durant l'élaboration d'un projet d'aménagement, chercheurs et responsables sont de plus en plus conscients de la nécessité que le flux de l'information doive être de libre accès à tous les participants. Plus les approches participatives requièrent de l'information accessible et qualitative, complémentaire à celle de type classique et quantitatif qu'on a utilisé pour évaluer le poids des facteurs structurels, plus on a besoin comme les études de terrain le confirment, des méthodes et des outils informatifs en mesure de sous-tendre la production d'une telle information.

Or, de nouveaux outils de gestion de l'information à base informatique apparaissent : accès par Internet, cartographie dynamique et automatique, systèmes d'information géographique, logiciels d'analyses multicritères, outils de travail collaboratifs... On peut faire l'hypothèse que leur diffusion va transformer dans les années qui viennent les pratiques de la participation publique ou multipartite à caractère territorial. (J.Joliveau et al. 2000).

Cette question de la production, de la collecte et de l'accès à l'information ne se pose pas notamment dans les pays méditerranéens, seulement en termes de diffusion mais aussi en termes de qualité et de crédibilité de l'information. Ceci est du tant aux insuffisances des dispositifs de collecte d'informations de type officiel (statistiques, indicateurs internationaux etc.) qu'aux difficultés d'intégrer la famille rurale, pluriactive et polyvalente en tant qu'acteur principal de l'espace rural et source d'information. L'information doit couvrir le rapport société/espace. Par exemple, dans l'aménagement des zones des pâturages ce qui est

important n'est pas l'énergie disponible, ni la charge des troupeaux ni les améliorations nécessaires mais plutôt l'accès et le transfert d'informations qui fait le portrait des interinfluences et interactions des systèmes naturels et sociaux à l'intérieur du rapport société/espace.

Dans un cadre administratif et législatif de plus en plus favorable au renforcement du local et à l'émergence des territoires ruraux, il est certain que l'application de l'approche participative en milieu rural tant en aménagement qu'en développement territorial, favorise la multiplication de lieux de rencontre entre acteurs locaux et observateurs extérieurs (chercheurs, techniciens, experts, cadres etc.).

Mais, en réalité, dans la plupart des cas, la multiplication des sources selon le nombre des acteurs des politiques d'aménagement, et de lieux de rencontre entre les chercheurs - experts et les acteurs locaux, détermine plus le volume que la qualité (et l'accès) de l'information nécessaire. En plus, on observe aujourd'hui qu'en dépit de ces conditions favorables (cadre législatif, changements récents dans la conception et les objectifs de l'aménagement, approche participative), les insuffisances des méthodes et des outils dans la construction d'un environnement participatif, persistent encore.

Pour s'assurer de la qualité et de l'accès en information, il faut disposer des méthodes et des outils appropriés, favorisant les contacts, le dialogue, la compréhension et l'appréhension des démarches et des procédures à suivre afin d'aboutir à un plan d'aménagement participatif.

Pour être efficaces ces outils doivent :

- être directement accessibles par une grande partie d'utilisateurs (les experts d'aménagement - planners) et les sujets qu'ils traitent directement, lisibles et compréhensibles,
- avoir un rôle polyvalent, afin que ces outils puissent s'interposer entre les acteurs vivant l'espace et le territoire et les observateurs extérieurs. Mais cette interposition doit favoriser le rapprochement de ces deux groupes, faciliter le dialogue.
- susciter la production d'information et notamment des représentations qu'ont les acteurs pour leur espace, mais en même temps projeter les représentations spatiales telles que les experts les ont appréhendées à travers leurs modèles,
- être utilisés interactivement en temps réel en s'appuyant sur des modèles et des données spatiaux.

A. LA VISUALISATION : SUPPORT DE VALORISATION DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION

Les formes de communication entre le public et les experts d'aménagement et de développement qui exigent des explications et des éclaircissements rendent le processus participatif assez complexe. Parmi ces formes, la visualisation constitue un véritable support de valorisation de l'information et de la communication. Contrairement, au processus participatif qu'on crée moyennant les questions-réponses (et souvent sans l'utilisation des supports cartographiques) elle peut favoriser beaucoup plus la créativité et l'expérimentation. Les avantages de l'utilisation de la visualisation résident dans sa capacité de transfert de l'information condensée, et de faciliter sa mémorisation par les hommes. Pour ces raisons, la visualisation de l'espace (représentations) est reconnue comme un outil de support important aux différentes méthodologies -approches de l'aménagement et des projets (Klosterman 1997).

Le rôle de la visualisation dans l'analyse spatiale et le diagnostic de l'espace a été fortement amplifié ces dernières années par le progrès rapide de l'informatique et des H/Y, des logiciels de planification ainsi que des SIG. Ceux-ci ont permis la représentation des éléments de l'espace à trois dimensions dans un environnement d'interaction. Ces outils permettent en plus de représenter l'espace tant dans le présent que dans le passé et l'avenir à travers la production des scénarii dans le cadre de la planification, (HAALA Norbert, 2005). Enfin, les

simulations digitalisées permettent l'estimation des conséquences environnementales ainsi que le suivi des préférences et des tendances du public.

« Le progrès de l'informatique et des H/Y permet aujourd'hui plus que jamais la construction et représentation des « mondes virtuels » et offre ainsi la possibilité de la représentation d'un espace et de la communication avec ses habitants. La vitesse et la qualité qui caractérisent la création de tels produits, permettent aux chercheurs de produire des représentations très fidèles de l'espace à trois dimensions à travers les H/Y. Plus précisément, le progrès des SIG combiné avec la technologie de la visualisation (3D visualisation) a permis la construction d'un outil pour l'aménagement et la gestion de l'espace. L'évaluation de l'utilité du 3D-SIG dans la représentation fidèle de l'environnement et des scénarii de développement proposés donne des résultats de plus en plus intéressants » (Pullar and Tidey, 2001).

Encore, l'outil 3D-SIG en combinaison avec des modèles dynamiques qui décrivent les mutations de l'espace, donne la possibilité de créer des systèmes intelligents (Decision Support Systems) ou plus précisément, des Spatial Decision Support Systems dont le rôle dans l'élaboration des projets d'aménagement et de développement est fort déterminant (grande capacité des flux d'information dans l'espace en mutation).

Les systèmes intelligents (Decision Support System) sont constitués par des outils qui sont en mesure de gérer les flux d'information et d'aider les hommes à mieux comprendre des situations complexes dans l'espace.

« La généralisation de ces procédures de traitement informatique des données peut avoir plusieurs conséquences. Le déroulement des procédures peut en être affecté. La séquence (théorique) habituelle : étude scientifique, discussion des questionnaires, choix des actions est plus facile à renverser quand l'information traitée est à support numérique. Les traitements scientifiques prennent de plus en plus la forme de modèles, plus explicites et encapsulés sous forme de programmes informatiques » (J.Joliveau et al. 2000).

Au-delà de l'analyse scientifique et technique ces systèmes intelligents sont en mesure de renforcer la participation des citoyens et des communes dans la résolution des problèmes de leur espace dans le cadre d'un projet d'aménagement et de développement.

Les éléments constitutifs d'un système intelligent sont :

- Visualisation, représentation des conditions environnementales existantes ou futures,
- Modèle de prévision, examen des conséquences des changements attendus,
- Communication, flux d'information et développement en commun des savoirs,

Mais, comme toute méthode et technique, l'utilisation d'un tel outil technique a ses limites.

« Cela ne signifie pas que les nouveaux outils techniques vont, par eux-mêmes, garantir une participation plus étroite du public ou des parties prenantes aux procédures de planification/gestion qui les concernent. Nous voulons simplement dire que l'automatisation et la numérisation de l'information peuvent faire apparaître d'autres opportunités, et d'autres contraintes, à la participation. La mesure de ces transformations ne peut se faire que par l'étude circonstanciée de cas d'application » (J.Joliveau et al. 2000).

La mobilisation des acteurs et leur intégration dans les procédures d'élaboration d'un projet d'aménagement et de gestion de l'espace peuvent être facilitées par les outils de visualisation de l'espace et de représentation spatiale. Le rôle et les fonctions des représentations spatiales s'avèrent très important dans la compréhension et l'appréhension des réalités et des dynamiques potentielles d'un territoire local.

La représentation est à la fois un moyen de représenter l'espace mais aussi une source d'information qualitative de haute valeur. Mais, le choix des modes de représentations spatiales dépend à un certain degré d'un espace à l'autre, du type du rapport que les acteurs entretiennent avec leur espace. Toutefois, la question plus précise qui intéresse ici est de savoir comment utiliser les représentations spatiales dans le déclenchement et le déroulement des dialogues locaux, et surtout pour garantir un espace d'expression au spontané, dans des

dynamiques institutionnelles ? (Lardon, 2005). Cette question cherche sa réponse notamment dans les zones du rural profond, considérées comme les plus traditionnelles par leurs systèmes de production et de gestion de l'espace.

B. ENVIRONNEMENT PARTICIPATIF ET REPRESENTATIONS SPATIALES

Le besoin de saisir les dimensions spatiales tant des phénomènes socio-économiques que des décisions dans un processus de développement territorial durable, explique l'importance du rôle des représentations spatiales. Lardon lie l'importance des représentations spatiales lors de la rencontre entre chercheurs et acteurs, dans un objectif de développement, à la nature même de l'objet de leurs préoccupations qui est le territoire (Lardon et al., 2001). En définissant les propriétés du territoire en tant que construction sociale, support spatial de ressources et espace approprié par les acteurs, elle considère l'importance que les dimensions spatiales du développement territorial revêtent.

Metral précise, à son tour, que les dynamiques spatiales qui s'inscrivent sur l'espace comprennent tout à la fois «les dynamiques de l'espace» et «les dynamiques sur l'espace». La compréhension de la complexité des dynamiques qui interfèrent de façon diachronique sur l'espace nécessite l'usage de techniques de représentation spatiale (Metral, 2001). Mais, bien que cette importance est signalée par un grand nombre de chercheurs, Lardon se demande si les représentations spatiales sont si peu utilisées dans les processus de développement territorial parce qu'on sait mal les utiliser. Or selon sa hypothèse l'appréhension des phénomènes spatiaux, durant les différentes phases d'interventions (aménagement et développement), ne peut se passer que par le truchement de certains modes de représentation spatiale.

Dans ce cas, le choix des modes de représentations spatiales, en dépit des progrès des technologies et des techniques utilisées dans la construction d'outils et de modèles spatiaux, dépend fortement de la tradition et l'expérience de la participation active des acteurs d'un territoire dans la formulation d'un plan d'aménagement et dans l'élaboration d'un projet de développement durable, des écarts qu'on y observe au niveau des perceptions qu'ont d'un espace donné mais aussi des codes pour le représenter d'une part les observés et d'autre part les observateurs.

Ces écarts se doivent :

- aux conceptions et aux considérations du développement dominantes dans le passé ou même actuellement, (par exemple celles considérant les systèmes de production et de gestion hérités comme un obstacle au progrès socio-économique, qui n'ont pas permis une coopération entre les gestionnaires de ces systèmes et les représentants de ces conceptions -chercheurs, techniciens, cadres des services compétents. Au contraire les acteurs locaux comme leurs systèmes se sont considérés comme des retardataires et mise en marge).
- au retard marqué par les différentes disciplines intervenant dans l'espace rural telles que l'aménagement, l'économie, l'agronomie, la foresterie, dans l'évolution de leurs concepts et approches et l'adoption de l'approche participative. (Par exemple les connaissances sur l'organisation et le fonctionnement des systèmes de production et de gestion extensifs et collectifs).
- aux difficultés des chercheurs d'adapter leurs méthodes et leurs outils de façon à pouvoir faciliter l'intégration des acteurs locaux et notamment les producteurs dans un environnement participatif et une méthodologie interactive (évolution des modèles spatiaux et valorisation du progrès en informatique).

Or, la production des représentations spatiales au sein des dispositifs mettant en présence des chercheurs et des acteurs devient un objectif et moyen à la fois pour diminuer ces écarts et faciliter l'appréhension des situations et des dynamiques propres à un territoire. S. Lardon

explique de façon claire, le rapport étroit entre modèle spatial/représentations spatiales et chercheurs/acteurs.

« (...) Elles (les représentations spatiales) sont à l'interface entre les modèles spatiaux élaborés par les chercheurs et les représentations que les acteurs se font de l'espace. Les modèles spatiaux produits par les chercheurs pour comprendre les dynamiques territoriales sont explicités et traduits en représentations spatiales. Elles sont présentées aux acteurs qui projettent sur elles leurs propres représentations de l'espace. Elles peuvent faire évoluer ces représentations et servir de support à l'action. Réciproquement, la confrontation avec les acteurs peut faire évoluer les modèles spatiaux des chercheurs et approfondir la compréhension des dynamiques territoriales. Ces représentations spatiales sont donc mobilisés dans des itinéraires méthodologiques conçus dans l'interaction entre les chercheurs et les acteurs et articulant une démarche de modélisation spatiale avec un processus de développement territorial » (Lardon S. et all (2001). Représentations spatiales et développement territorial. Ed. Hermès, Sciences Publications. Paris.)

Le point clé dans cet itinéraire méthodologique décrit par Lardon est la capacité de pouvoir créer, à travers un modèle spatial, un environnement participatif et des représentations spatiales qui permettent aux acteurs de bien projeter sur elles leurs propres représentations de l'espace. Le chercheur sait bien que l'objectif de cette confrontation est l'évolution d'une part, de ces représentations des acteurs et, d'autre part, des modèles spatiaux eux-mêmes permettant l'approfondissement de la compréhension des dynamiques territoriales.

Mais souvent, notamment lorsqu'il s'agit des territoires caractérisés par une économie traditionnelle à dominante agricole et, et bien avant d'arriver à l'accomplissement de cet objectif, les réticences de la part des acteurs locaux se manifestent lorsque :

- ce qui représente l'espace réel de l'acteur n'est pas reconnu et lisible par l'acteur (surtout lorsqu'il s'agit par exemple de l'acteur le moins intégré comme un pasteur méditerranéen)
- l'itinéraire partant du réel et du visible vers l'abstraction n'est pas construit avec l'acteur.

Par conséquent, les itinéraires méthodologiques au sein desquels ces représentations spatiales doivent être mobilisées, et qui seront conçus dans l'interaction entre les chercheurs et les acteurs, doivent débiter dès la phase de la construction et l'élaboration des représentations spatiales en y intégrant activement les acteurs. Une telle participation active des acteurs peut mieux faciliter l'usage des représentations spatiales et assurer l'articulation d'une démarche de modélisation spatiale avec un processus de formulation et d'élaboration d'un projet et d'un diagnostic de l'espace.

Cet itinéraire semble déterminant si on veut répondre à la question : comment les représentations spatiales sont-elles perçues et utilisées par les acteurs locaux ? Parce que la question tant du choix du mode de communication que de la construction des représentations spatiales, ne se pose pas de la même façon et n'a pas la même réponse lorsqu'il s'agit, d'un espace rural intermédiaire, avec une agriculture modernisée et productiviste ou du littoral touristique ou du rural profond dont la société reste gestionnaire de son rapport avec l'espace. Par conséquent, il est clair que la démarche et l'itinéraire méthodologique ayant comme objectif de faciliter la participation des acteurs locaux dans un processus de construction des représentations spatiales, doivent s'adapter à la réalité spatiale, socio-culturelle et territoriale à laquelle on se trouve chaque fois. Dans l'espace correspondant au rural méditerranéen et plus précisément dans celui de montagne on observe de fortes difficultés dans la rencontre des équipes de recherche avec les acteurs locaux. Cette difficulté devient plus importante lorsqu'il s'agit des projets de terroir et/ou de gestion d'un espace d'une communauté où les observateurs ont devant eux des éleveurs et des agriculteurs gestionnaires des systèmes traditionnels et extensifs.



FORMATION MULTIPOLE ET PLURIDISCIPLINAIRE
EN DEVELOPPEMENT RURAL



- Chapitre 2/4 -

Les représentations spatiales en aménagement rural



Education and Culture DG

Tempus

Le territoire, en plus de ses dimensions physico-environnementales, est une production sociale résultant d'activités humaines. Cette dimension spatio-territoriale doit avoir une place fondamentale dans l'analyse, la modélisation, l'interprétation et la restitution des dynamiques qui s'inscrivent dans l'espace comme résultat de l'activité de la société locale.

I. NOTIONS DE BASE EN REPRESENTATION SPATIALE

Globalement, la notion de **représentation** peut s'exprimer comme un processus de compréhension d'un phénomène, d'une idée, d'un objet débouchant sur une image, une carte, un diagramme, un tableau, un modèle...

En plus, les **représentations spatiales** relèvent les places relatives des objets ou des phénomènes dans l'espace c'est à dire qu'on n'analyse pas seulement les objets et les phénomènes mais les relations qui existent entre eux.

« *La représentation spatiale est la représentation des phénomènes et objets quelconques dans l'espace, avec des évaluations de taille et de volume, les positions relatives en haut, bas, devant...; mais aussi, la représentation des phénomènes et objets spatiaux : un plan, un réseau, une configuration. La représentation spatiale est une affaire individuelle mais plus ou moins déterminée par les cultures, les informations, voire les mythes et les représentations collectives* » (Brunet, 1992).

Cette définition doit être plus affinée lorsqu'il s'agit des représentations spatiales produites au cours des dispositifs de recherche développement. En ce sens, on peut préciser que la représentation est à la fois un processus, qui permet de faire connaître, de rendre compréhensible un phénomène, une idée, un objet (...) et le résultat de ce processus : une image, une carte, un diagramme, un tableau, un modèle (...) (S. Lardon 2005).

Le premier intérêt des représentations spatiales produites au cours de ces dispositifs, concerne, au-delà des questions techniques et des méthodes liées à leur production, leur rôle dans les relations entre experts et acteurs locaux en tant qu'outil de rapprochement et de dialogue. Ces relations se créent et se nouent lors de la construction de projets indépendamment d'échelle et d'objectifs. Il peut s'agir du projet collectif d'une région, d'une commune, comme d'un bassin ou d'un terroir.

Dans cet itinéraire méthodologique, il peut y avoir deux formes d'expression des représentations spatiales par les acteurs : une en amont, qui correspond au processus de la définition du problème, et une seconde, en aval correspondant au processus d'aide à la décision. Dans celui-ci, les recherches prouvent qu'un certain degré d'abstraction est favorable à la discussion (S. Lardon 2005, p. 6).

En revanche, dans le processus de définition du problème, notamment lorsqu'il s'agit du rural profond et des systèmes de production et de gestion de l'espace traditionnels, il semble que le recours à une représentation de l'espace très proche de la réalité, peut mieux favoriser l'intégration des acteurs-producteurs dans un véritable processus participatif. La représentation de l'espace réel par l'image virtuelle peut constituer un premier support spatial qui permettrait :

- de familiariser le producteur avec l'outil de la représentation,
- de faire parler et s'exprimer des acteurs de culture plutôt orale n'ayant pas a priori la capacité de participer et de contribuer dans la discussion,
- le passage progressif vers une abstraction avec l'aide de la carte.

Dans ce dernier cas l'image virtuelle illustrée par les informations spatiales et socio-économiques offertes par les acteurs eux-mêmes peut constituer le fond de carte pour cette opération. Cherchant à capter et visualiser les perceptions propres qui ont les acteurs de leur espace, il faut mieux utiliser dans ce cas le terme représentation de l'espace. L'objectif est de savoir comment traduire ces perceptions en représentations spatiales. Il s'avère par conséquent important de point de vue opérationnel, de pouvoir construire un outil méthodologique qui permettrait une modélisation spatiale capable d'utiliser les représentations spatiales dans un but d'établir une relation explicite avec les acteurs.

Selon Lardon (2001), il existe deux types de représentations spatiales :

- **Internes** dans lesquelles on prend en compte la connaissance et l'opinion de l'homme sur son espace. Ces représentations internes sont différentes d'un acteur à l'autre. Par exemple, la compréhension de l'espace exige de confronter les différents points de vue des différents types d'acteurs.
- **Externes**, qui se rapportent à une série de modèles graphiques qui proposent une représentation de la réalité avec l'objectif de décoder les dynamiques spatiales. Ces représentations externes sont des outils d'échanges d'informations et de communication.

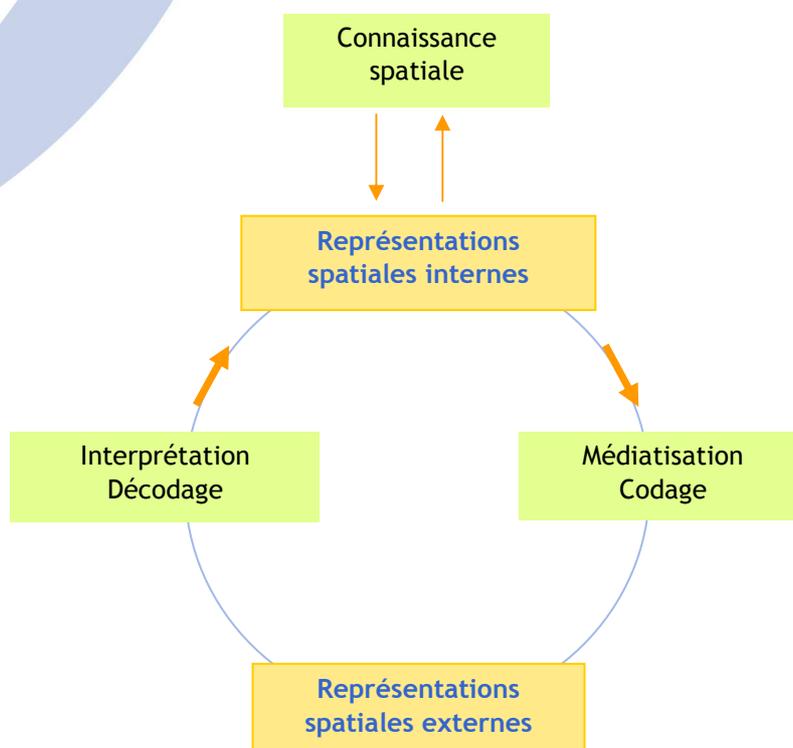
Selon Ferras (1997), les différents modèles graphiques sont :

- **Le schéma** : représentation subjective, créée par l'homme, qui ne suit pas les représentations euclidiennes,
- **La photographie oblique** : prise sous un angle, elle ne restitue pas tous les objets de la même façon (objets cachés, plus proches, plus éloignés,...) Deux types : photo artistique et photo topographique,
- **Le film** : représentation optique et sonore, archivable et avec balayage de l'espace,
- **Le croquis de paysage** : représentation des objets et de leur place relative de manière proche de la photographie et du schéma,
- **La carte** : Il en existe deux sortes, typographique et thématique. Les cartes peuvent restituer des données disparues ou non visibles (limites administratives, dynamiques spatiales, relevé de connaissances d'acteurs),
- **Les images aériennes et satellitaires** peuvent être prises selon différentes longueurs d'onde et à divers moments,
- **L'objet tridimensionnel** : construit au moyen d'ordinateurs par une combinaison des données altimétriques et thématiques ; objets qui peuvent être animés ou non,
- **Le chorème** : modèle qui utilise un alphabet spécifique pour représenter un espace, ses structures et ses dynamiques.

A part ces modèles graphiques, on utilise de plus en plus la réalité virtuelle. La capacité des ordinateurs permet l'interaction de l'homme avec les objets de l'environnement virtuel.

En conclusion, les deux types de représentations, interne et externe, sont reliés dans un processus perpétuel d'interaction et d'implémentation, comme la figure suivante le schématise :

Figure 1. Relations entre les deux types de représentations spatiales



Finalement, la relation réciproque entre les deux types de représentations (interne et externe) rend dynamique l'évolution des connaissances et des manières de penser des individus. Ce processus est renforcé par l'usage de représentations spatiales 3D.

II. TYPOLOGIE DES REPRESENTATIONS SPATIALES EXTERNES

Dans ce paragraphe, nous étudierons la typologie des représentations spatiales externes dans le cadre de leur application au renforcement du processus de participation.

Figure 2. Typologie des représentations spatiales (Lardon et al., 2001)



A. METHODOLOGIE

Elle dépend du type de représentation spatiale utilisée.

Globalement on peut distinguer 3 catégories de représentation selon le degré de subjectivité

- Les schémas, les photographies, les modèles
- Les cartes numériques ou analogiques avec système de coordonnées au sol
- Les images aériennes ou satellitaires

B. LES PERFORMANCES

Les représentations spatiales sont classées en 3 catégories, en fonction des critères de performances :

- Les représentations en deux dimensions (2D) comme les cartes, les modèles, les photographies aériennes et images satellitaires,
- Les représentations tridimensionnelles (3D). La superposition sur le modèle numérique de terrain de l'information concernant la couverture et l'occupation du sol ouvre la possibilité de représenter le territoire selon différents points de vue,
- La quatrième dimension est celle du temps. L'évolution d'un phénomène dans le temps peut être représentée par la confrontation des cartes diachroniques en deux dimensions ou même en 3D.

C. LE DEGRE D'ABSTRACTION

Cette notion concerne le niveau de « distance » entre la représentation spatiale élaborée et la perception qu'ont les habitants de leur région. Sur une échelle théorique d'abstraction, les représentations 3D (avec image satellitaire) sont affectées d'un faible degré d'abstraction alors que les cartes bidimensionnelles ont un degré plus fort. Les croquis ont eux un niveau élevé d'abstraction.

D. LA DENSITE DES INFORMATIONS

La capacité d'assimilation des informations par les individus est restreinte. Les représentations qui rendent une grande quantité d'informations peuvent provoquer une saturation du lecteur. Par contre, une représentation allégée en information risque d'être rejetée par les acteurs locaux à cause de son éloignement de la réalité.

E. LE DEGRE D'ACCEPTATION

Le degré d'acceptation par les utilisateurs dépend en grande partie de la scientificité et en même temps de la simplicité des représentations. La capacité qu'ont les acteurs locaux d'intervenir et d'enrichir en informations au cours du processus de dialogue renforce le degré d'acceptation.

F. LE COUT

Il faut distinguer deux grandes catégories de coûts :

- **Coût d'élaboration** : Dépenses engendrées par d'acquisition et de création des données spatiales, dépenses de personnel, dépenses en équipements et logiciels
- **Coût de traduction** : temps nécessaire pour la restitution et l'assimilation par les acteurs du contenu présenté dans les représentations spatiales.

III. METHODES REPRESENTATION TRIDIMENSIONNELLE DE L'ESPACE

Dans ce chapitre seront présentées les manières d'illustrer les informations spatiales, c'est à dire comment relier les données spatiales dans un système géographique avec des méthodes de présentation des informations. Spécialement on va étudier les critères que doivent remplir les logiciels spécifiques (Rhyne, 2004):

- Facilité d'échanges réciproques de données entre sous-systèmes
- Efficacité de la collaboration entre les 2 sous-systèmes
- Intégration des fonctions sur un environnement unique

A. CARTES EN MOUVEMENT

Le développement des technologies en géomatique et la production d'un grand volume de données spatiales ont ouvert à la présentation des données en 3D. La carte en mouvement est une des formes de la représentation dynamique. L'animation cartographique peut se définir comme l'illustration des changements au moyen d'une série de cartes projetées successivement à grande vitesse.

Les utilisateurs recherchent toujours des cartes d'animation. Les technologies disponibles comme les sources de données conditionnent les contraintes d'élaboration de ce type de cartes.

Historiquement les tentatives de création des cartes en mouvement sont passées par différents stades :

1. Modèle physique (maquette)

La construction d'une maquette en 3D de la région étudiée permet aux usagers de regarder la maquette de la région selon plusieurs angles.

2. Changement de la place d'attributs caractéristiques

Sur un modèle en 3D fixe on permet les déplacements d'objets ou d'éléments. Cette méthodologie est apparue pour la première fois dans des applications militaires et sur des scénarios de type « what-if ? »

3. Toute la carte en mouvement

La construction de cartes dynamiques permet à toute la carte de bouger grâce aux technologies informatiques et au développement des logiciels correspondants. En particulier, cette méthode permet la construction de représentation réaliste en environnement 3D, ce qui offre de nouvelles perspectives à la science cartographique.

B. IMAGES ANIMEES

Cette technique particulière est basée sur la création de cartes sous différents angles ou à différentes époques pour la fabrication d'une série de cartes (Robinson, 1995). Deux méthodes d'images animées ont été développées :

1. Suivi non interactif

Ces cartes représentent des images successives mais dans un itinéraire contraint. C'est à dire que la construction de cette carte a déterminé à priori les paramètres et les cheminements retenus et programmés (altitude de survol, vitesse, etc.). Cette programmation constitue un des inconvénients majeurs de cette méthode qui ne permet pas une utilisation flexible. Les cartes météorologiques des bulletins d'informations constituent un bon exemple de cette méthode.

2. Suivi avec interaction de l'utilisateur

Pour ces cartes on utilise un système de contrôle par lequel l'utilisateur a la capacité de faire bouger ce modèle à volonté. En utilisant ce modèle digital pour représenter le relief (courbes de niveaux) et l'imagerie satellitaire l'utilisateur se donne la capacité de survol réaliste. Il est nécessaire de disposer d'un ordinateur très puissant et des logiciels spécialisés. Les tendances d'évolution de l'informatique entraînent une réduction des coûts et la banalisation progressive de cette technologie. La production de telles cartes animées et la simulation de différents phénomènes ouvrent sur l'interaction entre ces modèles et les acteurs locaux.

C. SIMULATION ET IMAGERIE VIRTUELLE

La simulation fait partie des scénarios du type « que se passera-t-il, si... ? ». Très souvent, il est nécessaire de prévoir les évolutions d'un phénomène comme, par exemple, connaissant nos activités actuelles et leurs conséquences comment deviendra l'environnement futur. Ainsi, nous avons besoin de représentations des processus dans l'environnement et d'une simulation des effets en utilisant différents modèles de prévision.

L'évolution de la technologie permet l'observation des phénomènes et de leur évolution dans un environnement 3D et la simulation virtuelle devient une technique contemporaine (Robinson, 1995). Selon Bourdakis 2004, les simulations virtuelles sont utilisées dans la vie quotidienne pour décrire l'espace non réel et des situations imaginées où il est possible de décrire et de présenter des scénarios par le fait qu'on est immergé dans le système.

La simulation virtuelle est définie par quatre paramètres (MacEachren et al., 1999) :

- Réactivité,
- Immersion,
- Densité des informations
- Le degré d' « intelligence » des éléments représentés

Ces paramètres, ensemble ou séparément, peuvent définir des degrés de virtualité de l'environnement représenté (Lange, 1994,2001).

En général, l'imagerie virtuelle peut être distinguée en deux grandes catégories : avec ou sans immersion.

- Dans le premier cas, l'utilisateur introduit des détecteurs de mouvements et un système de reconnaissance des positions et des orientations (HMDs-Head Mounted Displays) ; ainsi il dispose de la sensation de mouvement sur l'environnement 3D (Bourdakis 1998). Cela nécessite une forte capacité en matériel et logiciels, c'est pourquoi on ne dispose pas encore de véritables applications accessibles à tous. Ces outils sont utilisés pour plusieurs applications : forestière (Watson et al., 2000), environnementale (MacEachren et al., 1999), représentation de paysages (Orland et al., 2001) et en industrie automobile (Wilson and D'Cruz, 2005), etc.
- Dans le second cas (sans immersion) l'imagerie virtuelle nécessite de grands écrans avec systèmes de navigation (joysticks) proposant un rythme élevé de balayage de l'image. Ces systèmes aident à approfondir mais ne permettent pas l'immersion de l'utilisateur dans le modèle virtuel (Bourdakis, 2004).

En général les utilisateurs de l'imagerie virtuelle deviennent aussi constructeurs de cartes. Avec les changements d'orientations et la représentation des différents aspects de la région ainsi qu'avec la possibilité de jouer avec les questions et réponses, on peut tester et expérimenter avec la carte 3D jusqu'à obtenir une solution satisfaisante.

IV. REPRESENTATIONS SPATIALES ET PROCESSUS PARTICIPATIF DE PLANIFICATION SPATIALE

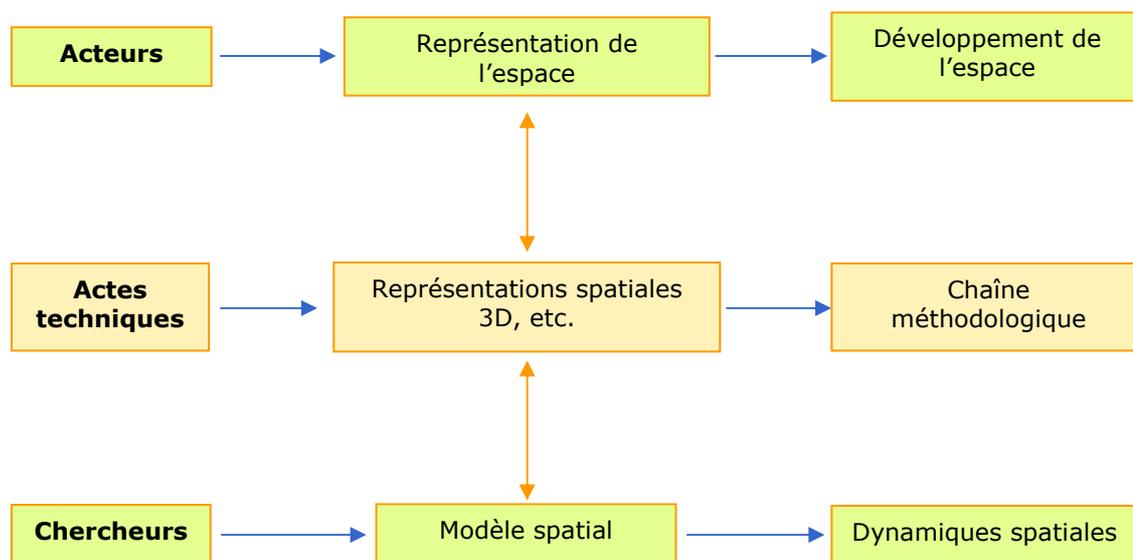
Les représentations spatiales peuvent être utilisées comme un moyen de compréhension et d'élaboration dans le cadre d'un projet de développement spatial, tant par les chercheurs et planificateurs que par les acteurs et agents de terrain.

Les représentations spatiales constituent un media de communication à la fois riche et ouvert à la coopération entre chercheurs et acteurs. Cette communication peut aborder différentes questions :

- Comment les acteurs peuvent-ils s'appropriier ces représentations ?
- Comment elles correspondent aux représentations habituelles qu'ont les divers acteurs de leur territoire ?
- Ont-elles la capacité de tester des solutions et d'aider à la compréhension des phénomènes agissant sur l'espace ?
- Jusqu'à quel niveau les représentations spatiales permettent-elles l'échange des informations et le dialogue entre chercheurs et acteurs ?
- Comment les chercheurs contribuent-ils au processus de développement de l'espace et perçoivent-ils cet espace ?
- Selon leur degré d'implication les acteurs peuvent participer ou non aux différentes étapes :
 - Depuis le début d'une action ou d'un projet,
 - Intervention durant le processus,
 - Intervention à la fin d'un processus ou d'une action.

Les acteurs inscrivent sur les représentations spatiales leurs connaissances spécifiques de l'espace sur et dans lequel ils exercent leurs activités. Ainsi, à l'aide de ces représentations, on peut obtenir des interactions entre chercheurs et acteurs comme illustré dans le schéma suivant (Lardon et al. 2001)

Figure 3. Organigramme des interactions entre producteurs et chercheurs concernant l'espace



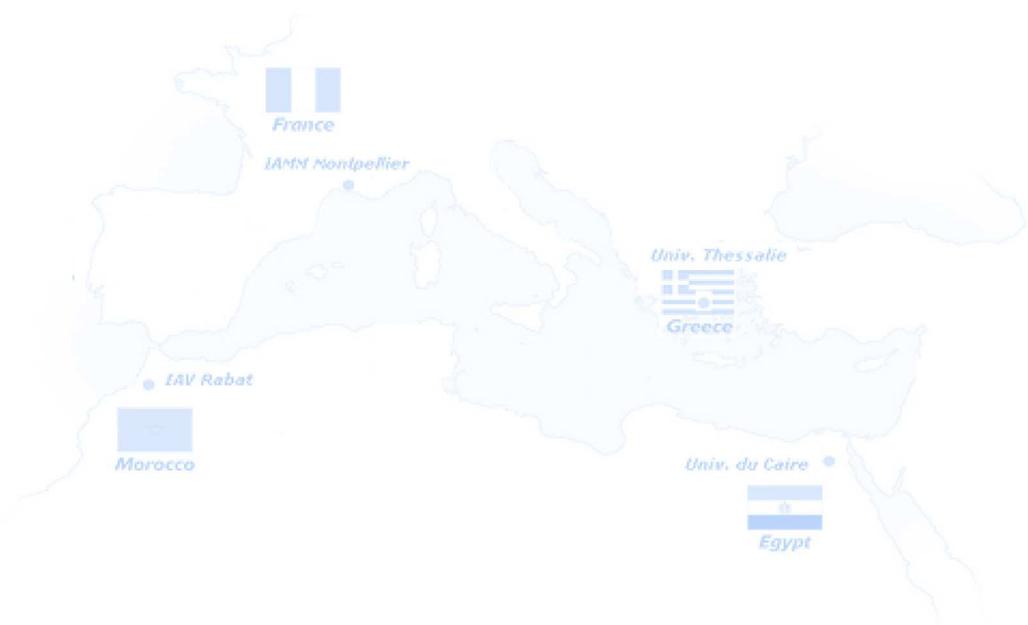


FORMATION MULTIPOLE ET PLURIDISCIPLINAIRE
EN DEVELOPPEMENT RURAL



- Chapitre 3/4 -

Données et méthodes mobilisées pour construire l'outil technologique au moyen des systèmes géographiques d'information et de télédétection



Education and Culture DG

Tempus

I. INTRODUCTION

L'évolution et l'application de nouveaux outils technologiques dans le cadre de l'organisation du territoire, comme par exemple les Systèmes Géographiques d'Information, la Télédétection et la Photogrammétrie (en trois dimensions), contribuent à faire face à l'insuffisance des sources et des données existantes, en particulier sur de petites échelles géographiques.

Plus on travaille à petite échelle et plus les méthodes et techniques utilisées pour représenter les unités territoriales doivent prendre en compte les relations entre les chercheurs et les personnes participantes. Ainsi, l'application des méthodologies et des techniques concernant l'organisation du territoire, comme par exemple les représentations 3D, apparaissent-elles indispensables afin de mieux comprendre, élaborer et appliquer les plans de développement.

L'équipe des chercheurs du Laboratoire de l'Espace Rural de l'Université de Thessalie, tout en s'occupant surtout d'aménagement au niveau local et en prenant en considération les problèmes qui en résultent dans le cadre de recherches semblables, a intégré les outils susmentionnés (Systèmes d'Information Géographique, Télédétection, modèles tridimensionnels, vols simulés) dans leur méthodologie d'aide à l'organisation du territoire.

Notre effort s'est surtout porté sur la réponse aux problématiques suivantes :

- Quel sera le point de liaison qui contribuera, jusqu'à un certain degré, à la collaboration entre les différentes équipes travaillant sur la gestion du système local tout en se comportant différemment et en ayant une perception du lieu différente ?
- La présence d'un modèle 3D de haute définition de la région étudiée nous aidera-t-il à nous rapprocher de la manière commune de penser (compatible selon toutes les institutions) et à mieux comprendre les problèmes de la région ?

Le défi a été double :

- **Technique et méthodologique**

Est-il possible de créer un modèle 3D de haute définition représentant une région en utilisant les nouvelles techniques de la réalité virtuelle en valorisant les SIG et la Télédétection ? Si oui, en combien de temps et à quel prix ?

- **Thématique**

Comment les habitants-producteurs percevront-ils la représentation 3D de leur région à travers l'écran d'un ordinateur ? Pourront-ils participer à sa création et à son enrichissement par des informations quantitatives et qualitatives de grande valeur ?

Comment valoriser une telle somme d'informations quantitatives et qualitatives ?

Afin de répondre à ces questions et enjeux nous devons préciser les notions et savoirs sur l'évolution des SIG et de la Télédétection, sur les sources des données cartographiques, sur les étapes qui suivent la collecte, sur l'élaboration et l'attribution finale des caractéristiques du territoire et l'insertion des informations statiques, ainsi que sur la chaîne méthodologique qui a été développée afin de renforcer le planning de participation. Enfin, on va décrire en détails le cas d'application de l'outil proposé dans la communauté de Anavra (Préfecture de Magnésie- Grèce).

II. L'EVOLUTION DES SYSTEMES GEOGRAPHIQUES D'INFORMATION ET DE LA TELEDETECTION

A. SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUES (SIG)

Parallèlement à l'usage grandissant d'ordinateurs dans le cadre de sciences comme la Géographie, la Topographie, l'Aménagement du territoire, l'Urbanisme, etc., on doit faire face aux problèmes importants concernant la collecte automatique, l'analyse et la présentation fiable des données spatiales.

En plus, l'organisation de l'espace est caractérisée par la nécessité de prendre des décisions se basant sur un grand nombre d'informations provenant de sources diversifiées qui doivent être combinées entre elles de différentes manières. Pour faire face aux problèmes susmentionnés, ont été développés un ensemble d'outils, appelés « Système Géographique d'Information (SIG) » qui contribuent à « acquérir, archiver, accéder, analyser et afficher » des données (Laaribi, 2000). « *Un Système d'Information Géographique peut être défini comme un système de gestion de base de données conçu pour saisir, stocker, manipuler, analyser et afficher des données à référence spatiale en vue de résoudre des problèmes complexes de gestion et de planification* » (Fischer, 1993).

Plus précisément, un SIG peut être l'interaction entre le socle numérique d'une région et les bases de données correspondantes d'informations quantitatives et qualitatives sur la même région.

Les composantes d'un Système Géographique d'Information peuvent en peu de mots être expliquées comme suit (Koutsopoulos, 2002) :

- **Géographique** : Le Système se réfère à des éléments concernant l'échelle géographique qui se rapportent, selon un certain système de coordonnées, à des positions sur la surface du globe. Par conséquent, les éléments territoriaux et leur position géographique constituent la base du système.
- **Système** : Il s'agit d'un environnement qui permet la gestion des données, ainsi que la recherche de réponses aux questions qui se posent. Le plus simple SIG n'a pas besoin de l'automatisation des ordinateurs (une bibliothèque de cartes et une série d'outils géographiques suffisent), mais il s'agit d'une série complète de procédures concernant l'introduction, la gestion, l'analyse et l'attribution des informations géographiques. Certes, un tel système est plus efficace s'il se base sur les ordinateurs.
- **d'Information** : Le système est utilisé pour poser des questions sur les éléments de la base géographique tout en recevant des informations sur le monde géographique. Ceci représente le processus de la transformation de simples éléments en informations.

Le plus grand avantage des SIG est qu'il est possible d'analyser des données territoriales ou non et des données combinées, et de créer ainsi des relations territoriales entre les informations ou des variables de différents niveaux thématiques. Ainsi, les SIG sont davantage centrés sur l'analyse de l'espace et permettent à l'utilisateur de soumettre certaines demandes afin d'obtenir les caractéristiques descriptives ou territoriales d'un phénomène.

La bibliographie internationale décrit une série d'avantages concernant l'utilisation des SIG :

- Possibilité d'enregistrement et d'élaboration d'un grand nombre d'informations territoriales hétérogènes,
- Recherche rapide d'informations concrètes,
- Capacité de présentation simultanée d'informations diachroniques,
- Possibilité d'analyser des informations afin de traiter des demandes de recherche, d'élaborer les conséquences, de calculer les volumes quantitatifs, etc.
- Cartographie rapide des données (ressources naturelles, etc.) et création de cartes thématiques représentant la situation présente ou prévoyant l'évolution future.

B. TELEDETECTION

Parallèlement aux SIG, la science de la Télédétection a aussi beaucoup évolué. La Télédétection utilise des images satellitaires afin d'enregistrer et d'analyser à distance des objets ou des phénomènes. On peut définir la Télédétection comme « *la pratique pour tirer des informations concernant la surface solide et liquide de la terre par l'intermédiaire d'images qui sont obtenues à travers des appareils d'observation aériens, en utilisant les ondes électromagnétiques sur une ou plusieurs bandes du spectre électromagnétique, ondes reflétées ou émises par la surface de la terre* ».

Pendant plus de trois décennies, on a utilisé des données recueillies par des satellites et des détecteurs aéroportés afin d'observer la terre. Plusieurs satellites recueillent et transmettent des informations sur la surface de la terre, l'atmosphère, la mer, selon le but pour lequel ils ont été créés (Perakis, 1999).

Les plus connus des satellites sont les suivants :

- **Les satellites météorologiques** qui suivent les conditions atmosphériques, de pression, de vitesse du vent, des profils de température atmosphérique et offrent des informations permettant les prévisions météorologiques.
- **Les satellites océanographiques** qui contrôlent les cours d'eau, enregistrent la température de la surface de la mer, la pollution des mers et le spectre d'énergie provenant des cours d'eau.
- **Les satellites cartographiques** qui enregistrent les usages du sol, les terrains, la végétation, le type de substrat géologique, les ressources en eau et, plus généralement, chaque activité et changement ayant lieu sur le territoire.

Toutes les images transmises par les satellites n'ont pas les mêmes caractéristiques, mais dépendent du genre d'informations qu'elles reflètent. Ces images sont différenciées selon le nombre des bandes spectrales qui enregistrent les radiations électromagnétiques. Il y a ainsi les images multispectrales qui utilisent beaucoup de bandes afin d'enregistrer les objets sur la surface de la terre selon des longueurs d'onde différentes du spectre visible et infrarouge, et les images panchromatiques qui possèdent une seule bande d'enregistrement.

Les différences entre les images satellitaires concernent surtout (Mather P. 1987) :

- **la résolution spatiale** c'est-à-dire la couverture territoriale du pixel,
- **la résolution spatiale temporelle**, c'est-à-dire la fréquence de la collecte d'éléments concernant une même région
- **la résolution spatiale radiométrique**, c'est-à-dire le nombre de gradations de la couleur grise (p.e. 256)
- **la résolution spatiale spectrale**, c'est-à-dire l'amplitude spectrale de chaque bande du satellite.

On dispose dans le commerce de suffisamment d'images satellitaires et de différentes caractéristiques. Le Laboratoire de l'Espace Rural s'est procuré une série d'images de différentes caractéristiques et les a étudiées du point de vue de leur opportunité quant à l'organisation de l'espace à l'échelle locale.

Plus particulièrement, nous avons examiné les facteurs suivants :

- La résolution spatiale du satellite par rapport à l'échelle de travail,
- Le coût d'obtention des données par rapport à l'étendue de la région,
- Le nombre de données et le temps nécessaire pour leur élaboration.

Nous avons étudié les images suivantes :

1. LANDSAT TM

Il s'agit d'un satellite recueillant des images multispectrales et enregistrant les ressources terrestres. Ce satellite est caractérisé par un grand nombre de bandes spectrales (7) et une résolution spatiale moyenne (30 X 30 mètres). Trois des bandes appartiennent à la bande visible, une à la bande infrarouge proche, deux à la bande infrarouge moyenne et une autre à la bande thermique (Campbell J. 1996, pp172-180) Le satellite LANDSAT TM est utilisé pour la cartographie des territoires, des structures géologiques, de la végétation, des eaux (bathymétrie), sur des échelles jusqu'à 1 :50.000. Chaque pixel représente une surface d'environ dix ares (30x30 mètres).

Au cours du contrôle précis, on a utilisé une image de LANDSAT 7 qui offre la possibilité de prendre deux images : une panchromatique et une multispectrale. L'image panchromatique possède une bande de résolution 15X15 m par pixel. L'image multispectrale possède sept bandes dont la capacité de résolution 30 X 30 m. (sauf la bande thermique de résolution 60 X 60 m). Si on combine les avantages des deux images, on peut créer une nouvelle image conservant l'information thématique (7 bandes) de l'image multispectrale, mais d'une résolution de 15 X 15 m. par pixel. Nous avons développé beaucoup de méthodes afin de combiner sur une seule l'information de ces deux images.

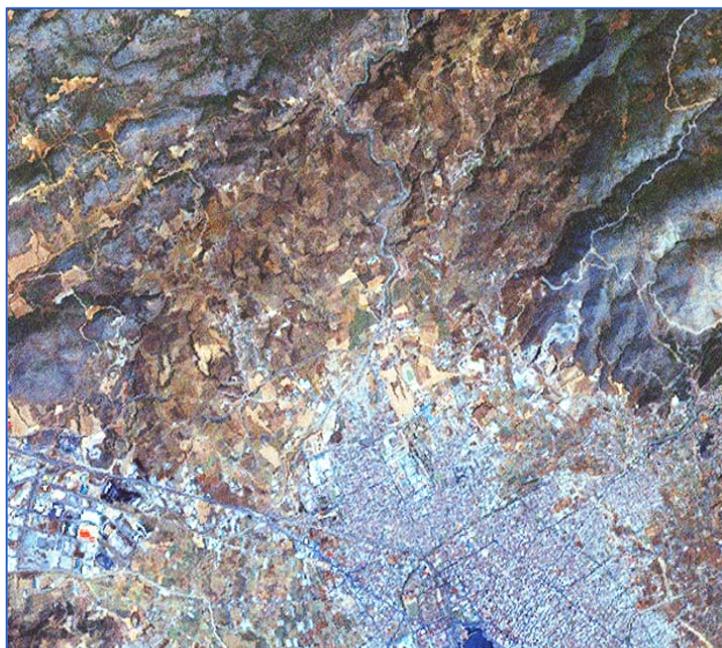
On a ensuite testé trois méthodes:

- la transformation de RGB en IHS et l'inverse,
- celle des composantes fondamentales
- la méthode basée sur un algorithme de multiplication (Geosystems, 2005).

On a montré que la méthode des composantes fondamentales produit les meilleurs résultats. Après ces tests, ces images nous donnent des cartes sur des échelles de 1:60.000 - 1:80.000. Ces images sont alors parfaitement utilisables pour représenter des superficies équivalentes à celle de régions (300.000 hectares).

L'image suivante de la ville de Volos (2000) est obtenue par la synthèse des 2 images Landsat TM 7.

Figure 1. Image par satellite Landsat TM



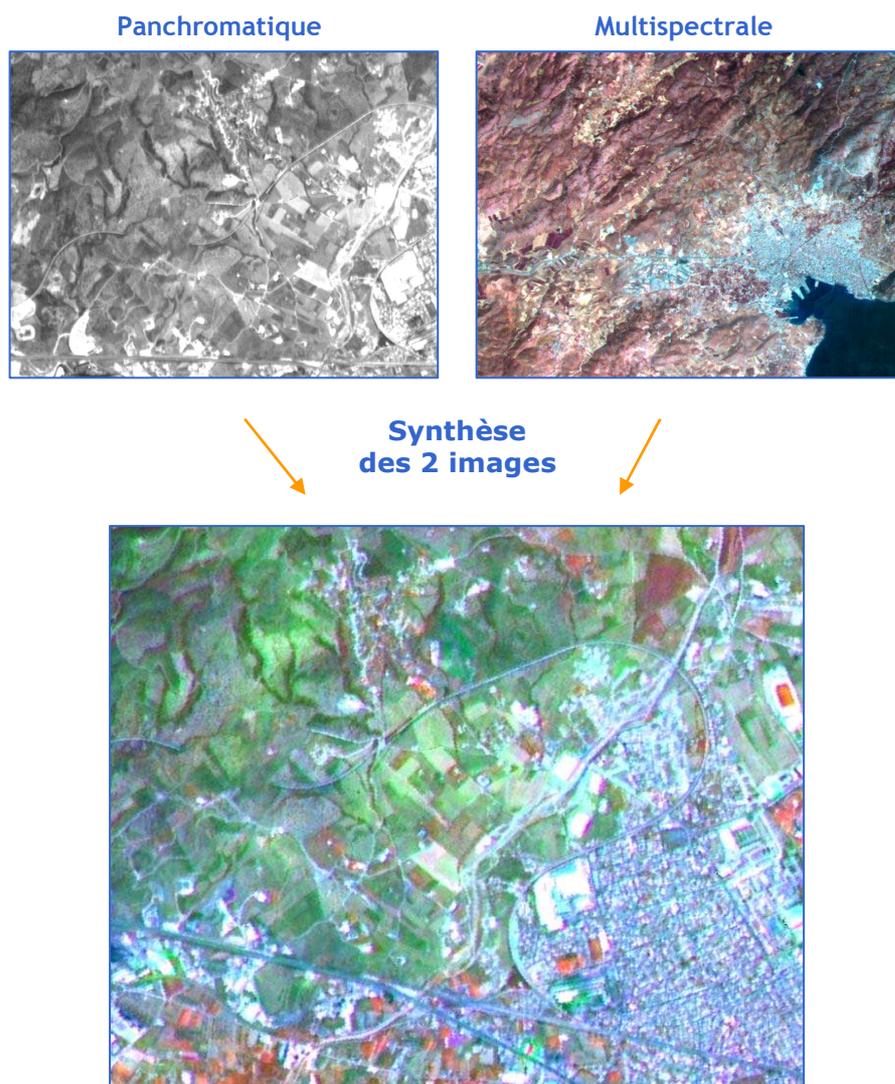
2. Satellite IRS

Il s'agit d'un satellite indien qui possède deux systèmes d'enregistrement pour le recueil des images multispectrales et panchromatiques. Le système d'enregistrement LIS-III (Linear Imaging Self Scanning Sensor) recueille des images multispectrales sur quatre bandes. Trois d'entre elles (verte, rouge, infrarouge proche) ont une résolution de 23x23 m. et la quatrième bande (infrarouge moyen) a une résolution de 70x70 m (Fester, W.1995). Ces images sont utilisées pour dresser la carte des usages du sol, la qualité de la végétation, des ressources en eaux, etc. Le système d'enregistrement IRS-PAN recueille des images panchromatiques de résolution 5,8 x 5.8 mètres. Par rapport au satellite LANDSAT TM, la définition de la région est meilleure.

Lors du test, nous avons utilisé une image panchromatique et une autre multispectrale de la même région. On a aussi appliqué la méthode du renforcement territorial en produisant une image combinant les avantages des deux images initiales.

Alors que l'image multispectrale est utilisée pour faire des analyses sur une échelle de 1:80.000, l'image composée produit des cartes d'échelle de 1:25.000. Elles sont donc utilisées lors de la représentation spatiale de communautés et même de préfectures. Le volume des données et le coût d'obtention des images augmentent si on travaille sur des surfaces supérieures à 5.000 km².

Figure 2. Images de Volos (1998) par satellite IRS-1D

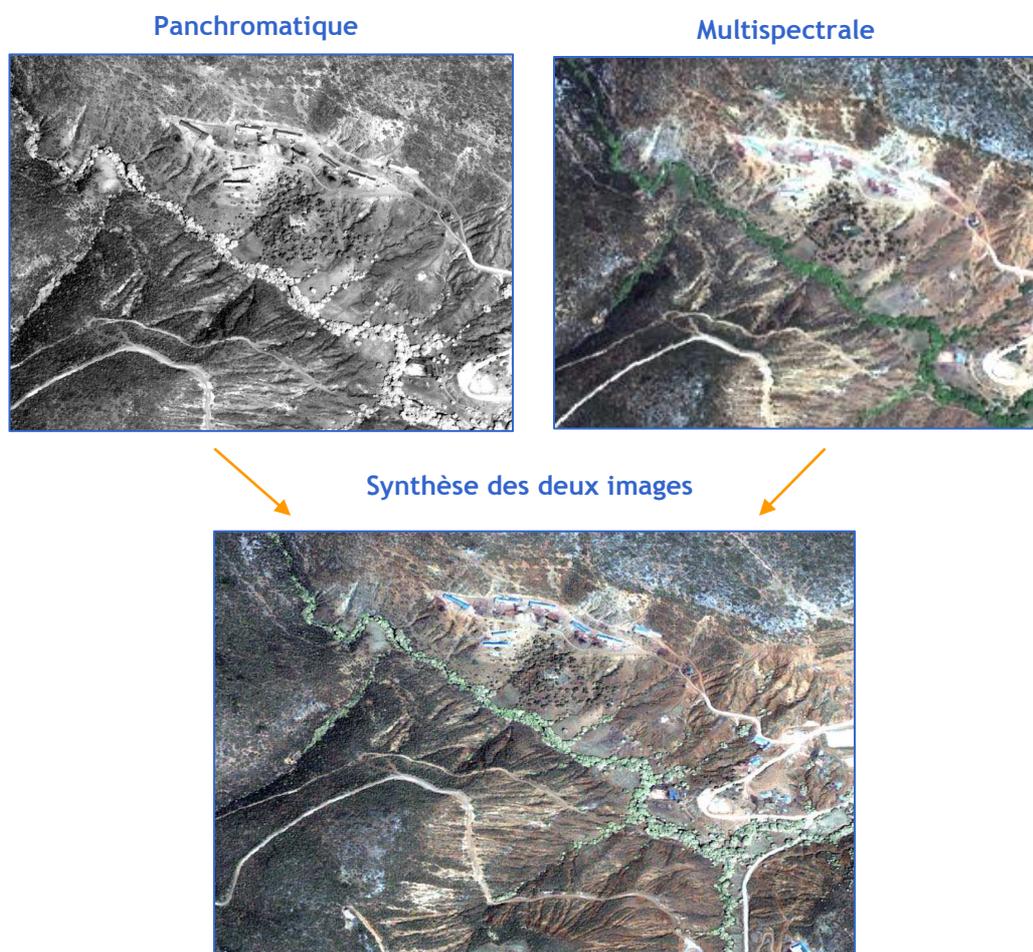


Ce satellite de nouvelle génération tourne depuis début 2000 (Space Imagine, 2001). Il a apporté la révolution dans le domaine de la Télédétection parce qu'il est le premier satellite à offrir une haute résolution territoriale. Il recueille des images multispectrales et panchromatiques de caractéristiques :

- **Image multispectrale**
 - Quatre bandes. Trois visibles et une infrarouge.
 - Résolution de: 4 X 4 mètres.
 - Résolution radiométrique 2^{11} , c'est-à-dire 2048 gradations de gris sur chaque bande.
- **Image panchromatique**
 - Une bande.
 - Résolution de 1 X 1 mètre.
 - Résolution radiométrique 2^{11} , 2048 gradations de gris.

Ces paramètres signifient que le détail visible atteint le niveau des bâtiments. Les images multispectrales nous aident à dresser en détail la carte des usages du sol et à diviser le terrain en sous-ensembles de même type d'usage. La définition de l'image panchromatique correspond à celle des photographies aériennes; quelquefois elle est même de meilleure qualité puisque aucun traitement ou correction (d'analogique en numérique) n'a été effectué. Afin de tester ce type d'image, on a utilisé celle correspondant au village de Anavra, prise le 15/5/2000, qui s'étend sur une surface de 11.000 hectares. On avait deux images : une panchromatique et une multispectrale (voir ci dessous). On a appliqué la méthode du renforcement territorial (par l'intermédiaire de la méthode des composantes fondamentales) et on a produit une image combinant les avantages des deux images initiales. Le processus de correction géométrique de l'image sur le Système de référence Géodésique Hellénique (ΕΓΣΑ87) a produit des résultats précis d'environ 4 mètres sur l'axe x et 10 sur l'axe y. Le fichier pour cette image est de 760 MB (13.886 colonnes x 12.909 lignes).

Figure 3. Images par le satellite IKONOS



D'après l'analyse susmentionnée, l'image élaborée peut être utilisée lors d'applications urbaines (Davis et Wang, 2003). Il y a quelques années, le volume des données constituait un facteur limitant pour l'élaboration des images. De nos jours, on peut considérer qu'on peut élaborer ce type d'images dans le cadre d'une communauté à condition que le coût en soit couvert (environ 3.000 € pour une étendue de 13.000 hectares).

4. Satellite QuickBird

Ce satellite de nouvelle génération possède une haute résolution et recueille autant d'images panchromatiques que d'images multispectrales :

- Image panchromatique (en noir et blanc). Résolution par pixel de 0,61 jusqu'à 0,7 mètre.
- Image multispectrale (4 bandes). Résolution de 2,4 à 3 mètres.

La bibliographie (Volpe, 2003) fait mention de plusieurs applications des données de ce satellite sur des champs comme :

- Information sur les diagrammes topographiques sur une échelle de 1:1.000 jusqu'à 1:5.000
- Plans d'infrastructures d'utilité publique (télécommunications, réseaux d'électricité, de transports, etc.)
- Plan urbain (marché de l'immobilier, tourisme)
- Localisation de maisons illégales
- Mise à jour du cadastre rural au niveau des lopins de terre
- Gestion environnementale des régions
- Archéologie.

Afin de tester ce type d'images, on a utilisé des images prises en juin 2004 sur 26.000 hectares, qui comprend la région autour de la ville de Nea Ionia (Magnésie) et une partie de la ville (coût : environ 1000 €). Les données par satellite disponibles comportaient :

- **Une image panchromatique :**
 - Résolution territoriale : 0,61 x 0,61 m.
 - 12176 colonnes & 9580 lignes
 - Résolution radiométrique 2^{16} gradations
 - Fichier : 240 MB
- **Une image multispectrale :**
 - Résolution : 2,4 x 2,4 mètres
 - 3044 colonnes & 2395 lignes
 - Résolution radiométrique 216 gradations
 - Fichier : 60 MB

L'élaboration a suivi les deux étapes suivantes :

- la création d'une image (mélange) de haute résolution territoriale et d'amplitude de 4 bandes (empreinte multispectrale de la région). On a appliqué la méthode du renforcement territorial (par l'intermédiaire de la méthode des composantes fondamentales) et on a produit une image combinant les avantages des deux images initiales (voir l'image ci dessous). Le volume du fichier de l'image finale est de 900 MB.
- la correction géométrique (Volpe, 2005). Pour cela nous avons utilisé les cartes topographiques du Service Géographique de l'Armée (1:5000). D'après les vérifications faites sur le terrain en utilisant le « Global Positioning System - GPS (haute définition) » on a constaté que la précision spatiale de l'image satellitaire était d'environ 2 mètres sur l'axe x et de 4 mètres sur l'axe y.

Figure 4. Image : Synthèse des deux types de données par satellite Quickbird (vue de Volos Nord - 2004)



Selon l'analyse susmentionnée, il est évident que l'image élaborée est mieux adaptée aux échelles de 1:3000 jusqu'à 1:5000. La haute définition territoriale en combinaison avec la haute capacité spectrale (4 bandes) contribue à la reconnaissance des détails sur la surface de la terre. Certes, le coût d'obtention et d'élaboration des données sera double pour une étendue de 5000 hectares. De même, le produit final atteindra le volume de 2 GB et, par conséquent, il sera difficile de représenter l'image qui exige de forts systèmes informatiques. Outre ce type d'image satellitaire cartographiques il en existe plusieurs autres types comme ASTER (Abrams et al, 2000).

III. RECUEIL - ELABORATION DES DONNEES CARTOGRAPHIQUES - REPRESENTATION 3D

Le recueil des données cartographiques, de type géométrique ou thématique, fait partie de plusieurs sciences comme la Géodésie, la Topographie, la Photogrammétrie, la Télédétection et autres sciences naturelles et humaines. Récemment, les méthodes de recueil automatique et les outils correspondants ont rapidement évolué.

A. SOURCES DE DONNEES

Nous disposons de plusieurs sources d'informations :

- Les cartes existantes : des atlas, des cartes analogiques présentant des informations thématiques, cartes topographiques, repères trigonométriques, etc.
- Les photographies aériennes sont souvent sous forme analogique (papier ou pellicule) et demandent une élaboration laborieuse et spécialisée.
- Les images par satellite sont sous forme numérique, mais demandent une élaboration selon la qualité de l'image.
- Les données mathématiques des sciences naturelles et sociales.

B. SYSTEMES D'ENTREE DES INFORMATIONS

Le recueil de données à partir des cartes analogiques nécessite l'utilisation d'équipements (digitaliseur-scanner) connectés à un ordinateur qui réalisent la digitalisation des données sous forme identifiable par les logiciels cartographiques correspondants (raster -vector).

- **Digitaliseur** : composé d'une table rectangulaire qui calcule les coordonnées cartésiennes selon son propre système de référence. Il transforme une carte analogique en une carte vectorielle. Une carte devient numérique à travers le processus suivant :
 - Stabilisation de la carte sur la table du digitaliseur
 - Détermination de la «fenêtre» à digitaliser
 - Choix des points-lignes à digitaliser et codifier
 - Visualisation et digitalisation des éléments de la carte
 - Correction géométrique facultative du vecteur numérique du fichier. Cela facilite ensuite l'élaboration des éléments
- **Scanner** : il transforme la carte analogique en trame (mosaïque). Ainsi, la carte devient un tableau composé de pixels. Le scanner possède une source de luminosité qui émet sur la carte. Chaque pixel marque le niveau de la longueur d'onde ou de la tension de la luminosité renvoyée de la carte sur le scanner. La résolution de balayage active va de 300 dpi ou 11,8 dots/mm jusqu'à plus de 1000 dpi. Les scanners digitalisent toute la carte ou une seule partie sous forme de trame. Pourtant, il y a des logiciels qui combinent la déduction de données cartographiques sous forme vectorielle, selon la couleur ou le volume de chaque information. Par exemple, sur la carte thématique du Service Géographique de l'Armée, le réseau routier (couleur : rouge) et le réseau hydrographique (couleur : bleu) peuvent être sauvegardés dans un autre fichier vectoriel.

Le processus de balayage d'une carte est le suivant :

- contrôler la résolution du balayage par rapport à la qualité et au volume du fichier final.
- faire balayer et sauvegarder sous format TIF, IMG, JPG.
- **Précaution importante** : vérifier que la carte ne comprend aucun objet étranger qui risque d'endommager le scanner (agrafes, trombones) ou de détériorer la qualité (autocollants, etc.).

C. RECUEIL - ÉLABORATION DE DONNEES A PARTIR DE PHOTOGRAPHIES AERIENNES

Les photographies aériennes constituent une des plus importantes sources de données. Elles visualisent des parties de la terre depuis une hauteur précise à l'aide d'avions spécialement modifiés.

Initialement (1850) photographie a été forgé sur les racines « écrire à l'aide de la lumière ». De nos jours, photographie comprend au-delà de la lumière visible l'irradiation sur le spectre électromagnétique ultraviolet et infrarouge.

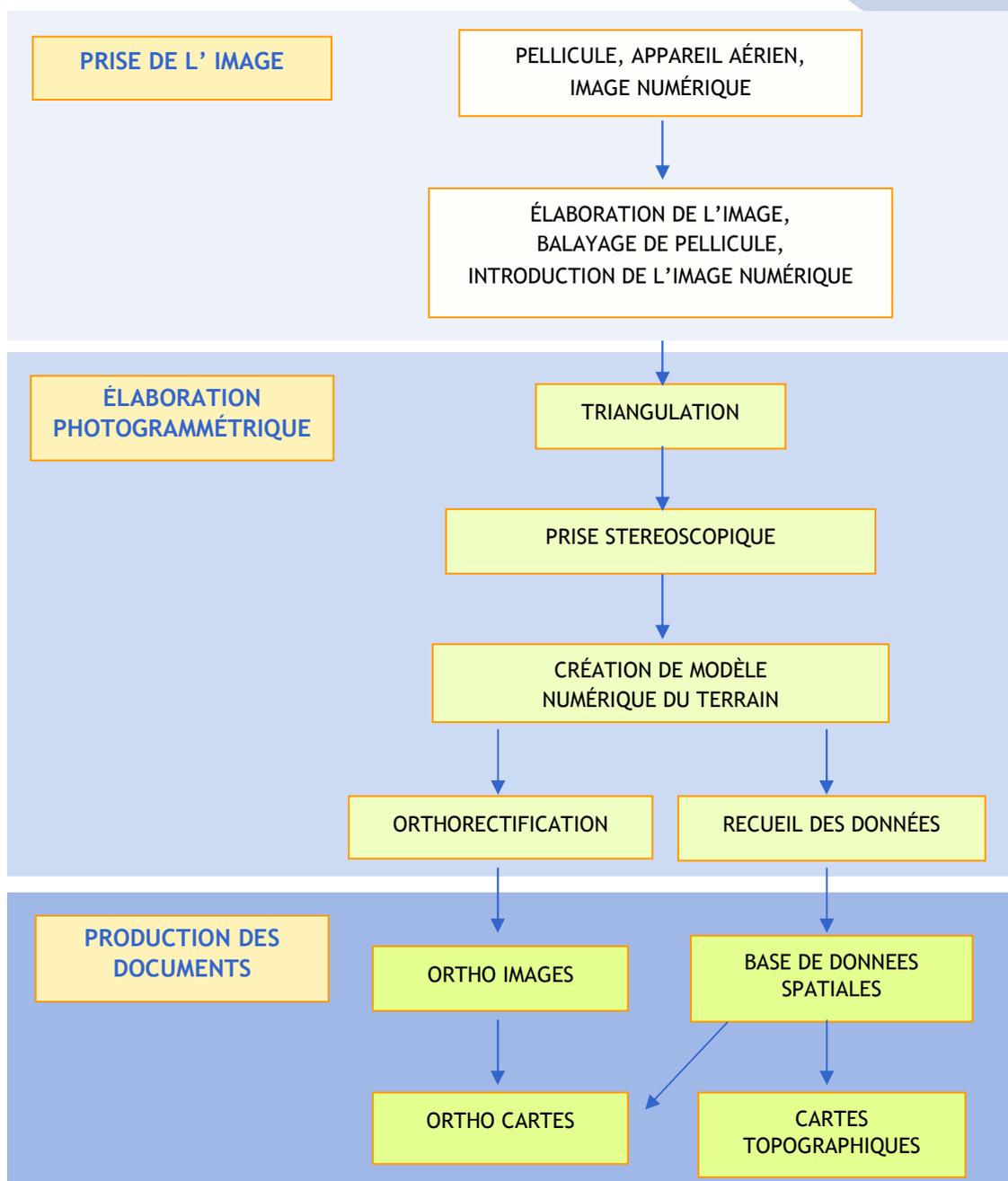
L'apparition de l'avion a permis la production de photographies aériennes qui se sont vite répandues, initialement surtout utilisées par l'armée. Des caméras aériennes ont été ajustées aux avions de reconnaissance pour enregistrer sur la pellicule les positions de l'ennemi. Après développement des pellicules, des spécialistes les interprétaient. Ainsi, la science de la photogrammétrie est née; c'est «*la science, l'art et la technologie fournissant des mesures par des photographies aériennes, comme par exemple des cartes, des modèles numériques de terrain et d'autres informations*» (American Society of Photogrammetry, 1980).

La photogrammétrie est apparue en 1851 et a connu plusieurs étapes dont les plus importantes sont les suivantes (Konecny G., 1994) :

- **Photogrammétrie analogique** : elle a commencé en 1901 en utilisant des outils visibles ou mécaniques afin d'évaluer la géométrie tridimensionnelle d'une région par deux photographies aériennes débordantes. Elle produit principalement des cartes topographiques.

- **Photogrammétrie analytique** : Les ordinateurs ont remplacé quelques parties visibles-mécaniques. Les appareils étaient hybrides, c'est-à-dire analogiques d'une part et numériques d'autre part. Le produit final était des cartes topographiques, mais aussi des produits numériques comme le modèle numérique de terrain.
- **Photogrammétrie numérique** : elle utilise des images numériques qui sont sauvegardées et élaborées par un ordinateur. Les photographies aériennes numériques doivent être balayées sauf si elles sont recueillies par des caméras aériennes numériques. Beaucoup de travaux photogrammétriques sont faits automatiquement dans le cadre de la photogrammétrie numérique. Les produits sont sous forme numérique, comme les cartes numériques, les modèles numériques de terrain, les cartes sur pied.

Figure 5. Diagramme présentant les trois étapes de la photogrammétrie



1. Prise de l'image

Souvent les photographies aériennes ne sont pas numériques. Elles sont disponibles sur papier ou sur pellicule. Ainsi, il faut les balayer et les faire entrer dans le système photogrammétrique numérique.

Les scanners photogrammétriques sont de haute définition et de haute qualité de balayage. L'analyse du balayage varie selon l'application pendant laquelle on utilisera les photographies aériennes. Ceci est fait parce que le volume de la sauvegarde des données augmente si on utilise de hautes capacités de balayage. Par exemple, pour une image de 23 X 23 centimètres (9 X 9 pouces) et un balayage d'environ 1000 pixels par inch, le résultat sera un fichier de 9000 lignes et 9000 colonnes. Si on considère que l'image est de 8 bit (0-255 gradations de gris), le fichier alors sera de 81 MB. (8 bit par image, 1byte=1pixel).

Exercice.

On a une photographie aérienne sur une échelle de 1 :20.000. Ses dimensions sont : 23 x 23 centimètres (9 x 9 pouces). On fait balayer l'image à 800 pixels/pouce.

Il faut trouver : a) La capacité du fichier qu'on va créer. b) La dimension (mètres) du pixel quadrangulaire.

Solutions :

a) $800 * 9 = 7.200$ lignes et 7.200 colonnes, soit $7.200 * 7.200 = 51,840$ MB

b) $23 \text{ cm} * 20.000 \text{ cm} (1:20.000) = 460.000 \text{ cm}$ ou 4600 mètres.

7200 pixels 4600 mètres

1 pixel X mètres

$X = 4600/7200 = 0,639$ mètres

2. Élaboration photogrammétrique

a) Triangulation

La triangulation est un procédé qui permet de corriger des distorsions des photographies aériennes causées par la forme sphérique de la terre. Elle se fait par le calcul de l'orientation intérieure et de l'orientation extérieure :

- **Orientation intérieure** : connaissant les caractéristiques de l'appareil photographique, comme les distances focales, on peut enrichir les clichés en informations en tenant compte des conditions dans lesquelles ces photos ont été prises.
- **Orientation extérieure** : à partir des éléments de l'orientation intérieure et des points photo stables présents sur ce territoire, on peut calculer la localisation, la hauteur (angles de rotation) de la caméra et les paramètres (condition de linéarité) qui transforment les coordonnées de l'image en coordonnées géographiques.

b) Création de stéréocouples

Un stéréocouple est le jeu des deux images chevauchantes qui visualisent un même objet selon deux positions différentes. La reproduction du relief sur le stéréocouple est nécessaire pour la déduction d'information tridimensionnelle sur le terrain.

c) Création des modèles de terrain

À l'aide des méthodes traditionnelles, on peut reconstruire le relief du terrain en détectant les points du terrain qui se distinguent en hauteur et recréer ensuite des courbes de niveau. La photogrammétrie numérique a développé des algorithmes qui détectent les mêmes points sur deux photographies aériennes et calculent les coordonnées sur les axes X, Y, Z pour chaque point.

3. Production des Documents

a) Orthophotographie aérienne

A partir d'une photographie aérienne et à l'aide du modèle numérique de terrain et des résultats de la triangulation on crée une orthophotographie aérienne qui représente le terrain avec ses éléments de relief. Sur cette projection, on corrige les écarts créés par le relief du terrain, par la pente et les défauts de l'optique.

b) Collecte des données

La collecte des données sur photographies aériennes est une procédure qui détermine et décrit différents phénomènes naturels et humains. On parle de photo-interprétation dont les principes fondamentaux sont les suivants :

- Interprétation quantitative : quels éléments sont présents ?
- Localisation : Où se trouvent ces éléments ?
- Dimension-étendue de ces éléments

Les objets détectés doivent être ponctuels, linéaires ou polygonaux. Ils appartiennent à des catégories de relief, d'hydrologie, d'infrastructures et de recouvrement du sol...

Afin d'obtenir des informations de haute définition, on utilise des stéréocouples dont les éléments détectés sont en trois dimensions (X, Y, Z).

On a aussi développé les « clés de la photo-interprétation » afin de mieux reconnaître les éléments sur une photographie aérienne. Il y en a deux types :

- **La clé choisie.** Elle contient beaucoup d'exemples photographiques et des explications. L'expert interprète choisit l'exemple le plus proche de la photographie aérienne qu'il étudie.
- **La clé limitative.** L'interprétation passe des caractéristiques générales aux caractéristiques particulières.

Les clés de la photo-interprétation sont plus utilisées dans le cadre d'objets comme les maisons, les ponts, les rues et moins dans le cadre d'éléments comme la végétation et les types de couverture du sol. Les « clés » sont développées par rapport à la région et la saison. Aussi, les interprètes des photographies aériennes doivent-ils avoir 4 caractéristiques à l'aide desquelles ils peuvent reconnaître les objets-éléments sur les photographies aériennes :

- **Le ton de l'image** qui se réfère à la luminosité d'une région de l'image. Le ton d'une image en noir et blanc se réfère à la couleur grise et noire (pâle ou foncée). Le ton se réfère à l'intensité de la luminosité et dépend de l'endroit par rapport à l'appareil photographique. Ainsi, aux bords d'une photographie aérienne, on rencontre souvent des dégradations sombres de la couleur grise.
- **La texture de l'image** se réfère à l'arrangement et à la fréquence des variations de teintes dans des régions particulières d'une image. Ainsi, l'image d'une forêt peut avoir une texture dure, tandis qu'un lopin de terre en blé a une texture régulière.
- **L'ombre de l'image** est vraiment utile dans le cadre de la photo-interprétation des objets. L'ombre d'un édifice peut révéler des éléments concernant sa forme et son volume qui sont difficiles à détecter.
- **Le patron** se réfère à l'agencement spatial des objets visiblement discernables. Une répétition ordonnée de tons similaires et de textures produit un patron distinctif et facilement reconnaissable.

c) *Elaboration des produits finaux*

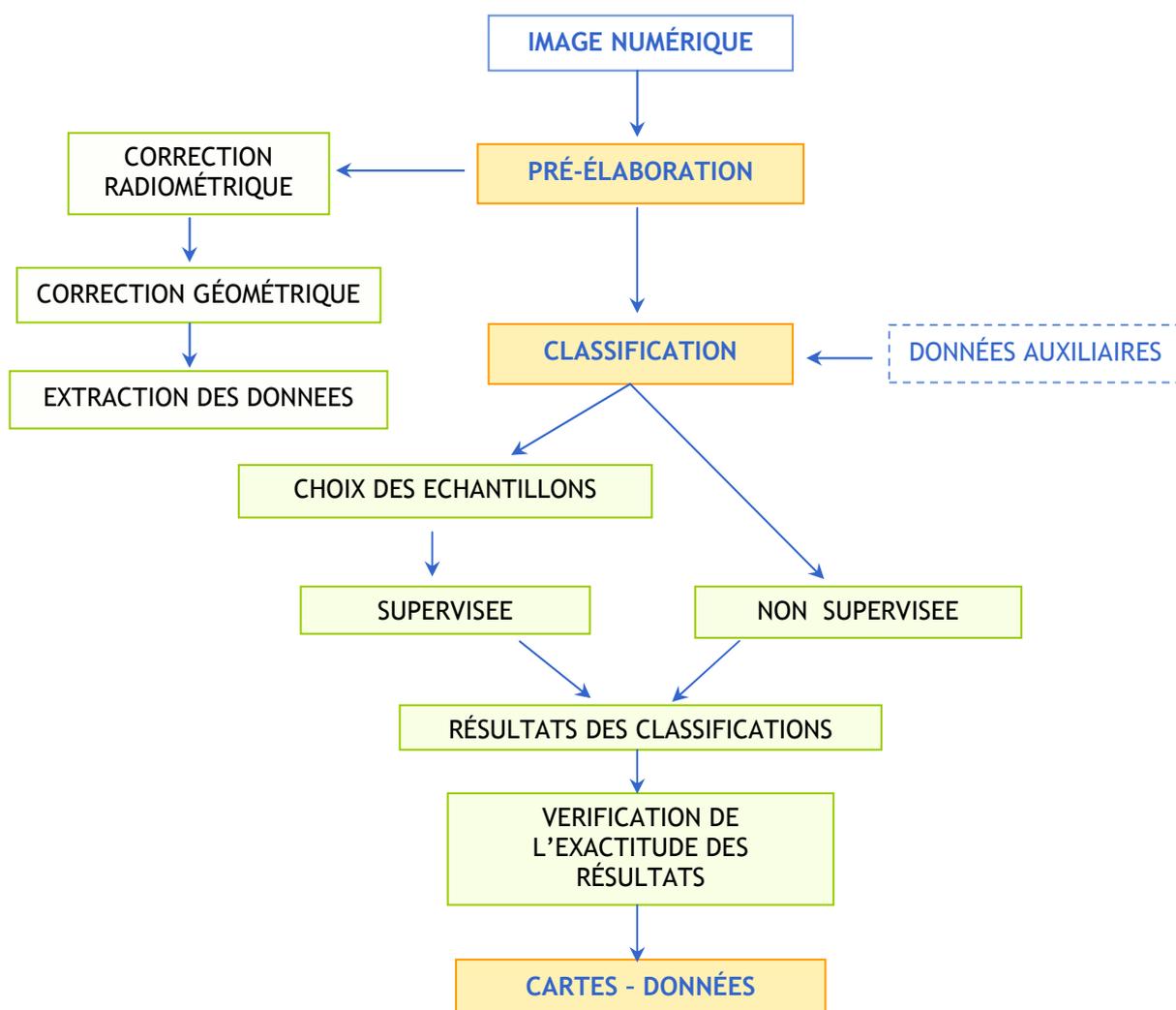
Les produits sont des cartes topographiques ou des mosaïques de cartes qui se composent d'une série de photographies aériennes verticales qui présentent les régions voisines et peuvent être unies afin de produire la mosaïque d'une région entière.

4. Recueil et Élaboration des données au moyen de l'imagerie satellitaire

En utilisant les techniques de la télédétection, il est possible d'étudier et de détecter les objets et leurs caractéristiques naturelles à travers l'examen des rayonnements qui se reflètent sur eux ou sont émis par eux (Lillesand - Kiefer, 1994). Chaque objet de la surface terrestre distribue des rayonnements particuliers, réfléchis, émis ou absorbés. L'étude de cette réponse spectrale nous permet de distinguer les objets ou d'évaluer l'information concernant la forme, le volume, les propriétés naturelles ou chimiques. En particulier, l'imagerie satellitaire nous permet de construire une carte thématique des usages et de la couverture terrestre dans la région étudiée.

Les différentes étapes à suivre sont :

Figure 6. Elaboration des images par satellite



A partir de la prise d'images par satellite, on veut produire des cartes ou/et des données par la procédure décrite ci-dessous :

a) Pré-Élaboration

Cette pré-élaboration est destinée à préparer l'analyse des images numériques.

- **Correction radiométrique de l'image**

Correction des valeurs des pixels en tenant compte des influences de l'atmosphère. Éventuelles erreurs du système d'enregistrement du satellite. La luminosité enregistrée sur chaque pixel est produite grâce à la réflexion sur la surface de la terre d'une part et à la diffusion de la lumière dans l'atmosphère d'autre part. Il y a plusieurs modèles qui corrigent les erreurs radiométriques et l'utilisateur doit décider si, et quel modèle, il va utiliser.

Question.

Quand est-ce que l'utilisateur se rend compte du fait que l'image a besoin d'une correction atmosphérique? Il s'agit d'une décision difficile puisque les résultats de l'influence atmosphérique ne sont pas toujours évidents. Souvent, on arrive à la correction à l'aide de l'élaboration statistique, de l'interprétation des diagrammes de fréquence et du manque de petites valeurs (tout près de zéro ou même zéro), quand il y a de grandes surfaces d'eau. Ou quand sur la bande infrarouge les valeurs sur une surface d'eau ne sont pas nulles.

- **Correction géométrique de l'image**

C'est la transformation de l'image satellitaire sur une échelle et des coordonnées d'un système de référence. Il y a plusieurs raisons pour lesquelles on fait la correction géométrique, comme la détection d'une région sur l'image ayant des composantes connues, la comparaison d'images à des périodes différentes, la sauvegarde de l'information qui est déduite d'après un système géographique d'information complet.

Étapes de la correction géométrique :

- On choisit le type des coordonnées : Chaque pays a son propre système de référence. Par exemple, en Grèce, on utilise le Système de référence Géodésique Hellénique (EGSA87).
- On choisit les points de référence (Ground Control Points) à coordonnées connues. Il faut que ces points soient apparents sur l'image, classifiés et invariables au cours du temps. Par exemple les carrefours, les ponts, etc.
- Ensuite, on transforme l'image d'un système de coordonnées vers celui d'une carte. Le tableau de la transformation est décrit à travers deux équations polynomiales.
- Puis, on reconstitue l'image et on introduit les valeurs radiométriques des pixels sur l'image transformée (il y a trois techniques : du voisin proche, de l'intervention diagrammique, de l'intervention cubique).

- **Extraction et Interprétation des données**

Par extraction des données on se réfère aux caractéristiques statistiques des données de l'image, comme les bandes ou la combinaison de bandes qui transmettent l'information. Dans les images multispectrales il faut analyser le grand nombre de bandes, créer moins de bandes contenant toute l'information de l'image et écarter les données contenant des erreurs ou du « bruit ». Ensuite, on peut procéder à l'interprétation manuelle de l'image. Cette procédure augmente la vitesse et réduit le coût de l'analyse.

b) Classification de l'image

En général, la classification vise à regrouper les pixels en un certain nombre d'unités spectrales qui appartiennent à quelque catégorie de couverture du sol (forêt, cultures, eau, etc.). Souvent, chaque pixel se compose d'un nombre de valeurs selon le nombre des bandes du satellite. Si on combine les valeurs des pixels, il est possible de créer des groupes de pixels identiques ; chaque groupe représente la même information.

Conformément au mode de la classification, il y a 2 grandes catégories :

- **Classifications non supervisées**

L'image par satellite est classifiée en groupes déterminés par l'algorithme (κ Means), sans savoir ce qu'ils représentent

L'utilisateur détermine ce que chaque groupe représente relativement aux couvertures et usages terrestres existant dans la région particulière.

- **Classifications supervisées**

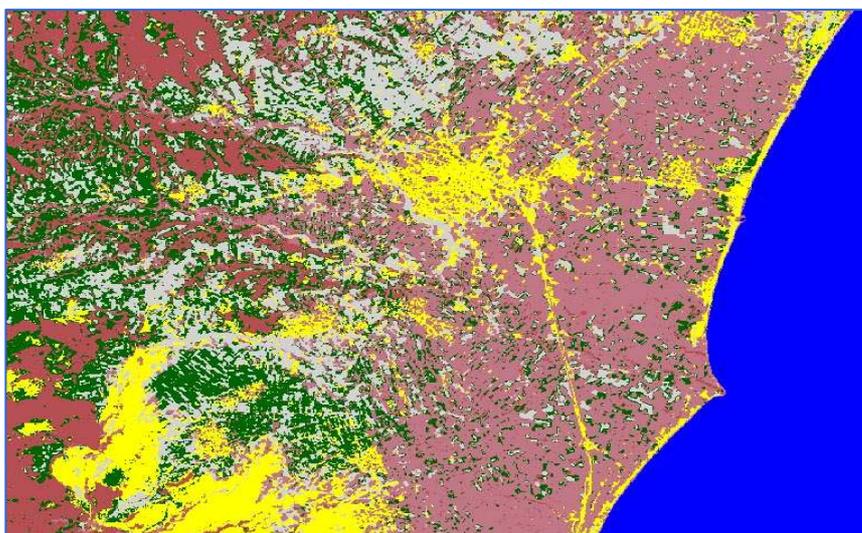
D'abord, on détermine les types-usages du sol de l'image ;

On détecte dans l'espace les régions sélectives de chaque couverture du sol (sur l'image ou/et sur le terrain) ;

On tire les signatures spectrales de chaque catégorie de couverture du sol qui a été déterminée dès le début par les régions sélectionnées.

En se basant sur un algorithme, chaque pixel de l'image (distances minimales, éventualité maximale) est classifié dans une des catégories déjà déterminées ou il n'est pas classifié.

Figure 7. Les usages terrestres qui sont apparus après la classification de l'image par satellite (région de Katerini 2000).



c) *Création de cartes*

Comme on l'a déjà mentionné, la classification de l'image satellitaire peut constituer le but principal de l'analyse en essayant de détecter les usages terrestres et de produire des cartes thématiques. Pourtant, la classification peut constituer l'étape intermédiaire au cours d'une procédure d'analyse comme: la détection de la surface aquatique à travers la classification d'une image par satellite et ensuite l'analyse de la qualité d'eau.

La production finale des cartes (après les résultats de l'analyse), dans le cadre d'un problème, doit toujours tenir en compte du public auquel les cartes s'adressent. Pour cette raison, le cartographe doit se soucier du fait que la carte doit représenter en clarté toutes les informations (comme par exemple les usages terrestres, les régions de corrosion en couleur rouge, etc.), afin que des personnes ayant peu de connaissances en cartographie puissent comprendre les cartes. Enfin, il faut faire attention au commentaire de la carte dans lequel seront expliqués tous les symboles et les couleurs.

5. Création du modèle numérique de terrain - Représentation tridimensionnelle

L'homme a toujours été intéressé par la représentation du relief parce qu'il a compris l'influence de l'altitude sur la température, la végétation et autres facteurs de l'environnement. Il a commencé à classer des données concernant l'altitude. Dès le 16^e siècle, des ingénieurs et des cartographes hollandais et français ont utilisé des lignes qui unissent des points ayant la même altitude : les courbes de niveau. Pourtant, c'est seulement pendant les deux derniers siècles qu'on a obtenu des données hypsométriques précises (Robinson et al, 1995).

Les ordinateurs, les caméras embarquées sur des satellites, les détecteurs électroniques ont contribué à la production de données hypsométriques de haute qualité ; ce qui offre de nouvelles possibilités de représentation du relief.

La représentation d'éléments tridimensionnels sur l'écran d'un ordinateur constitue une procédure nécessitant un savoir faire informatique important. Pourtant, les algorithmes utilisés lors de la représentation du relief du terrain, des pentes, de l'orientation de la région, de la hauteur des édifices sont réalisés grâce à l'évolution des processeurs. La présentation 3D concerne beaucoup d'applications scientifiques et pratiques de la vie moderne, comme la représentation visuelle et le survol virtuel d'un projet d'édifice, la simulation d'un vol sur une région hostile (militaire), le traçage du réseau routier, la délimitation des bassins versants d'où émanent les rivières. Signalons aussi des applications en urbanisme, en aménagement, pour la détermination des lieux où on peut placer des postes d'observation contre les incendies de forêts, la détermination des implantations des pylônes de la téléphonie mobile, le choix du site de construction d'un barrage en se basant sur le relief de la région étudiée. On pourrait aussi citer de nombreux autres exemples.

Beaucoup de logiciels, qui parfois se complètent, sont utilisables pour la représentation 3D adaptée à l'échelle souhaitée. On les classe en trois catégories. Ainsi, les programmes pour la projection d'objets fonctionnent sur une échelle de 1:1 afin de mieux dessiner une pièce d'un outil qui sera ensuite construit sur la base du dessin initial. Les programmes utilisés lors du dessin d'une maison et de ses éléments, comme le toit, le revêtement extérieur des murs, (...) utilisent une échelle de 1:50 ou 1:100. Enfin, les programmes de planification d'urbanisme et d'aménagement qui s'occupent de la représentation d'une ville, d'une agglomération ou d'une région utilisent une échelle de 1:1.000 ou 1:200.000. Pour dessiner les systèmes locaux d'aménagement de l'espace nous avons utilisé un logiciel qui appartient à la troisième catégorie.

Les modèles numériques de terrain (DEM : Digital Elevation Model ou DTM : Digital Terrain Model) réalisent une représentation numérique du relief, à partir du traitement des courbes de niveaux digitales (Van kreveld M., 1997). Il mobilise aussi l'analyse photogrammétrique des photographies aériennes ou des images satellitaires (Toutin, 2004 - Vassilopoulou et al, 2002 - Hirano et al, 2003).

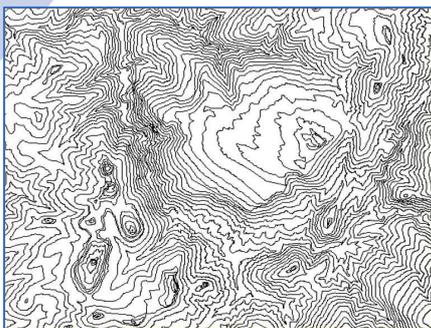
En particulier, il y a trois méthodes pour obtenir le MNT :

- acquisition auprès d'une entreprise (publique ou privée)
- construction à partir des cartes topographiques
- construction à partir de photos aériennes (processus photogrammétrique)

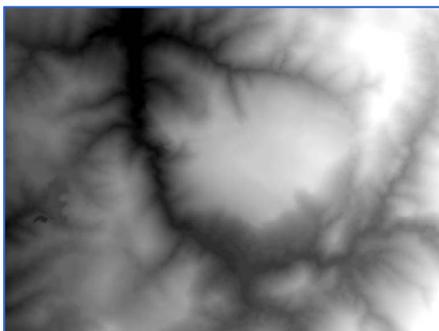
L'image suivante montre comment les courbes de niveau se transforment en un modèle numérique de terrain et affichent finalement le relief de la région en modèle 3D (territoire de Anavra).

Figure 8. Courbes de niveau, modèle numérique de terrain et modèle tridimensionnel du relief

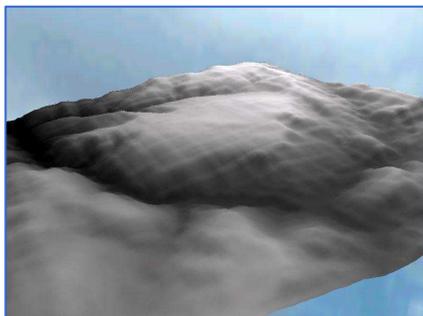
Courbes de niveau



Modèle numérique de terrain



Modèle tridimensionnel du relief

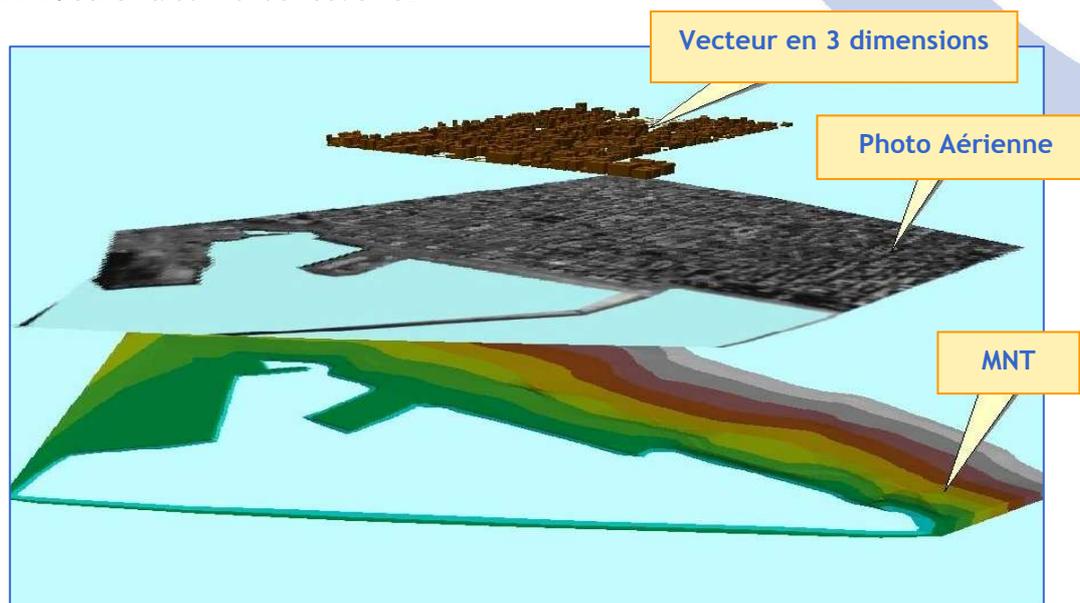


A partir du modèle 3D du relief on peut superposer des données d'imageries (images par satellite - photographies aériennes) et les éléments vectoriels (limites des régions, édifices, etc.) afin de mieux représenter la région étudiée.

Sur le schéma suivant on a combiné trois niveaux d'informations afin de représenter sous forme 3D le monde réel :

- Les édifices: sous forme vectorielle
- La photographie aérienne : Raster
- Le relief : Modèle numérique de terrain - MNT

Figure 9. Schéma du monde réel en 3D



Les modèles numériques de terrain sont utilisés pour :

- Construire des cartes d'hypsomètres, de pentes, d'orientation et de relief tridimensionnel,
- Dessiner des axes routiers et calculer les déblaiements et remblais
- Applications environnementales : localisation des régions dangereuses (érosion, prévision d'inondations, etc.)
- Applications en urbanisme et en aménagement : aménagement d'installations, modélisation de régions où on veut construire des barrages, etc.
- Améliorer la classification des images par satellite à travers l'introduction de différents éléments, comme l'altitude, les pentes et les expositions
- Applications militaires

D. CHAÎNE METHODOLOGIQUE POUR RENFORCER LA PARTICIPATION DES ACTEURS

Voilà les quatre étapes qui complètent la chaîne méthodologique:

- Création du modèle numérique 3D de base
- Enrichissement de ce socle par des informations reçues des habitants de la région
- Élaboration spatiale et contrôle des informations quantitatives - qualitatives
- Présentation et évaluation de scénarios-propositions à travers la construction de « mondes virtuels ».

1. Construction du modèle 3D socle

Afin de construire ce socle fondamental représentant la région étudiée on a besoin de deux types d'informations : hypsométrique et thématique.

La collecte des données hypsométriques se fait à l'aide des techniques de photogrammétrie numérique qui peuvent nous procurer des couples d'images satellitaires ou de photographies aériennes.

Un outil d'analyse visible de données est plus efficace quand il combine (Walter, 1997) :

- La meilleure représentation, les buts de la recherche et les types de données
- L'interaction et le dynamisme
- L'enregistrement et la distribution

Afin de construire le modèle, il faut savoir qui l'utilisera, dans quel but et à quelle échelle (niveau des détails). En plus, il faut faire attention à d'autres points comme l'étendue de la région, la nature du relief (grandes ou petites pentes), les éléments primaires disponibles comme les cartes des usages du sol, les cartes de courbes de niveaux, les photographies aériennes et les images satellitaires. Le choix correct et l'évaluation des données susmentionnées aideront à réduire le temps nécessaire pour la construction, mais aussi le volume des fichiers qui reste de toute façon élevé.

Le meilleur choix des socles (numériques ou non), des logiciels et des systèmes informatiques qui sont nécessaires pour la création de modèles 3D contribue significativement à sa construction rapide et à éviter des choix non pertinents. Ceci est très important puisqu'il en résulte un certain surcoût en argent et en temps.

Les étapes fondamentales pour la construction du modèle 3D sont :

- Approvisionnement en données analogiques et leur transformation en données numériques (cartes, photographies aériennes, etc.)
- Achat de photographies aériennes et/ou d'images satellitaires de la région étudiée (LANDSAT TM, SPOT, IRS, ASTER, IKONOS, QuickBird)
- Transformation de tous les socles sur le même système de référence géodésique
- Construction finale du modèle en superposant les socles (le modèle numérique de terrain et les images).

Afin de construire le modèle 3D on a besoin de trois types d'informations : hypsométrique, thématique et de leur synthèse. La synthèse des deux informations, à l'aide d'un logiciel spécifique, crée le paysage virtuel en trois dimensions ; ce qui nous donne la possibilité de changer l'angle sous lequel on voit le modèle, et donc d'effectuer un vol virtuel en temps réel (Orland B., 2001)

L'image suivante présente en trois dimensions une région où nous avons superposé des photographies aériennes (en noir et blanc) sur l'information hypsométrique.

Figure 10. Représentation tridimensionnelle élaborée au LER (montagne de Karditsa - 2005)



2. Enrichissement du socle par des informations fournies par les habitants

Au cours de la deuxième étape, nous avons utilisé le socle 3D de la région étudiée afin de recueillir des informations quantitatives et qualitatives auprès de différents groupes locaux représentatifs des producteurs, d'institutions locales (associations, organisations), des services publics (administration des forêts, service de l'urbanisme, etc.)

Des informations comme les lieux-dits, les zones de protections spéciales, les zones d'intérêt particulier (possibilité - difficulté d'accès par les animaux) sont enregistrées, codifiées et sauvegardées sur des bases de données géographiques numériques sous forme de SIG.

L'image suivante nous montre une région du territoire d'Anavra non accessible aux troupeaux, délimitée selon les indications des éleveurs locaux. (LER - 2005)

Figure 11. Territoire d'Anavra délimitée selon les indications des éleveurs locaux.

Région fermée



3. Présentation de la situation de la région en mode 3D

Rencontre avec les habitants de la région et présentation de la situation existante. Classification des simulations en se basant sur les caractéristiques particulières de la région.

- Représentation des éléments du paysage : Morphologie, Végétation, Eau, Infrastructures, Atmosphère, Êtres vivants
- Inscription des informations recueillies par les habitants
- Visualisation des dimensions spatio-temporelles des systèmes de production
- Représentation de thèmes spéciaux (dégradation des paysages, érosion, observations, etc.)
- Par la discussion nous pouvons enregistrer et corriger les erreurs dans la base géographique de données.

L'image suivante représente le système spatio-temporel de gestion des usages du territoire d'une exploitation familiale de Anavra, tel que décrit par le chef de l'exploitation.

Figure 12. Exploitation familiale de Anavra décrite par le chef de l'exploitation

Enregistrement du système spatio-temporel pour la gestion des usages terrestres

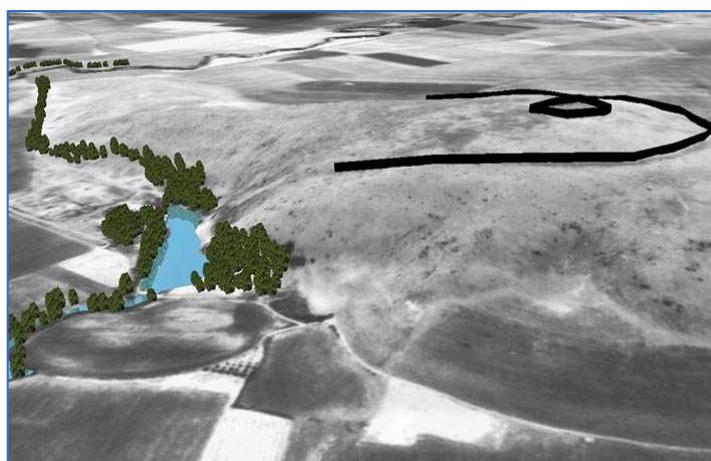


4. Autres Scénarii et propositions faits à l'aide de création de "mondes virtuels"

Les scénarios proposés par les chercheurs seront « construits » sur le modèle 3D de la région. Dans ce but, on va utiliser des modèles 3D ayant des textures différentes, comme pour repérer différents types d'arbres.

L'image suivante représente la proposition de création d'un petit lac dans une région. On a ajouté au socle 3D des éléments comme l'eau et les arbres afin de donner une vision de ce deviendrait le site après la construction du lac de Xtouri (Farsala) 2005.

Figure 13. Scénario pour la construction du lac de Xtouri



Cette autre image virtuelle représente les scénarios de construction d'un petit barrage sur la rivière Enipeas. La hauteur du barrage de retenu détermine les régions qui seraient inondées et le volume de l'eau qui serait stocké.

Figure 14. Scénario pour la construction d'un petit barrage sur la rivière Enipeas



Sur la base de ces outils et scénarios de représentation et de simulation on peut réunir les acteurs locaux et les autorités concernées pour les informer et les faire discuter des différentes options.

L'utilisation du vol simulé et de la représentation du paysage sous différentes orientations améliore encore la compréhension des propositions.



FORMATION MULTIPOLE ET PLURIDISCIPLINAIRE
EN DEVELOPPEMENT RURAL



- Chapitre 4/4 -

Processus d'élaboration de la chaîne méthodologique proposée et exemple de recherche participative



Education and Culture DG

Tempus

I. PROCESSUS D'ELABORATION DE LA CHAÎNE METHODOLOGIQUE PROPOSEE

A. CHOISIR UNE ZONE DE MONTAGNE COMME SUPPORT D'INNOVATION

De prime abord, il peut paraître paradoxal d'avoir choisi, en 1997, une zone de montagne, et a fortiori fortement réfugiée dans une activité agricole extensive, comme partenaire et support pour mettre au point des outils innovants basés des technologies avancées de représentation spatiale. En effet, restées longtemps en marge des grandes zones de production, de consommation et d'accès aux standards de la « modernité », les montagnes sont considérées comme des lieux refuges, certes attractifs pour les citadins, mais éloignés du courant innovateur de la société technicienne.

L'espace de montagne demeure le moins compétitif, notamment en matière agricole et la situation ne s'améliore pas avec le processus de mondialisation des marchés et de libéralisation des politiques. Le déclin démographique, surtout au Nord de la Méditerranée et l'abandon d'activités agricoles ont de graves conséquences sur l'environnement. Cependant des dynamiques émergent et les premiers signes de revalorisation apparaissent dans certaines zones de montagne. Ces évolutions résultent plus des préoccupations environnementales de la société et des nouveaux besoins des consommateurs urbains que de dynamiques endogènes, même si on observe des exceptions frappantes (Goussios D., 1992).

Les programmes LEADER de l'Union européenne ont permis, de façon induite, de matérialiser un début de création de valeur par et pour ces espaces de montagne. Mais, l'application de ces politiques et programmes communautaires de développement ont beaucoup moins contribué à la modernisation des systèmes et des activités liées au secteur primaire qu'à l'amélioration du cadre de vie (infrastructures, résidence, etc.) et au développement de niches d'activités liées aux nouvelles fonctions.

La multiplication de nouvelles fonctions à l'intérieur des zones de montagne, principalement liée (au Nord) à la protection de la nature, aux résidences secondaires et au tourisme, nécessite d'y repenser les modes de gestion de l'espace. En réalité, la montagne ne bénéficie des politiques d'aménagement qu'au travers des objectifs de protection de l'environnement (parcs naturels, gestion de l'eau, lutte anti-érosive,..) et le développement agricole de certains produits.

Nous avons estimé que la confrontation entre :

- une société isolée et fortement traditionnelle dans ses systèmes de production, ses pratiques techniques, sociales et organisationnelles, en déclin démographique et ayant de ce fait de sérieux problèmes d'adaptation et de durabilité
- et un assemblage de technologies fines de représentation spatiale destiné à supporter un processus participatif de diagnostic, d'inventaire et de recherche de solutions, pouvait être une opportunité de **création méthodologique** pour aborder des problématiques complexes d'aménagement et de développement territorial.

Notre parti pris et notre hypothèse de recherche étaient de vérifier que, loin d'agrandir encore l'incompatibilité entre eux, on pouvait au contraire trouver une manière idoine de mobiliser la technologie pour **établir un pont** entre les besoins d'une société locale isolée et les processus d'aménagement éligibles par les services et politiques publics.

Nous cherchons à vérifier une nouvelle fois que « *la recherche sur les marges n'est pas une recherche en marge* » ou, autrement dit, la recherche a bien besoin d'étudier sérieusement aussi les cas limites pour progresser globalement.

1. Une difficulté supplémentaire : La gestion des terres collectives

a) Crise et résistance des systèmes de gestion des terres communales

Des sociétés humaines ont produit historiquement des systèmes et des formes de gestion capables de répondre à leurs besoins et de maîtriser les contraintes de l'espace montagnard et le maintien du difficile équilibre écologique et socio-économique. Les systèmes traditionnels de production et de gestion, où l'élevage joue un rôle majeur, ont perduré, tout en s'adaptant bon gré mal gré notamment dans plusieurs régions de la Méditerranée, parce qu'ils sont d'une grande complexité basée sur une gestion articulée entre terres appropriées et terres collectives et, à l'intérieur de ces dernières, par une complémentarité entre pâturages et forêts.

Aujourd'hui, ces systèmes sont entrés en crise, crise renforcée par la rigidité des perceptions et des approches qui les ont longtemps considérés comme dépassés et retardataires.

Le traitement isolé de la forêt du reste des activités productives qui a marqué des générations de décideurs et techniciens (influencées par certaines écoles de foresterie nord-européennes) n'est plus aujourd'hui de mise, parce que :

- on sait que la survie de la forêt n'est pas incompatible avec le développement de l'élevage (Naggar M 1995),
- ces systèmes constituent un héritage précieux en tant qu'organisation des rapports interactifs entre société et espace,

Une approche plurifactorielle et pluridimensionnelle et participative s'impose pour élaborer des projets de développement locaux et même régionaux (Geray U. 1995, p44). L'intégration de la culture technique et gestionnaire d'un environnement complexe et difficile élaborée par les acteurs locaux est une nécessité pour tout projet « **d'aménagement partagé** ». Acteurs individuels et collectifs, ils doivent devenir les partenaires, à parité réelle, de toute recherche d'adaptation-modernisation.

b) Regain d'intérêt pour la gestion des terres communales

Même si le rôle et l'avenir des terres collectives préoccupent fortement les chercheurs et l'administration étatique et européenne, la conception dominante, dans plusieurs pays méditerranéens, appréhende encore l'appropriation communale comme un « obstacle à la modernisation de l'agriculture et de l'élevage ainsi qu'à l'exploitation rationnelle des ressources » et une source d'inefficacité économique (Hardin 1968). L'intégration à l'économie de ces zones où l'élevage s'organise dans un finage fortement typé par des terres « collectives » ne semble se concevoir pour beaucoup qu'au travers d'une appropriation et d'une individualisation qui se reflètent sur le paysage et dans l'absence de gestion des aménités et de l'environnement.

Mais, des études plus récentes ont évalué les conséquences du rôle étatique de la gestion des forêts et de l'appropriation privée de ces ressources (Reveret & Weber, 1994). Selon Auclair (1995), la dégradation des ressources naturelles ne résulte pas de l'appropriation communale de ces ressources comme structure foncière et système de gestion, mais beaucoup plus d'un processus historique de transformations sociales qui a été souvent marqué par l'affaiblissement des formes de régulation communale. Cette dérégulation a conduit souvent à un accès libre aux ressources par défaut d'une régulation publique reconnue et efficace.

La conception dominante identifiant le progrès de l'espace rural avec l'activité agricole de production intensive dont le rôle se limitait aux aspects technico-économiques (Braudel F. 1985) est fortement relativisée pour ce qui concerne les territoires de montagne dont le développement passe par une identification et une valorisation de leurs ressources propres de toute nature. L'apparition de nouvelles activités, la demande des produits de haute qualité,

etc. tendent à modifier radicalement les rapports entre la production et la nature, ce qui entraîne un regard nouveau sur l'utilité et les capacités de ces systèmes à répondre aux nouveaux défis.

2. Les fondements de l'aménagement des systèmes de gestion extensifs

La question de la revalorisation de ces systèmes de production extensifs impliquant souvent une gestion de terres collectives participe d'une approche plus globale décrite ci-dessus : durabilité des ressources naturelles, revalorisation des montagnes, intérêt pour des interfaces entre société locale et espace / environnement.

1. In primo, ces systèmes intéressent l'approche de la planification et du développement par leur contribution à la production de produits de qualité et dans la gestion rationnelle des ressources naturelles et des paysages. Cette qualité peut être valorisée par les projets d'aménagement dont un des principaux objectifs est de réinstaurer l'équilibre entre les écosystèmes et les systèmes de production et de gestion. Cet objectif s'est complexifié parce que dorénavant, aux pressions sur ces écosystèmes exercées par l'activité productive agricole, viennent s'ajouter celles émanant des nouvelles fonctions dévolues ou attendues de l'espace rural¹.

Cette économie de la qualité est fondée sur la spécification de ressources du territoire. Les éléments constitutifs des avantages différentiels sur lesquels le territoire va construire sa spécificité et la différenciation de son économie locale ont fondamentalement une forte dimension spatiale : ressources naturelles, paysages et qualité des biens marchands souvent reliés à des systèmes de production extensifs et de gestion collective traditionnelle.

Leur qualité ne peut être assurée que par une gestion rationnelle et efficace de l'espace. Se pose donc la question de savoir comment les systèmes de production et de gestion, extensifs et traditionnels, peuvent assurer une telle gestion dans un espace sur lequel la société locale va construire sa stratégie de développement et de spécification de ses ressources.

Une approche d'aménagement et de développement de long terme doit donc protéger, valoriser et moderniser ce qui constitue ou devra constituer le fondement de son avantage différentiel. Une telle stratégie, appuyée sur la protection de l'environnement et sur la préservation de la qualité de ces biens, pose des limites à l'intensification des systèmes extensifs de production. La gestion d'un espace où dominent des systèmes extensifs doit donc, d'une part, dépasser le seul objectif de l'exploitation optimale des ressources naturelles pour retrouver celui d'un rapport équilibré entre les activités productives ou non et la nature et, d'autre part, intégrer les nouvelles activités qui y émergent ou qui peuvent y émerger. Ces nouveaux objectifs rendent nécessaire une reconsidération de ces systèmes de production et de gestion. Regard nouveau qui semble maintenant en train de prendre toute sa place.

2. In secundo, la recherche d'un développement local et durable caractérise la valorisation de toute forme et de tout système qui est à l'interface entre société locale et espace / environnement. Par conséquent, une nouvelle approche et perception de l'aménagement des espaces de montagne, tout en étant plus constructive, doit tenir compte de la place centrale qu'avaient l'organisation et le fonctionnement des systèmes agro-sylvo-pastoraux dans la production et la gestion de l'espace.

Ce regard positif sur les formes et systèmes qui structurent le rapport entre société et espace concerne surtout la montagne où la longue et forte humanisation des montagnes

¹ Ceci explique pourquoi les actions élaborées et proposées ont tendance à être intégrées dans une logique de pluriactivité qui caractérise ces populations (Gaudray C., Sleimi A. 1995) et dans un but de différenciation de l'économie locale.

méditerranéennes se projette encore aujourd'hui, dans la relation de ces sociétés avec leurs espaces et territoires².

Se pose alors la question de savoir dans quelle mesure ces formes et ces systèmes peuvent répondre aujourd'hui aux défis du développement durable ? La forte articulation entre systèmes agraires et activités productives héritées du passé peuvent-elles intégrer aussi celles provenant des nouvelles fonctions ?

Pour ce faire le projet d'aménagement et de gestion est amené à se munir de méthodes et techniques capables d'assurer l'efficacité du diagnostic et la participation active des acteurs locaux. A partir du moment où ces systèmes de gestion hérités ne sont plus considérés comme retardataires, le producteur porteur des connaissances et des savoir-faire concernant leur organisation et leur fonctionnement, redevient lui aussi interlocuteur légitime de la réorganisation et même de la restructuration des activités agricoles. Leur coopération est indispensable si l'on veut que l'objectif de durabilité du développement inclue aussi les relations de la société locale avec son espace.

Dès la réalisation d'un diagnostic de l'espace, il ne suffit plus de déterminer les actions d'aménagement nécessaires à cette réadaptation des systèmes de gestion de l'espace mais d'afficher clairement que le but est d'obtenir la participation des acteurs locaux dans son élaboration. La recherche présuppose que toute intervention et action d'aménagement, loin d'être imposée, doit être traduite, négociée et concertée avec les populations locales et leurs acteurs élus et reconnus même lorsque ceux-ci font partie de leur diaspora.

Une telle coopération peut par des consensus et des actions appropriées rendre inutiles les pratiques d'interdictions adoptées par l'administration. Tant que l'interdiction sera imposée comme moyen pour la protection de la qualité de l'environnement, des paysages etc., il est certain qu'elle empêchera toute évolution des rapports de la société avec son espace. Toute tentative de la législation de fixer et rendre immuables les projets d'usages du sol, conduit en réalité à l'immuabilité de ces usages de sorte que toute initiative ou changement serait non seulement impossibles mais aussi suspects. Cette conception de l'interdiction semble avoir ignoré les capacités d'adaptation des systèmes de gestion même traditionnels.

B. LES ENJEUX D'UNE APPROCHE PARTICIPATIVE

1. Difficultés de mise en œuvre dans le rural profond

Les projets d'aménagement de l'espace et de gestion des terroirs dans les zones de montagne à économie traditionnelle marquée sont notoirement et globalement en crise. Plusieurs facteurs expliquent la difficulté de ces territoires de montagne, seuls ou même par la coopération intercommunale, de faire émerger des projets de territoires capables d'intégrer la vision et les dynamiques latentes de la société locale dans le cadre de stratégies de développement durable et local.

- **Facteurs de type interne comme :**
 - le relief (accidenté, petites vallées, transports difficiles en coûts et en durée),
 - la démographie (exode, vieillissement ou surpopulation), le tissu urbain (faible concentration, dispersion),
 - le découpage administratif (division des anciennes unités géographiques, unités élémentaires non viable etc.).
 - le retard pris dans la formation d'une gouvernance locale

² Aujourd'hui, ces structures spatiales et socio-économiques imprégnées par cette longue histoire deviennent objet d'étude et d'évaluation dans le cadre de recherche d'un développement plus durable pour les montagnes. Cette recherche pourrait avoir comme objectif de mettre en valeur toute forme, structure et pratique susceptible de contribuer à l'élaboration et l'application de projets de développement rural les mieux adaptés aux conditions et aux aspirations des sociétés montagnardes locales.

- **Facteurs externes déterminés par :**
 - Les perceptions des experts et de l'administration sur la montagne, la forêt et notamment sur la non efficacité des systèmes extensifs,
 - Les politiques et leurs mesures, par leurs modalités rigides d'éligibilité et d'application,
 - L'efficacité des services et des mécanismes qui oeuvrent pour le développement et la gestion de l'espace de montagne,
 - Les méthodes de diagnostic qui ont du mal à pouvoir intégrer la société qui habite l'espace local.

Dans ce contexte toute approche participative dans ces espaces est fortement conditionnée par l'opposition entre le traditionnel et le moderne, entre les intérêts individuels et collectifs, voire par une antinomie dans les façons de percevoir ces réalités spatiales. Ce conditionnement est amplifié par la petitesse de l'échelle d'observation, la particularité de ses structures foncières et spatiales, et l'insuffisance des dispositifs d'accompagnement et des méthodes utilisées.

1. La **petite échelle** est celle de l'unité géographique où s'élaborent et s'appliquent les politiques et les interventions concrètes de micro-aménagement (terroirs) et de développement local. C'est à cette échelle d'observation et d'intervention et dans un tel espace caractérisé comme marginalisé et traditionnel que la recherche se confronte à des problèmes d'approche liés à l'organisation et au fonctionnement des systèmes de production et de gestion extensifs, souvent collectifs, ainsi qu'au rôle prépondérant de la communauté dans leur organisation.

En effet, plus on descend d'échelle pour réaliser une approche participative sur un territoire de montagne, plus on a besoin de recourir, en plus des données relatives aux activités de production et de services, et des indicateurs liés au retard socio-économique et à la détérioration environnementale, à des critères plus qualitatifs liés aux formes et aux actions socio-économiques des sociétés montagnardes.

2. La particularité des **structures foncières et spatiales** explique en partie la faible participation des sociétés locales et de ses acteurs dans l'élaboration des projets d'aménagement, de gestion et de développement local. L'inadaptation des modèles mis en œuvre par les dispositifs concernés (services de vulgarisation, instituts de recherches, cadres des services, etc.) a nourri leur désintéressement pour l'existant dans ces zones rurales du sud.

Dans les communes à terres collectives, ces interventions ont été moins directes à cause du fait que les structures foncières constituaient un obstacle à l'application d'un modèle qui a comme objectif la spécialisation du système de production et de l'individualisation de l'exploitation familiale. Du démantèlement de ces systèmes traditionnels avec le temps il faut en retenir ici que les producteurs et leurs systèmes ont du évoluer face à des politiques, sinon hostiles, au moins inutiles, puisque leur intégration à tout projet de modernisation exige par exemple que l'éleveur soit propriétaire de ses terres et de ses pâturages. Ce n'est que lorsque le nombre des bêtes a constitué le critère principal de subventions (PAC) que ces systèmes de production collectifs ont commencé à « bénéficier » d'aides publiques. Mais, le problème du statut foncier des terres collectives continue d'empêcher la modernisation des élevages et des étables sur ces terres. Mais cette attribution des aides au nombre de têtes a ouvert un nouveau déséquilibre du système : l'accroissement des cheptels.

Cette application s'est imposée en excluant les producteurs de ces espaces et indépendamment du fait que ces systèmes ont toujours été organisés en usant l'ensemble du système agro-sylvo-pastoral d'un finage. Ces perceptions et ces pratiques administratives et l'absence d'actions concrètes et intégrées pour la modernisation de ces systèmes collectifs,

ont renforcé le sentiment des producteurs qu'ils s'agissaient des structures inefficaces et retardataires. Mais surtout, cette attitude a empêché l'échange de l'information et la coopération constructive entre producteurs et services, acteurs et chercheurs.

3. Le système d'encadrement technico-économique a prouvé sa capacité d'entreprendre avec succès, dans le cadre du système agricole intensif et productiviste, une certaine adaptation des structures agricoles aux exigences des marchés internationaux et une relative efficacité vis-à-vis aux actions de développement mise en place par les différentes politiques publiques. Ce même système s'est montré cependant insuffisant et inadapté pour soutenir la modernisation des systèmes extensifs de production et de gestion des pâturages dans les zones de montagne méditerranéennes. Plusieurs raisons expliquent ce résultat : d'une part, les perceptions dominantes selon lesquelles ces systèmes se considéraient comme des traces du passé ; D'autre part, à défaut de méthodes de diagnostic appropriées aux réalités spatiales et socio-économiques ainsi qu'aux dynamiques latentes de ces espaces.

L'efficacité des méthodes (diagnostic) et des moyens (cartes...) utilisés par les chercheurs et les experts dépend de l'avancement des approches participatives et du rapport état/collectivités territoriales. Ce problème apparaît plus grave notamment dans les pays où l'importation des modèles-type de développement, conçus et réussis dans les pays «développés», a été suivie de tout un dispositif (concepts, méthodes, outils etc.) destiné à supporter leur application. L'évaluation du rôle de ces dispositifs a révélé le plus souvent leur inadaptabilité face réalités spatiales des zones d'application.

Dans une procédure de transfert d'information et d'expériences qui doit être accessible et compréhensive pour les producteurs, les outils utilisés ne permettent que difficilement l'intégration de ces derniers comme acteurs et sources d'information qualitative. Les cartes, les plans de gestion des forêts offrent des supports spatiaux difficilement perceptibles et reconnus par les usagers, tandis que les méthodes utilisées lors de la réalisation des diagnostics, assurent des informations qui sont utiles plutôt pour la branche et les secteurs indirectement relatifs à l'espace comme la zootechnie, l'agronomie etc, que pour l'espace lui-même.

4. Le problème du rapprochement et de la **communication** entre acteurs et chercheurs relève des points précédents mais aussi du fait que ces deux mondes doivent interagir dans un espace et un secteur « informel » et « non intégré » où pratiques, stratégies et phénomènes sont difficilement repérés. Ce problème de rapprochement est souvent interprété comme provenant des producteurs. Mais l'analyse des rapports hérités entre administration publique et territoires de montagne vient nuancer cette interprétation.

Ces rapports hérités pèsent encore sur les relations et la communication entre observateurs (cadres administratifs, experts, chercheurs) et observés (producteurs, élus). Les experts disposent d'une connaissance insuffisante du fonctionnement de ces systèmes et de l'incompatibilité entre leurs méthodes de lecture et d'évaluation et les savoirs et les pratiques des éleveurs. Il en résulte une difficulté d'intégrer les acteurs locaux au processus participatif d'élaboration des projets d'aménagement et de développement.

Pour résorber cette distance, liée à la prégnance d'une culture orale et des modalités de gouvernance traditionnelles, il faut faire exprimer les représentations que les acteurs se font de leur territoire et se donner les moyens de représenter la territorialité de ces derniers. Parallèlement, pouvoir gérer et intégrer les intérêts individuels et collectifs, et assurer la coordination des actions, devient un objectif de grande importance si on veut équilibrer les avantages et partager les efforts de changement. Mais en même temps, il s'agit de surpasser, par une modélisation partagée, les conflits que cela révèle ou engendre à l'intérieur de la société locale.

L'intérêt porté aux rapports de la société rurale avec son espace et le besoin d'évaluer la capacité de réponse de celle-ci aux changements affectant son territoire, constituent des points importants du diagnostic.

2. Favoriser une réorganisation participative des systèmes locaux de gestion de l'espace

Dans une communauté dont le rapport avec son environnement s'établit par l'organisation et le fonctionnement de systèmes à dominante extensive, agir sur la ré-organisation d'une telle gestion n'a pas de sens sans le consentement et la participation de la société locale. Les acteurs locaux peuvent prendre en charge l'adaptation de ce système et des pratiques existantes.

Prenant en compte ces objectifs de l'approche participative de l'espace du rural profond et convaincu des difficultés de sa réalisation dans le cadre de la conduite d'une recherche, d'un projet collectif et du diagnostic de l'espace, le Laboratoire de l'Espace Rural a entrepris une recherche dans ce domaine dont l'objectif choisi et la méthodologie élaborée ont été définis de manière à répondre aux problèmes :

- d'efficacité des méthodes et des techniques d'analyse et de diagnostic de l'espace proposées et utilisées par les chercheurs et les techniciens,
- de prise en compte des connaissances et des pratiques importantes des éleveurs ainsi que de leurs problèmes de coopération entre eux,
- de rapprochement entre le monde des chercheurs, des experts et celui des acteurs locaux.

Cette problématique a conduit à l'idée de construire un outil, support d'une méthodologie interactive et d'un aménagement participatif, construit sur une représentation en trois dimensions d'un espace local et sur le survol virtuel par l'utilisation combinée du SIG et de la télédétection (Al-Kodmany 1999, 2001, 2002).

Le soutien des processus participatifs à cette échelle spatiale doit avoir comme objectif d'assurer la production et la mise à disposition d'une information reconnaissable et interprétable par la société locale de sorte qu'elle puisse l'évaluer et la valoriser. Mais, pour ce faire il faut disposer d'outils appropriés leur permettant d'utiliser cette information. Dans ce cas, il faut tendre à ce que la capacité d'appréhension de l'information soit mutuelle. D'une part, l'information de nature scientifique et technique fournie doit être reconnue et acceptée par les éleveurs qui doivent pouvoir l'évaluer sur la base de leurs propres savoirs, connaissance, savoir-faire et expériences. D'autre part, l'information issue des connaissances et expériences accumulées et transmises par tradition orale doit être valorisable par les experts.

Un tel outil méthodologique devait donc permettre la projection et l'intégration de ces deux types d'informations sur le système spatio-temporel dans lequel il faut les évaluer. Cette fonctionnalité de l'outil s'avère finalement indispensable afin que ces informations soient confrontées et valorisées des deux côtés. L'itinéraire qui amène de la représentation à l'analyse du système de gestion spatio-temporelle de l'utilisation des terres (pâturages notamment) doit constituer un fil d'Ariane qui doit permettre l'intégration successive de ces informations au niveau tant de l'organisation que du fonctionnement du système au sein de l'espace.

Dans ce cas, l'espace virtuel peut fonctionner comme un support favorisant, d'une part, la perception par des acteurs des notions scientifiques abstraites introduites et, d'autre part, la compréhension par les observateurs (extérieurs), des perceptions et des représentations que se font les producteurs de leurs rapports entre espace et système de production et de gestion. L'utilisation de la haute technologie pour construire un tel outil s'est avérée réalisable. Le défi que nous avons dû relever résidait dans la possibilité de transformer cette technologie et les techniques compliquées et d'usage professionnel en outil simple à manipuler et à utiliser. L'idée novatrice consiste en effet non pas d'offrir aux producteurs l'image construite de leur espace réel, mais de leur permettre de participer à sa construction. Une fois reconnue leur

espace à la fois réel et virtuel ils peuvent s'y appuyer pour le revêtir des informations relevant de leurs vécus et de leurs savoirs sur cet espace.

L'objectif d'un tel outil est clairement de faciliter et de soutenir l'implication active de la société locale dans le processus de diagnostic et d'élaboration des interventions de réajustements et de régulation à grande dimension spatiale.

Cet outil devrait entre autres être capable de contribuer :

- **en tant qu'outil technique**
 - à la production de représentations de l'espace et d'autres informations spatiales par les acteurs locaux en coopération avec les experts et les techniciens
 - à réaliser une identification de l'espace et une simulation utile pour l'élaboration des scénarii alternatifs,
- **en tant qu'outil méthodologique**
 - à la compréhension mutuelle et la communication efficace entre les producteurs et acteurs locaux avec des cadres extérieurs (experts, cadres de services administratifs et chercheurs),
 - au suivi de l'application du diagnostic, du projet et des actions,
 - au transfert de l'information et au respect des accords établis entre les acteurs locaux et les pouvoirs administratifs supérieurs en ce qui concerne l'environnement, la gestion des pâturages et de la forêt, etc.

La méthodologie que le *Laboratoire de l'« espace rural »* a développé participe d'une démarche idiographique attentive aux spécificités des lieux et des sociétés, à leur évolution particulière et à leur symbiose singulière, puisque nous considérons que c'est à ce niveau que nous avons besoin des méthodes capables d'approcher et d'appréhender ces spécificités et ces particularités. De telles méthodes pourraient, au travers des diagnostics exhaustifs, fournir des informations fiables et élaborées, à la démarche « nomothétique » (J.Richez-Battesti).

Ces outils techniques intégrés dès le diagnostic de l'espace ambitionnent de devenir, pour les producteurs et parties prenantes, un moyen d'expression de leurs vécus, de leurs savoirs, de leurs pratiques et de leurs représentations.

Pour ce faire il faut viser à travers l'outil lui-même à réduire l'écart entre éleveurs et chercheurs au niveau du langage et des moyens de communication utilisés par les uns et les autres, que ce soit :

- en termes de notions, figures, signes et codes mais aussi,
- en termes de techniques et d'outils utilisés (cartes, textes, tableaux...).

Or, la participation des producteurs et des autres acteurs locaux dans la représentation virtuelle de leur espace réel et vécu semble répondre à un tel objectif. Les représentations des acteurs ainsi que toute autre information fournie et interprétée par ces derniers, sont considérées nécessaires à l'évaluation et à la réorganisation de leurs systèmes de production et de gestion.

Muni d'un tel espace-support virtuel agréé par les acteurs, il est possible de faire coopérer les experts avec la société locale d'une façon beaucoup plus efficace. Si cette coopération a lieu dès la réalisation du diagnostic de l'espace, elle débouche plus facilement sur des décisions mutuellement acceptées et ouvre des relations partenariales pour la mise en place et le suivi des actions de réorganisation de la gestion de l'espace.

3. Proposition d'une chaîne méthodologique

La participation active des producteurs en tant qu'interlocuteurs et sources d'information doit débiter par une initiation aux objectifs et aux techniques du diagnostic de l'espace. Le travail de recherche entrepris par le Laboratoire de l'Espace Rural est fondé sur le parti pris que l'utilisation pour ce faire de nouvelles méthodes et techniques cartographiques, avec apport

des nouvelles technologies, contribuera à l'expression des représentations de la part des acteurs locaux concernant leur espace réel et vécu.

Cette expression sera d'autant plus facilitée par l'élaboration chemin faisant d'une méthodologie interactive et coopérative entre acteurs et chercheurs. Elle commence par proposer une représentation de l'espace réel faisant place aux acteurs et se termine par une cartographie commune, outil pour un aménagement participatif.

Dans la première phase, la restitution concerne le passé et l'actuel.

Dans la deuxième phase, qui apparaît comme la plus difficile, « il s'agit de construire et de représenter le virtuel : ce qu'on pourrait faire » (Levy J. 2002).

Dans notre cas, il s'est agi de reconstituer aussi fidèlement que possible l'espace réel d'un finage ou d'une zone plus large avec l'aide des nouvelles technologies.

Cette reconstitution a été réalisée en trois phases :

a) Construction de l'image virtuelle

L'objectif consiste en ce que les producteurs puissent :

- reconnaître leur espace,
- réagir,
- pouvoir y projeter tout signe, site, lieu et itinéraire significatif pour leur vie sociale et leurs activités productives, toute expression et sentiment d'évaluation et de caractérisation permettant de comprendre leur choix, leurs décisions, leurs attitudes et leurs comportements.

Ces images chargées de signes reconnus par les producteurs et les acteurs locaux deviennent fonctionnelles par le recours aux nouvelles technologies et la construction d'un outil au fur et à mesure que les producteurs sont intégrés aux différentes étapes de la recherche et/ou la réalisation du diagnostic de l'espace.

L'outil qui projette ces images nous permet de les utiliser soit comme un miroir de l'espace réel, donc lisible par les habitants, soit comme un fond (support) qui, par superposition des éléments d'informations d'en bas, peut assumer une série de fonctions essentielles à la maîtrise de l'espace terrestre : visualiser, se repérer et naviguer, aménager l'espace, exploiter/protéger les ressources, etc. Dans les deux cas, l'image constitue une médiation entre les producteurs-acteurs et leur espace. (Torricelli, 2002).

Ce premier outil de l'image de l'espace réel peut être utilisé comme un moyen de rapprochement, de communication et de négociation entre producteurs et chercheurs. Pour cette raison, le support de l'espace réel offert l'image satellitaire, nous permet d'éviter ou maîtriser les effets dans un premier temps, des opérations classiques caractérisant toute forme de communication cartographique qu'est la sélection (des objets qu'on estime, nous chercheurs, importants mais dont la réalisation brouille l'image et affaiblit la capacité du producteur à participer aux phases suivantes, celles de l'analyse de l'actuel et de la construction du virtuel), la réduction et la codification (transformation des objets en signes et symboles) (Torricelli G.P. 2002).

b) L'image chargée d'informations spatiales

La réalité topographique que présente l'image chargée d'informations spatiales, devient le fond de la carte dès que l'information se réfère à la qualification des structures, des systèmes, aux valeurs spatiales (localisation) et temporelles (anticipation), et peut même contribuer à la restitution des organisations socio-économiques (système de gestion des pâturages sous statut collectif). La combinaison des informations topographiques et thématiques offertes par les usagers de l'espace, contribue à faire exposer des phénomènes caractérisant l'organisation et la valorisation de l'espace comme d'ailleurs leur distribution, et aboutir ainsi à la construction de la « carte thématique ».

Sur ces supports d'images on peut en effet entreprendre la restitution de l'organisation des systèmes de production et de gestion et, par conséquent, des rythmes et des temps de leur fonctionnement. Les éléments visibles de ce système (itinéraires de conduite des troupeaux, localisation, bâtiments, réseau routier) structurant cet espace, constituent des points significatifs à repérer tant pour l'observateur que pour le producteur. En restituant l'organisation et le fonctionnement de l'ancien système de pâturage, en tant qu'organisation socio-économique, on peut suivre et comprendre son évolution et les conséquences des changements significatifs intervenus pour la cohérence du système (affaiblissement, résistance, bifurcation) et l'organisation de l'espace.

Or un tel objectif de recherche a besoin des techniques qui nous permettent le va et vient entre l'image de l'espace réel reconnu par l'éleveur et la carte construite par l'ensemble des observateurs et des observés, moins repérable et lisible et plus abstraite par rapport à la première. Cette démarche peut parallèlement nous amener à connaître :

- les représentations sociales,
- les stratégies des acteurs à l'intérieur de l'espace géographique, ainsi que
- les pratiques autour de l'usage des pâturages, les règles à respecter etc.,.

L'objectif primaire reste ici de bien cerner les confrontations entre le collectif et l'individuel.

c) Passage à la carte codifiée et abstraite

Selon Torricelli (2002) la valeur d'une carte provient plus de sa conception que de sa technicité. C'est notre problématique de départ, les bonnes questions posées et les hypothèses bien énoncées guident la construction de la carte. La technicité intervient non pour se substituer à celles-ci, mais pour faire de l'image un fond non de carte mais bien avant, un fond sur lequel on entreprendra la transition de cette image en carte.

Il est important ici que cette transformation soit réalisée sans que sa conception échappe aux producteurs. Pour ce faire les producteurs et acteurs doivent pouvoir continuer à participer activement à toutes les phases du passage de l'image réelle à l'image chargée d'information spatiales et enfin à la construction de la carte.

Cet itinéraire méthodologique doit faciliter l'intégration des producteurs dans des procédures qui doivent conduire à une seconde étape plus difficile concernant leur coopération avec les chercheurs. Cette étape est caractérisée par la construction des cartes dont le degré d'abstraction par rapport à l'image de l'espace réel, serait de plus en plus important suivant le passage de la définition du problème vers la structuration des processus décisionnels.

En effet, le passage de l'image à une carte codifiée doit se faire à travers d'un processus d'apprentissage au cours duquel producteurs, chercheurs et techniciens doivent acquérir la capacité de définir des codes communs, c'est-à-dire des clés identiques pour l'interprétation des symboles. Si la carte produite à la fin de ce processus est lisible et interprétable de deux côtés, cela diminuera les effets d'incompréhension liés à l'abstraction que nécessite une projection dans le futur. Il peut aussi diminuer le risque de rejet des actions liées à l'aménagement ou au développement du territoire en question.

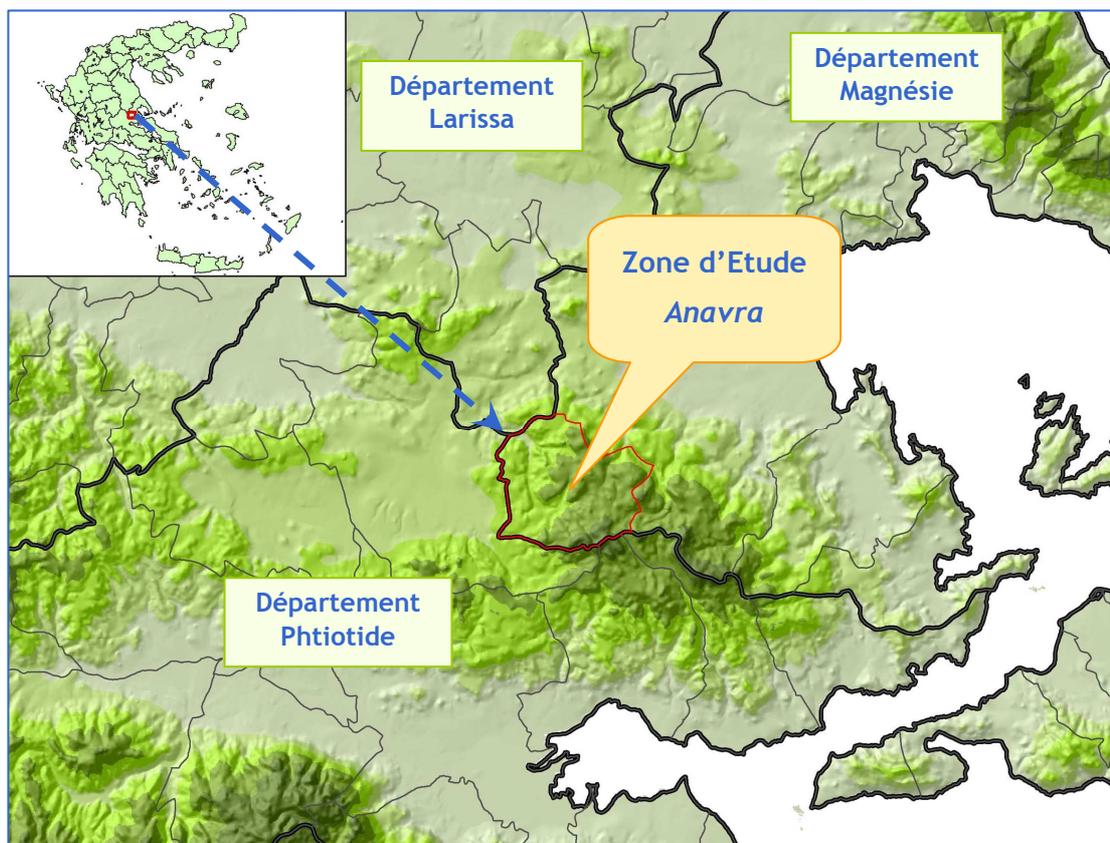
L'ensemble de cet itinéraire méthodologique correspond en réalité à un processus et à une procédure de co-construction et de co-utilisation de l'outil entre observateurs et acteurs au sein d'une méthodologie coopérative, ce qui constitue son principal élément novateur.

II. LA RECHERCHE PARTICIPATIVE MENEES AVEC LA COMMUNAUTE DE MONTAGNE D'ANAVRA - GRECE CENTRALE

A. LA COMMUNAUTE D'ANAVRA

La communauté d'Anavra se situe en Grèce centrale (Département de Magnésie) et a constitué le champ d'application de l'outil méthodologique innovateur concernant l'aménagement de l'espace au moyen de la construction et de l'application du modèle tridimensionnel (voir la carte ci-dessous). Il s'agit d'une région montagneuse qui s'étend sur 13.200 hectares à l'intérieur de laquelle on rencontre plusieurs changements de relief importants. Les terres cultivables sont situées à une altitude de 500m environ, alors que les pâturages occupent les régions à l'est de l'agglomération vers 1600m. La communauté compte à peu près 600 habitants et 120 exploitations d'élevage qui élèvent un cheptel important en systèmes extensifs de production. Plus précisément, on y recense 4.000 bovins, 12.000 caprins et ovins et 4.000 porcins. La communauté d'Anavra constitue un cas représentatif des régions montagneuses ayant à faire face aux problèmes dus à la surexploitation des pâturages, perçue par les habitants qui sont donc poussés à apporter des changements dans l'aménagement des différentes zones d'occupation du territoire.

Figure 1. Situation de la commune d'Anavra



B. PROCESSUS DE PREPARATION DE L'OUTIL

La méthodologie et le processus d'élaboration comprennent **trois phases principales successives** :

- **La connaissance du terrain**

La communauté et le territoire objets de l'analyse sont préalablement étudiés par des techniques « classiques » de diagnostic rapide d'un système agraire localisé : analyse de la bibliographie, approche historique, analyse de paysage, recueil de données par enquêtes de terrain, interviews, etc. L'objectif est de disposer d'une connaissance suffisante de la commune, de son organisation et de ses rapports à l'espace, pour proposer un premier diagnostic structuré des problèmes rencontrés et établir une problématique de recherche relative à la gestion de l'espace.

Plus précisément cette phase de la recherche s'est focalisée sur :

- La société locale, les familles, les exploitations familiales, les systèmes de production agricoles et ruraux,
- La gestion spatio-temporelle des divers types d'espaces de la commune et sur les systèmes de pâturage compte tenu de l'importance des activités et des systèmes d'élevage pour cette communauté.

- **L'élaboration du modèle tridimensionnel**

Cette élaboration a été réalisée en tant que représentation spatiale avec l'objectif d'être en mesure non seulement d'associer les producteurs et les acteurs locaux dans le processus mais aussi de valoriser et d'incorporer leurs connaissances du terrain et leurs manières de se représenter leur propre espace de vie et de production.

- **L'utilisation de l'outil 3 D**

Cet outil étant construit dans ses grandes composantes technologiques, il est utilisé en interactivité pour recueillir des données et informations provenant des acteurs et producteurs et notamment leurs pratiques et des éléments de leur vécu.

Nous disposons ainsi d'un modèle de territoire « à dire d'acteurs » qui permet d'aborder les étapes participatives suivantes :

- renforcer la collaboration entre groupes de travail mixtes (chercheurs, acteurs, producteurs, responsables d'administration,...),
- obtenir ainsi un diagnostic le plus partagé possible sur les problèmes, les voies de solution et les scénarii envisageables,
- permettre une intégration des points de vue et intérêts pour favoriser une décision commune et des engagements réciproques entre acteurs concernés par la gestion des systèmes de production et l'aménagement du territoire.

1. PHASE 1 : Méthodologie appliquée sur et avec la communauté d'Anavra afin de repérer les unités territoriales

a) Présentation - Diagnostic du problème. Capacité de pâturage d'une zone. Aménagement des pâturages

La commune d'Anavra a été choisie, d'une part, parce que représentative des régions de montagne dans lesquelles la grande majorité du territoire est pentue et sous statut collectif et d'autre part, pour la volonté exprimée des villageois de trouver des issues à leur situation dont ils pressentent la non durabilité.

L'évolution de l'élevage dans les régions semi-montagneuses est la conséquence de :

- la politique nationale (1960s) de promotion de la culture de blé (défrichement aux dépens des pâturages et des prairies)
- le développement des cultures irriguées dans les parties basses (10 % des terres) des communes de semi-montagne. Ce qui prive les zones d'élevage de pâturages d'une importance vitale pour l'organisation de leur système de production et ses besoins en aliments et même en ressources humaines.
- l'abandon des villages comme lieu de résidence au profit des petites villes (par ex à Anavra, perte de 47 % entre 1961 et 91)
- l'absence de micro-politiques d'aménagement rural
- la diminution du prix des céréales imposée par la PAC (fin 1980s- début 90s),

Les systèmes agricoles et surtout d'élevage en semi-montagne s'extensifient car les systèmes de conduite doivent s'adapter aux nouvelles contraintes. Faute d'accès aux zones irrigables et en l'absence de cultures fourragères, les troupeaux doivent monter exploiter les pâturages d'altitude plus tôt dans l'année (au paravant fin mai et désormais en avril), provoquant un surpâturage de ces zones fragiles et un retour des troupeaux dans les villages plus précoce en automne.

Ce processus est encore très aggravé par la multiplication du cheptel total du village, en bovins principalement ; plus de troupeaux, de taille unitaire plus grande, des animaux plus exigeants en alimentation car souvent croisés avec des races plus lourdes.

Les primes européennes attribuées à la tête de bétail sans aucune exigence de rendement génèrent cet effet pervers sur l'élevage méditerranéen, souvent démontré et dénoncé.

Toutes ces évolutions engendrent un véritable cercle vicieux de causalités qui se traduit par des problèmes, souvent conflictuels, de gestion des pâturages sous statut collectif et indivis, et même à propos des parcelles en propriété (faute de clôtures efficaces). De plus, cette extensification et ce surpâturage généralisé ont des effets environnementaux de plus en plus sévères et tendant vers l'irréversibilité (érosion, inaccessibilité de pans entiers de territoires, reforestation).

b) Analyse des exploitations rurales - Cartographie des terrains

- **Typologie de l'espace**

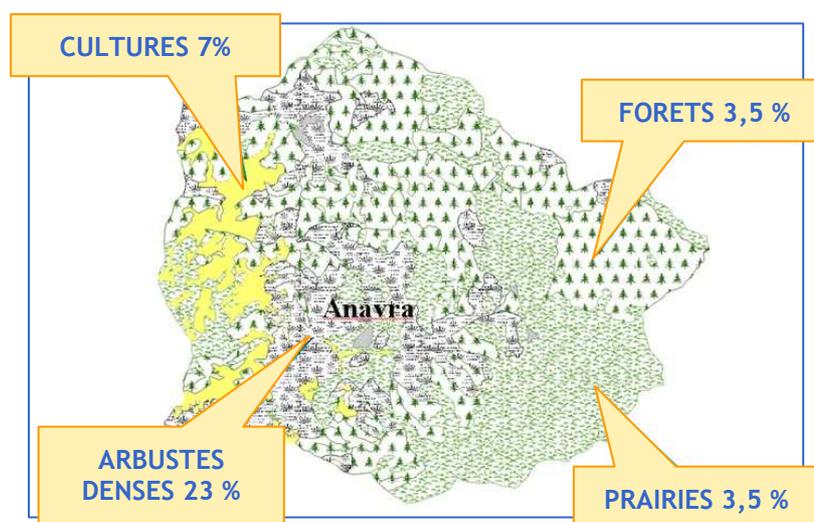
L'identification des éléments s'est basée sur l'utilisation de documents bibliographiques et sur des éléments ayant une référence géographique, comme par exemple : la pente, la cote, l'utilisation des sols, le statut des terrains (privés ou collectifs). Nous nous sommes basés sur les unités géographiques et ainsi nous avons procédé à une typologie des lieux afin de déterminer les unités qui sont territorialement organisées de manière similaire :

- Les unités territoriales qui sont influencées par un point (une ville) ou un axe (une ville - centre de récolte de produits ruraux)
- Les unités géomorphologiques et climatologiques qui sont influencées par des éléments naturels (le relief, l'hydrologie, la pluviométrie, la température, etc.)
- Les unités déterminées comme zones de dégradation, zones réglementairement protégées, etc.)
- Les unités culturelles, les zones d'usage pratique et traditionnel ou des réseaux atypiques
- Les unités économiques
- Le statut foncier
- La politique rurale
- L'exploitation des sols
- Le système de production. Spéculations, techniques et pratiques utilisées.

- **Catégorisation des usages ruraux et des systèmes agricoles**

- Champs moissonnés, abandonnés ou qui tendent à l'abandon
- Cultures : le blé domine. Une zone est utilisée pour le pacage
- Terres en friche : des fougères, des arbustes, des genêts, des régions fermées (où les animaux n'ont pas accès). Les terres en friche sont utilisées pour le pacage des cochons, celles ayant une pente importante sont abandonnées.
- Pâturage d'été : la qualité et la quantité de l'herbe au printemps. Des méthodes pour la protection des troupeaux qui se différencient selon l'éleveur. La durée de pacage dans chaque zone de pacage.
- Forêts : les essences d'arbres jouent un rôle significatif dans l'économie locale. Les chênes et les châtaigniers sont utilisés comme nourriture pour les cochons.

Figure 2. Occupation du sol de la Commune d'Anavra



- **Intégration des nouvelles technologies dans ce projet**

Il est impossible de détecter toutes les catégories de terrains. Les structures les plus fréquentes sont les suivantes :

- De grandes catégories dans l'espace (installations - terre en friche - forêts - cultures)
- Exploitations agricoles des terres (cultures irrigables ou non, surfaces, terrains en pente, herbacés ou en friche, forêts)
- Géométrie des parcelles et lopins de terre
- Répartition des installations rurales (dispersion-densité, présence d'agglomérats d'élevages).

2. PHASE 2 : Construction de l'outil tridimensionnel appliqué au cas d' Anavra

La méthodologie retenue pour cette seconde phase est basée sur :

- des recherches de laboratoire concernant les différents types d'imagerie satellitaire et de photos aériennes
- l'élaboration du modèle tridimensionnel

a) Méthodologie de construction du modèle tridimensionnel

La construction du modèle présuppose la connaissance par l'utilisateur, du but et de l'échelle de détails. Cependant, il y a aussi d'autres éléments importants auxquels il faut prêter attention : l'étendue de la région, le relief (grandes ou petites pentes), les éléments primaires disponibles comme par exemple les cartes d'exploitation des sols, les cartes hypsométriques, les photographies aériennes, les images satellitaires. La sélection et l'évaluation correcte des données précédentes peuvent contribuer à la réduction du temps utile pour la construction, mais aussi celle du volume des fichiers qui, comme nous allons le voir, reste énorme.

En outre, il faut bien connaître les modèles (numériques ou non), les logiciels et les systèmes informatiques, qui sont nécessaires pour la construction du modèle tridimensionnel. Toutes ces connaissances contribuent à l'organisation du projet et en particulier à sa construction rapide (les programmes de traitement d'images satellitaires ou de photographies aériennes, comme ERDAS, supposent un ensemble de traitements bien déterminé).

Concrètement pour la région d'Anavra, nous avons utilisé :

- Des données : photographies aériennes, images satellitaires, informations hypsométriques, points photo stables à coordonnées connues.
- Des logiciels : ERDAS Imagine 8.4. et le digitaliseur CONTEXT (pour le balayage des photographies aériennes).
- Système informatique : un ordinateur à deux processeurs (400MHz chacun), RAM de 512MB, deux disques durs SCSI de 12GB et 18GB respectivement et un écran de 21".
- En plus, nous avons utilisé un scanner aux dimensions A0 d'une capacité de balayage de 400dpi.

Vous trouverez ci-dessous un rapport approfondi des techniques qui ont été appliquées et des phases qui ont été suivies pour la construction du modèle tridimensionnel du territoire d'Anavra.

Les phases fondamentales pour la construction du modèle sont les suivantes :

- L'approvisionnement des données analogiques et leur transformation en données numériques (cartes hypsométriques, cartes, photographies aériennes, etc.)
- L'achat d'images satellitaires de la région (LANDSAT TM, IRS, IKONOS)
- La transformation de toutes ces informations et leur incorporation dans un système de référence
- La construction finale du modèle : pose du modèle du terrain sur les images.

b) Collecte des données

• Cartes hypsométriques

Au début, nous nous sommes procuré les cartes 1 :5.000 (1983) du Service Géographique de l'Armée. 16 cartes couvraient toute la région et contenaient des cartes de courbes de niveaux dont l'information hypsométrique (équidistance de 4 mètres) et aussi des rues, des lieux-dits et des cours d'eaux. Dans ce but, nous avons utilisé un digitaliseur aux dimensions A0 (84,1 x 118,9). Il fallait faire très attention à l'équidistance que l'on devait présélectionner. Une équidistance basse aurait été équivalente à une longue période de digitalisation et à un énorme volume de données, alors qu'au contraire, une équidistance haute n'aurait pas donné le résultat désiré du point de vue de la précision du relief. Ainsi, nous avons fait des essais sur une petite région dont le relief était important et nous avons trouvé qu'une équidistance de 20 mètres était la plus satisfaisante au niveau du rendu des détails.

La seconde phase a consisté à élaborer le système projectif des modèles. Le système de référence des tableaux était en HATT. Tous les modèles devaient être transformés selon le Système de référence Géodésique Hellénique 1987 (ΕΓΣΑ87), qui représente le territoire hellénique avec plus de détails en comparaison avec les modèles projectifs existants. En utilisant le manuel de transformation de HATT en ΕΓΣΑ87 du Service Géographique de l'Armée, nous avons pu trouver les coefficients du polynôme et nous avons créé (à l'aide du logiciel de Microsoft Excel) un programme de transformation d'un point aux coordonnées initiales HATT x, y en ΕΓΣΑ87 x', y' .

Ensuite, nous avons posé chaque tableau sur le digitaliseur et à l'aide de ERDAS, nous avons sauvegardé les cartes de hauteur égale d'une équidistance de 20 mètres. À la fin de la digitalisation, le fichier comportait des lignes (vecteurs), chaque ligne donnait une information hypsométrique. Puis, nous avons dû transformer le fichier en un modèle numérique de terrain. Donc, nous l'avons transformé en trame, où chaque pixel du terrain représentait une information hypsométrique. Le processus de transformation s'est fait selon un sous-programme spécial d'ERDAS. Ainsi, nous avons créé le relief de la région examinée (massif géographique).

• Photographies aériennes

L'Organisme qui nous procure de façon fiable, depuis 1945, les photographies aériennes de la plupart des régions helléniques est le Service Géographique de l'Armée (ΓΥΣ). Plus particulièrement, le matériel concernant la communauté d'Anavra se référait aux dates suivantes : 1945, 1960, 21/5/1982 et 15/6/1999. Nous avons fait une commande concernant ces quatre dates. L'échelle et la qualité des photographies aériennes variaient selon la date. En 1945 et 1960, la qualité n'était pas très bonne et l'échelle était de 1 :40.000. En 1982, les photographies aériennes (1 :40.000) étaient de bonne définition. En 1999, la qualité et la définition étaient excellentes et l'échelle était de 1 :5000.

Alors, afin de procéder à l'élaboration, nous avons choisi les photographies aériennes de 1982 et de 1999. La région d'Anavra (d'une étendue de 13.200 hectares) a été couverte par 25 photographies aériennes de 1982 de revêtement sériel 60% et latéral 30%. Les photographies aériennes de 1999 couvraient la plus grande partie de la communauté (72 photographies aériennes au total, de revêtement sériel 40% et latéral 15%). L'élaboration des photographies aériennes de 1982 et 1999 s'est faite selon les phases suivantes :

- Transformation de format analogique en format numérique en utilisant un scanner
- Création d'orthoimages de la mosaïque de toute la région

La transformation des photographies aériennes en format numérique a constitué un travail difficile et plusieurs points demandaient toute notre attention. À cause de la différence d'intensité de l'éclairage des photographies aériennes et des dates, il a fallu régler, à l'aide du scanner, la luminosité, l'intensité et le contraste de chacune afin d'éviter des contrastes intenses. Le niveau d'analyse du balayage était très important et dépendait de plusieurs facteurs, comme les caractéristiques techniques du scanner, l'échelle des photographies aériennes et la capacité disponible de sauvegarde. Une analyse supérieure de balayage (DPI) offre une meilleure définition de l'image, mais en même temps elle crée des fichiers de volume énorme. Ainsi, il a fallu trouver la meilleure relation entre la qualité et l'espace de sauvegarde. Après certains essais, les photographies aériennes de 1982 ont été scannées à 800DPI et chaque photographie a occupé environ 50MB, tandis que les photographies aériennes de 1999 ont été scannées à 400DPI et chaque photographie a occupé 30MB. Ensuite, toutes les photographies aériennes ont été élaborées à travers ERDAS. En particulier, elles ont été transformées de format TIFF en format IMG (ERDAS).

Chaque photographie aérienne devait porter les coordonnées du système projectif de référence ΕΓΣΑ87, il fallait aussi corriger les anomalies de l'appareil photographique et du relief afin d'avoir une orthophotographie (Cambell J, 1996). Ce processus exige la collection des points de contrôle du terrain à luminosité stable, aux coordonnées connues et reconnues sur les photographies aériennes, à l'aide du « Global Positioning System (GPS) ». Après avoir visité la région examinée, on détermine sur place 40 points de luminosité stable par précision d'un mètre. Aussi, le Service Géographique de l'Armée nous a procuré des éléments

concernant les appareils photographiques des deux dates : la distance focale, les distorsions du verre, les coordonnées du film (rapport de calibrage). Ensuite, à l'aide du logiciel d'élaboration d'images par satellite ERDAS Imagine 8.3.1. et à l'aide de la détection des points de contrôle au sol (PCS) sur l'écran d'un ordinateur, nous avons procédé au travail détaillé et chronovore afin de transformer toutes les photographies aériennes en ortho-photographies. En même temps, nous avons fait des corrections supplémentaires en ce qui concerne leur luminosité.

Pendant la phase finale, nous avons associé toutes les photographies aériennes (mosaïque) par époque. La réussite d'une mosaïque dépend de la précision de la correction géométrique au cours des phases précédentes. Pourtant, souvent, à cause d'une mauvaise précision, les mêmes régions des photographies aériennes ne coïncidaient pas ; ce qui nécessite un deuxième travail pour corriger géométriquement certaines photographies aériennes. Ensuite, à l'aide d'un sous-programme d'ERDAS (mosaicing tool), nous avons construit pour chaque date les mosaïques. Cependant, il n'était pas possible d'introduire et d'élaborer les 30 photographies aériennes de 1982 et les 70 autres de 1999, à cause du volume des données. C'est pourquoi, les mosaïques ont été faites graduellement ; une mosaïque pour dix photographies aériennes. Les produits finaux sont :

- la mosaïque des ortho-photographiques de 1982, d'un volume de 250MB et de résolution spatiale 1 x 1 mètre.
- la mosaïque des ortho-photographiques de 1999, (700MB et 0,8 x 0,8 mètre)

• Images satellitaires

Nous avons choisi des images de satellites cartographiques pour cette région. Grâce à des recherches précédentes, nous possédions déjà certaines images et de plus nous en avons acheté d'autres plus récentes. Les matériaux rassemblés consistaient en images : a) LANDSAT TM : 25/5/1986, 3/7/1993, 14/7/1997, b) IRS : 29/6/1998, 6/8/1998 et c) IKONOS : 19/5/2000.

• Cartes thématiques

Tout le matériel trouvé concernant la région examinée a été transformé en format numérique et nous l'avons sauvegardé pour un usage éventuel futur. Tel est le cas de la carte des usages du sol (forêts, pâturages, terres cultivables, terres improductives) qui a été créée en 1993 (échelle : 1 :20.000) dans le cadre du projet de gestion (Service d'Administration des Forêts de Almyros, 1992). Aussi, il faut ajouter des éléments recueillis lors du recensement du Service National des Statistiques, de 1991, concernant le nombre des familles, la pyramide des âges, le nombre et le type des exploitations.

c) Transformations géométriques des images obtenues par satellite

Toutes les images satellitaires devaient subir certaines transformations géométriques pour qu'elles soient géodésiquement présentées sur le système projectif ΕΓΣΑ87, comme nous l'avons déjà fait avec les cartes hypsométriques et les photographies aériennes. La transformation s'est faite sur le logiciel ERDAS à l'aide d'une transformation linéaire. Dans ce but, nous avons utilisé des points de contrôle au sol aux coordonnées connues. La différence de résolution spatiale entre les images panchromatiques et multispectrales a créé le besoin de recueillir différents points de contrôle au sol. Plus particulièrement, il était impossible de détecter un point choisi sur l'image avec une résolution de 1 x 1 mètre (IKONOS), sur l'image avec une résolution de 30 x 30 mètres (LANDSAT). Par conséquent, on a eu recours à une

procédure détaillée et difficile en tenant compte du fait que l'écart acceptable des corrections géométriques devrait être inférieur à la dimension du pixel. Après transformation des images selon le système ΕΓΣΑ87, nous en avons contrôlé la précision.

Le logiciel ERDAS nous offre plusieurs méthodes afin de faire ces contrôles. Une méthode se base sur l'ouverture simultanée de deux ou plusieurs images à différentes fenêtres et sur le contrôle des coordonnées de différents points au sol. Une autre méthode consiste dans le contrôle de chaque image séparément des points au contrôle au sol en se basant sur une autre source comme le GPS, les cartes, etc. En suivant surtout la première méthode, qui est moins longue, et dans le cas où l'on avait des éléments de la deuxième, nous avons trouvé que les images présentaient une précision satisfaisante.

d) Construction finale du modèle

Après avoir transformé toutes les données en format numérique et selon le même système de référence géodésique, la phase finale a consisté en la composition et la construction du modèle tridimensionnel recherché de la région. À l'aide des deux types de modèles fondamentaux, a) le modèle numérique de terrain (MNT-information hypsométrique) et b) l'information thématique (photographies aériennes, images satellitaires), nous pouvions représenter la région grâce au logiciel ERDAS. Il faut mentionner ici que nous ne savions pas au début si le résultat visuel issu de différentes images satellitaires serait fonctionnel et c'est pour cette raison que nous avons fait des essais.

Initialement, nous avons utilisé les images satellitaires LANDSAT TM. Mais, comme nous l'avons déjà cité, ces images sont d'une résolution spatiale moyenne (30 x 30 mètres pixel) et par conséquent leurs résultats visuels sont décevants. À cause du relief important combiné à une grande variété de recouvrements du sol sur une petite étendue, nous ne pouvions pas discriminer nettement les objets et les éléments territoriaux sur cette image satellitaire.

Ensuite, nous avons utilisé l'image satellitaire IRS du satellite indien (image panchromatique et résolution 6x6 mètres) qui nous a aidé à représenter plus nettement la région qu'avec l'image LANDSAT TM. Cependant, nous avons de nouveau constaté que cette image n'avait pas la précision désirée. Nous avons confirmé cela par un test effectué au Laboratoire de l'Espace Rural du Département d'Aménagement par les habitants de la région qui ont éprouvé de la difficulté à détecter même leur village.

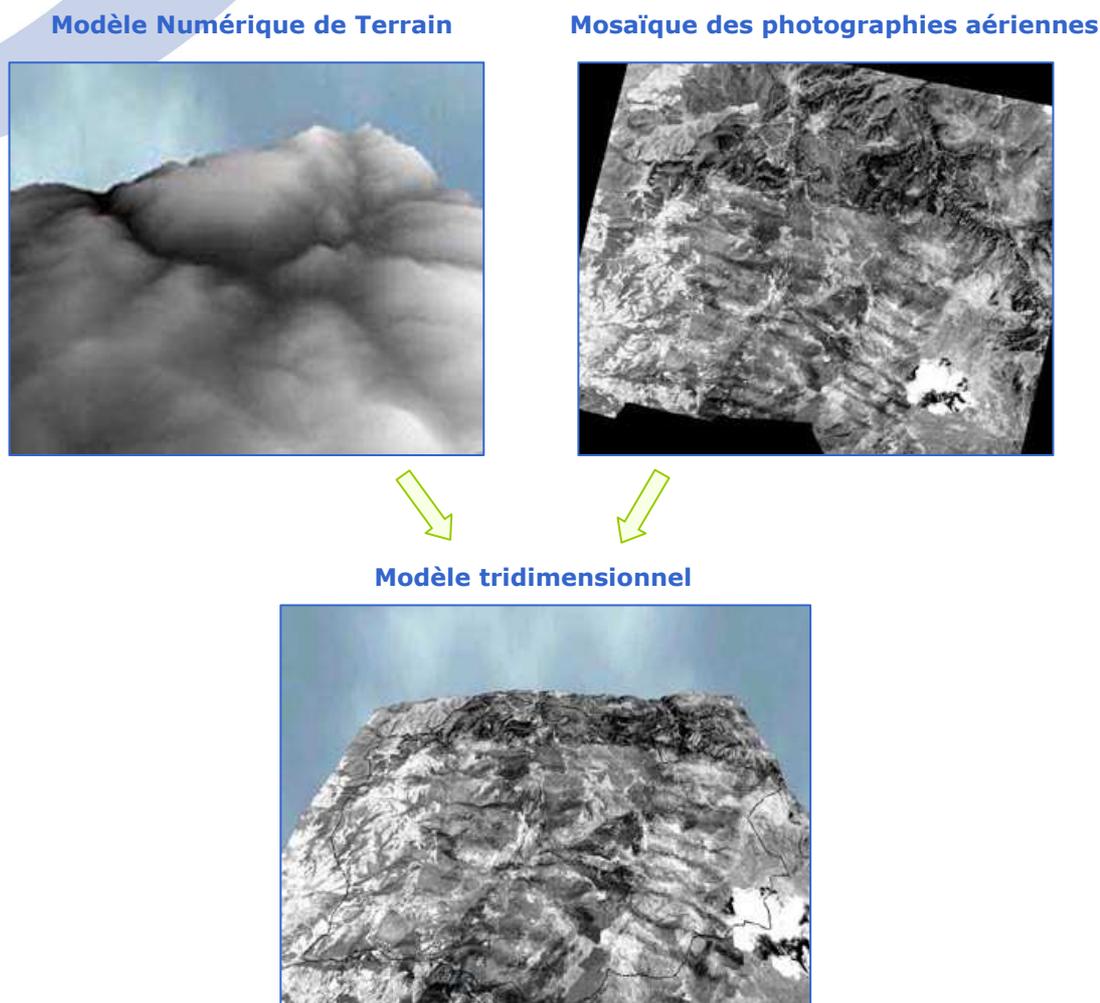
La phase suivante a consisté dans l'acquisition de photographies aériennes de la région de 1982 sur une échelle de 1 :40.000. Après avoir fait tous les traitements nécessaires, nous avons créé le modèle tridimensionnel. La résolution était bonne (1 x 1 mètre), mais le mauvais contraste des photographies aériennes et leur ancienneté ont rendu le résultat final peu satisfaisant (rues et bâtiments construits durant la dernière décennie n'y apparaissaient évidemment pas) et en plus nous n'avons reconnu que difficilement plusieurs objets sur le terrain.

Les photographies aériennes en noir et blanc de 1999, de haute résolution (0,8 x 0,8) et sur une échelle de 1 :5.000, ont permis la première création réussie du modèle tridimensionnel. La mosaïque de 700MB nous a donné des résultats visuels très satisfaisants. Ainsi, nous pouvions identifier de petits objets, comme par exemple des voitures. À l'aide du modèle territorial numérique nous avons fait le premier outil fonctionnel pour la gestion de l'espace.

Pourtant, nous avons dû faire face à deux problèmes. Le premier est dû à la couverture nuageuse importante au-dessus de certains endroits, à cause de l'altitude de la région examinée (certains pâturages se trouvaient à la cote 1600) et le deuxième est la couverture partielle de la mosaïque sur l'ensemble de la commune. Une partie des terres cultivables, à l'ouest de la commune, n'était pas couverte. Afin de surmonter ces difficultés, nous avons dû trouver une autre image pour couvrir les régions occultées. L'image la plus appropriée était l'image satellitaire multispectrale IRS. À l'aide du sous-programme Mosaic tool d'ERDAS nous

avons relié les deux images et nous avons réussi à former un continuum de l'espace et à gommer les effets des nuages. L'analyse de l'image était inférieure pour les régions couvertes par l'image satellitaire, mais cela n'empêchait pas la présentation visuelle générale de l'image. Du reste, les régions qui nous intéressaient étaient couvertes par les photographies aériennes. Le modèle final est de 800MB et, après l'avoir déposé au-dessus du modèle numérique territorial, nous avons créé la représentation tridimensionnelle de toute la région, comme représenté ci-dessous :

Figure 3. Création du modèle tridimensionnel



La phase finale a consisté en l'acquisition de l'image satellitaire IKONOS qui est innovante dans le domaine de la télédétection grâce à sa haute résolution spatiale tant en image panchromatique que multi-spectrale. Sa comparaison avec les photographies aériennes constituait un défi et en même temps un champ de recherche des possibilités que les nouveaux satellites peuvent offrir.

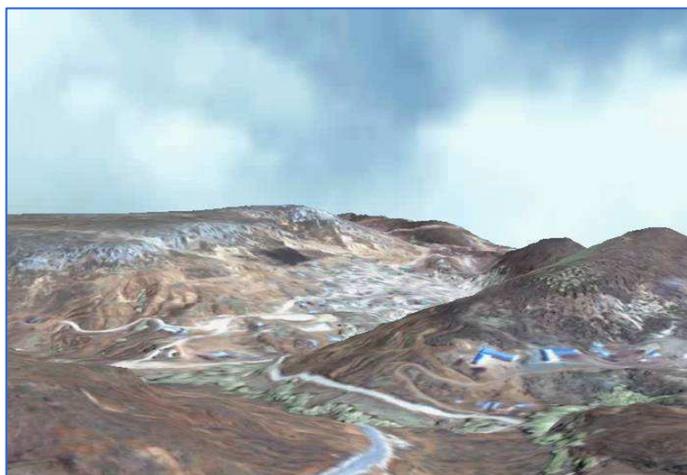
Nous avons pu élaborer et construire des modèles tridimensionnels à l'aide d'images panchromatiques et multispectrales et de leur synthèse. Ainsi, nous avons créé trois modèles que l'on a comparés entre eux et avec le modèle 3D des photographies aériennes. Le premier modèle consistait en l'image panchromatique (1 x 1 mètre). Nous avons observé qu'il possédait à peu près la même définition que le modèle des photographies aériennes ; dans

certains cas, nous pouvions mieux détecter les objets sur l'image satellitaire, grâce à la plus haute résolution radiométrique (1024 gradations de gris) et au contraste. Le deuxième modèle était l'image multispectrale (4 x 4 mètres). Bien qu'elle soit de définition inférieure par rapport aux photographies aériennes et à l'image panchromatique, la représentation de la région en utilisant de vraies couleurs contribuait à l'identification directe des couvertures et occupations des sols. Nous pouvions non seulement identifier visuellement les pâturages, les espaces forestiers, les terres cultivables, mais aussi les distinguer en sous-catégories. Les éleveurs ont même pu repérer sur l'image satellitaire des pâturages qu'ils estiment de bonne qualité grâce aux variations de couleur. Le seul problème était les constructions humaines difficiles à distinguer et à identifier.

Le troisième modèle a été appliqué sur une petite région et s'est basé sur la synthèse des deux images IKONOS. L'image panchromatique comporte une bande de résolution 1 x 1 mètre, tandis que l'image multispectrale comporte quatre bandes de résolution 4 x 4 mètres. Trois pour les champs visibles et un pour l'infrarouge. Ainsi, elle fournit plus d'informations thématiques que le modèle panchromatique. En combinant les avantages des deux images, nous en avons créé une nouvelle qui garde les avantages des deux images sources. Il y a plusieurs méthodes permettant de synthétiser l'information de deux images en une seule. ERDAS® comporte trois méthodes : a) la méthode de la transformation de RGB en IHS et l'inverse, b) la méthode des composantes principales, c) la méthode de l'algorithme de multiplication (Geosystems, 2005).

Après avoir testé ces trois méthodes, nous avons constaté que les meilleurs résultats étaient obtenus grâce à la méthode des composantes principales. Ensuite, nous avons essayé de créer une image pour toute la région disponible couverte par les images initiales. Cependant, à cause du volume énorme des données initiales que le présent système informatique devait élaborer, nous n'avons pas pu créer le produit final. Ainsi, nous avons décidé de créer l'image d'une partie caractéristique de la région. Les résultats ont été impressionnants.

Figure 4. Ikonos en 3D



Le modèle tridimensionnel présentait de façon réelle les usages du sol, ainsi que l'érosion du terrain. La différence entre la représentation tridimensionnelle de la région à l'aide de l'image satellitaire IKONOS et la représentation de la même région à l'aide des photographies aériennes était nette.

Le modèle que l'on a finalement utilisé comme outil pour la gestion de l'espace utilisait la mosaïque des photographies aériennes de 1999. Ceci est plutôt dû au manque de temps qu'à meilleur rendu par rapport aux autres modèles. Ainsi, bien que fin 1999, la représentation 3D de la région à l'aide de photographies aériennes fût prête et fonctionnelle, l'acquisition des

images du satellite IKONOS n'a été faite seulement que fin juin 2000. En tenant compte des nouveaux problèmes techniques qui sont apparus lors de la synthèse des images satellitaires, nous avons décidé de continuer à utiliser le modèle 3D précédent.

En conclusion, il est évident que l'on a créé différents modèles, chaque modèle a son propre niveau de définition (qui varie de 0,1 hectare jusqu'à 1 mètre carré de résolution spatiale, comme l'on peut voir sur le tableau ci-dessous (tableau 1):

Tableau 1. Evaluation du rendu des modèles 3D

	LANDSAT	IRS panchromatique	Photos aériennes N/B 1982	Photos aériennes N/B 1999	IKONOS panchromatique	IKONOS multi- spectral	IKONOS Synthèse
Pixel	30 X 30 m	6 X 6 m	1 X 1 m	0.8 X 0.8 m	1 X 1 m	4 X 4 m	1 X 1 m
Rendu	Très faible	Faible	Faible	Très bon	Bon	Bon	Très bon

3. PHASE 3 : Confrontation du modèle 3D avec les habitants d'Anavra

a) Introduction

L'élaboration, l'analyse et la création de modèles 3D de différentes régions de la terre sont réalisées par beaucoup d'organismes, de sociétés et d'institutions pour des raisons différentes et avec du personnel qualifié. Leur usage se limite soit dans le cadre d'un programme (projet) soit pour publications dans quelque revue scientifique lue par peu d'experts. Ainsi, ces techniques peuvent-elles sembler impressionnantes aux yeux de grand public, mais elles ne présentent aucun intérêt ou gain direct pour eux.

Notre objectif de créer un tel outil pour renforcer les activités collectives dans les régions montagneuses tend à réfuter l'opinion susmentionnée. La tentative de simplifier les technologies modernes pour permettre la collaboration des producteurs avec les experts dans le but de créer et d'enrichir le modèle 3D constitue une des plus importantes nouveautés de l'outil. Dans cette perspective, après avoir créé l'outil, il est important que les producteurs valident son efficacité à recueillir et à présenter des informations concernant la région examinée concrètement. Il faut aussi tirer des conclusions concernant les possibilités d'application à d'autres régions. Dans ce cadre, nous avons élaboré le modèle 3D pour la communauté de Anavra.

b) Application

Il y a eu trois étapes d'élaboration et d'application de l'outil pour et avec la communauté d'Anavra:

- Enrichissement des codes (informations)
- Évaluation, recueil d'informations concernant l'occupation des sols
- Détermination du système espace-temps

- **Étape 1 : Enrichissement des codes**

L'enrichissement du modèle 3D a été nécessaire afin de mieux comprendre la région. Non seulement les habitants doivent y reconnaître leur région, mais les scientifiques, les techniciens et toutes les institutions concernées par la prise de décisions concernant ce territoire doivent aussi y trouver une représentation adéquate. Les experts doivent comprendre les problèmes locaux en tenant compte de la perception qu'en ont les habitants et proposer des solutions acceptables par tous, ce qui est très difficile.

Les codes que l'on a utilisés sont les lieuxdits que nous avons trouvés soit dans le Rapport Gestionnaire 1992-1996 du Service d'Administration des Forêts d'Almyros, soit sur les cartes du Service Géographique de l'Armée (1 :50.000), soit sur des cartes forestières, soit grâce aux habitants de la région. Les cartes du Service Géographique de l'Armée ont été vite rejetées parce qu'elles ne contenaient pas d'informations satisfaisantes. Nous avons enregistré sous forme électronique les lieuxdits de la région à l'aide de la carte du projet de gestion de la région réalisée en 1992. Nous les avons reportés sur la mosaïque des photographies aériennes et nous avons créé ainsi une carte bidimensionnelle qui a été imprimée sur une échelle de 1 :6.000.

De plus, nous avons situé et inscrit les lieuxdits sur le modèle 3D, avec leurs coordonnées précises. Plus tard, nous avons visité la région avec des habitants afin de contrôler la crédibilité des lieuxdits portés sur la carte imprimée. Les résultats ont été décevants. Selon les habitants, beaucoup de lieuxdits n'existaient pas et d'autres n'étaient pas bien situés. Nous avons tiré les mêmes conclusions de la représentation tridimensionnelle.

Nous avons donc décidé de faire enregistrer tous les lieuxdits par les habitants eux-mêmes, en sollicitant des personnes connaissant bien la région et en les familiarisant avec l'outil de représentation 3D. Le premier contact avec le modèle 3D sur écran d'ordinateur a été réalisé au Laboratoire de l'Espace Rural du Département d'Aménagement et ce fut un succès. Si on tient compte du fait que ces personnes n'avaient jamais travaillé sur ordinateur, la compréhension de la région a été vite acquise. Au début, le chercheur créateur du modèle 3D les a initiés et familiarisés pendant dix minutes. Nous avons pu détecter : l'agglomération d'Anavra et d'autres agglomérations voisines (Filiadona, Neochoraki), les sites principaux, comme les régions cultivables, le lit du fleuve, les pâturages, etc. Ensuite, nous avons identifié les limites des lieuxdits.

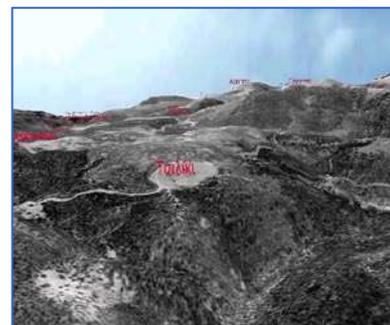
L'enregistrement des informations se faisait en temps réel à l'aide du logiciel ERDAS. Le manipulateur (chercheur) du modèle faisait la mise au point sur un site particulier et, à l'aide des deux éleveurs, il enregistrerait le lieu dit. Les sites ont été détectés grâce aux rues, à l'altitude et à l'expérience personnelle des éleveurs qui demandaient au manipulateur de faire tourner le modèle. Ainsi, le lieu dit à identifier ou localiser était détecté en jouant avec l'orientation du relief 3D ; les éleveurs ayant parfois besoin de voir le même site sous un angle différent. En cas de confusion, ils demandaient au manipulateur de focaliser sur un point de référence, comme par exemple sur un lieu dit déjà détecté, et ils procédaient de proche en proche à la compréhension de la région, souvent en suivant des rues ou en reconnaissant des cultures ou des propriétés.

S'ils étaient désorientés, il fallait faire zoom avant ou arrière. Il y avait aussi des divergences d'opinions, mais à la fin nous arrivions à un accord concernant la position exacte du lieu dit. Les deux éleveurs ont dû venir au Laboratoire deux fois afin de détecter tous les lieuxdits. Chaque visite a duré environ cinq heures. Pendant la deuxième visite, la détection a été immédiate et le seul problème était dû à la lenteur du système de sauvegarde des lieuxdits.

Ainsi, le modèle 3D a été rapidement, et de façon crédible, enrichi « à dire d'acteurs ». Lors de l'utilisation de l'outil, nous avons fait des corrections et des changements selon les suggestions des autres habitants de la région qui ont été mis en contact avec le modèle 3D.

Sur les figures suivantes figurent la toponymie des lieuxdits et les délimitations des dites zones, tels qu'ils ont été enregistrés par les habitants eux-mêmes.

Figure 5. Toponymie des lieuxdits et délimitations des dites zones enregistrés par les habitants



- **Étape 2 : Informations sur les usages du sol**

Par «usages du sol» nous entendons chaque action humaine faite pour satisfaire ses besoins - matériels ou intellectuels- à l'aide de ressources naturelles ou artificielles qui forment le terrain. La présence d'une occupation des sols résulte de différentes causes, la plupart sont étroitement liées à la nature et la quantité des ressources naturelles, d'autres sont liées aux conditions politiques, sociales et économiques du passé et à leur évolution dans le cadre de l'accumulation historique. Souvent, l'occupation des sols ne s'adapte pas aux exigences présentes ou futures.

Conformément à tout ce qui a été mentionné ci-dessus, il est évident que l'étude de l'utilisation des sols existants est déterminante, parce qu'elle nous offre des informations et des données concernant les possibilités quantitatives et qualitatives, selon le système de gestion particulier. Ainsi, nous avons demandé aux habitants de la région des informations concernant l'utilisation des sols. Afin d'assurer la qualité des informations, nous avons choisi des personnes connaissant bien la région, comme nous l'avions fait pour les lieuxdits. Nous avons testé les habitants d'Anavra et nous avons choisi les plus compétents. Ensuite, nous avons enregistré les pâturages, les espaces forestiers, les terres improductives, ainsi que les régions inaccessibles aux animaux (régions fermées).

Plus particulièrement, pour les pâturages, nous avons délimité les régions dont l'herbe était qualitativement bonne et nous avons récolté des informations soit quantitatives (étendue, quantité produite) soit qualitatives (pâturages bons, moyens, mauvais). En même temps, nous avons enregistré les conditions qui ont contribué à la situation présente. Nous avons donné aux

éleveurs la possibilité d'expliquer comment les régions particulières étaient il y a 30 ans, pourquoi de nos jours elles sont inaccessibles et de quelle manière elles pourraient de nouveau être intégrées dans un système de gestion. Toutes ces informations ont été codifiées et classées afin de créer une base de données.

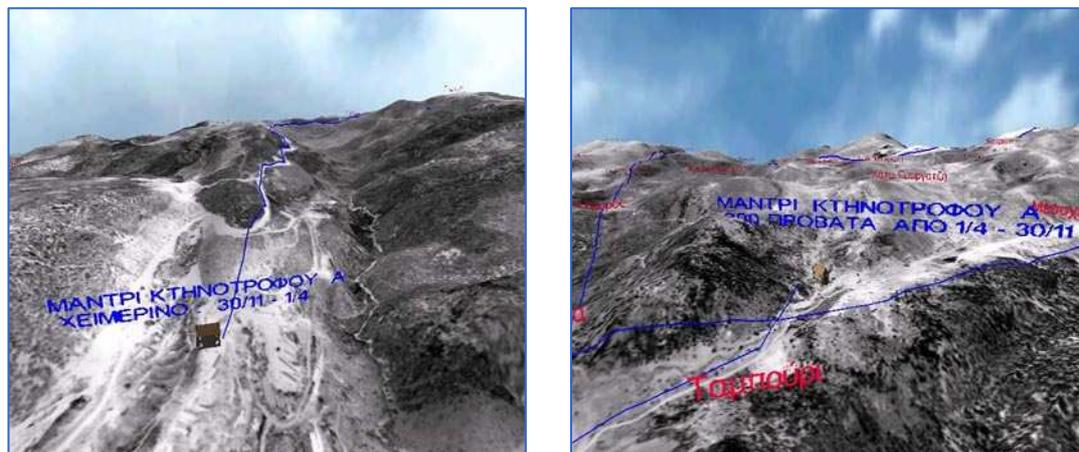
- **Étape 3 : Détermination du système espace-temps**

Le système espace-temps consiste en la projection dans l'espace du système productif d'élevage (en ce qui concerne le rapport entre les parcours et la consommation d'énergie) et se détermine par la quantité et la qualité des ressources naturelles, le nombre et le genre des animaux et le poids des aliments concentrés pour animaux. L'exploitation des ressources naturelles, qui fait partie de la nourriture naturelle des animaux, s'organise, en ce qui concerne l'espace, sur la base de l'exploitation successive des zones qui correspondent aux différents usages du sol (pâturages, forêt, terre cultivable) ; en ce qui concerne le temps, elle s'organise selon les conditions climatologiques et l'évolution de la végétation.

Conformément à ce qui est mentionné ci-dessus, nous avons détecté dans la région examinée les parcours des éleveurs dans l'espace et le temps. En collaboration avec les producteurs, nous leur avons demandé de déterminer les déplacements, pendant toute l'année, d'une fraction particulière des troupeaux, selon l'espèce et le type des animaux. A l'aide du modèle 3D nous avons pu tracer les parcours et les lieux de séjour de chaque troupeau à une période donnée. Nous avons pu dresser cette carte pour le tiers des éleveurs.

Sur les images ci-dessous, nous représentons le déplacement du troupeau d'un éleveur, pendant l'année, tel qu'il est enregistré à l'aide du modèle 3D.

Figure 6. Déplacement du troupeau d'un éleveur enregistré à l'aide du modèle 3D



Nous avons aussi enregistré des informations supplémentaires, comme par exemple : a) l'âge et l'état civil des producteurs, b) la présence d'enfants qui vivent dans la communauté ou qui se sont installés dans les petites villes de la région, c) la main-d'œuvre qui s'occupe des déplacements et de la garde des animaux, d) la relation entre éleveurs qui se trouvent sur le même pâturage (p.e. le degré de parenté).

Après collecte et traitement des informations, nous avons relevé trois catégories d'éleveurs.

- ceux qui se déplacent très souvent,
- ceux qui se déplacent partiellement
- ceux qui ne se déplacent pas.

La première catégorie se compose de producteurs possédant une main-d'œuvre pour assurer la garde et l'entretien des animaux ; ainsi, ils peuvent se déplacer vers des régions qui sont riches en pacage, selon les conditions. Ceux-ci louent souvent des prés hors de la communauté.

La seconde catégorie se compose d'éleveurs qui font paître les animaux dans une région particulière pendant presque toute l'année (du printemps jusqu'à mi-décembre). Il s'agit d'éleveurs ayant plus de 50 ans et dont les enfants ont abandonné la communauté afin de trouver du travail dans les petites villes voisines. Le manque de main-d'œuvre et leur âge les forcent à moins se déplacer que les précédents.

Il y a aussi des producteurs qui font paître les animaux dans la région autour de l'agglomération pendant toute l'année. La plupart d'entre eux possèdent peu d'animaux et ont d'autres occupations.

Le classement spatial et temporel des parcours d'élevage et des zones d'élevage des animaux nous a conduit à enregistrer trois périodes de déplacement.

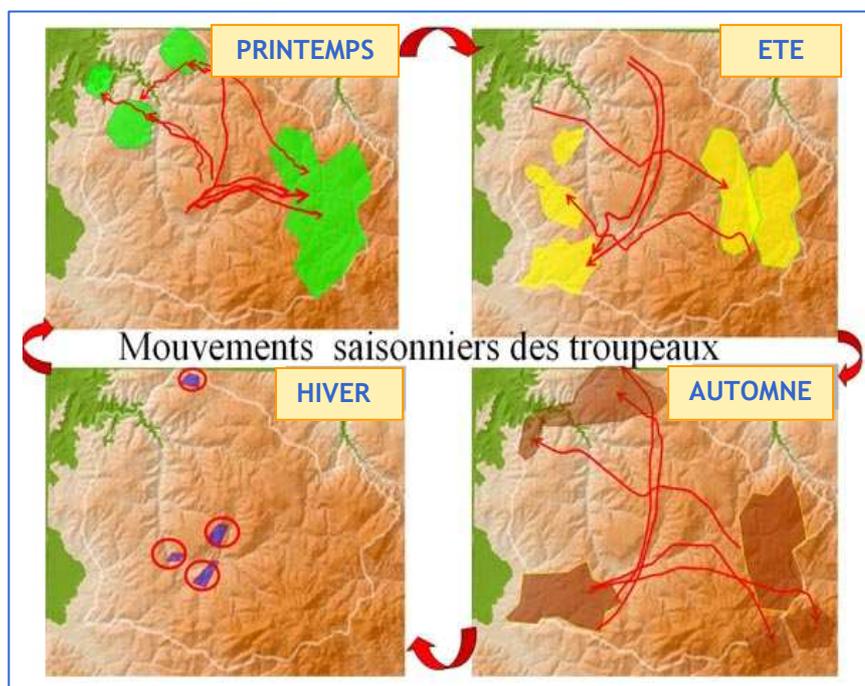
- Début avril - début juillet
- Début juillet - début septembre
- Début septembre - mi-décembre

Nous en avons tiré d'importantes conclusions grâce au rapport entre l'espace, le calendrier et le type d'animaux. Au travers des interviews des éleveurs nous avons compris que leurs systèmes d'exploitation sont souvent déstructurés et qu'ils cherchent à s'adapter aux nouvelles conditions grâce à la complémentation, à l'utilisation des différentes zones d'élevage ou à la location de prés hors de la communauté. Les tendances sont à la réduction du nombre des caprins et des ovins (astreinte de la traite) et à l'augmentation de celui des bovidés et à l'accroissement des importations d'aliments concentrés. Evolutions qui aggravent la dégradation des pâturages et les effets sur l'environnement (surcharge du territoire en bétail, érosion) et influencent négativement la réputation des produits de la région.

Nous avons utilisé les SIG afin d'exploiter toutes ces informations. Tous les éléments ont été classés et sauvegardés sur la base de données d'ERDAS. Ainsi, nous pouvons arriver à la liaison et la représentation directe de l'information sur le modèle 3D.

Sur la mosaïque d'images ci-dessous, nous avons tracé les mouvements saisonniers des troupeaux et les zones d'élevage qui sont le plus densément utilisées.

Figure 7. Mouvements des troupeaux dans l'espace et le temps



C. RESULTATS, DISCUSSION ET EVALUATION DE L'OUTIL ET DE LA DEMARCHE

1. Résultats de la recherche

a) Les Activités d'Élevage et les Éleveurs

Notre enquête exhaustive des familles et des élevages (troupeaux, pâturages, pratiques) a recensé 127 troupeaux contre 151 sur les listes officielles.

Tableau 2. Types d'exploitations d'élevage et leurs effectifs d'animaux

Type	Exploitations		Bovins		Ovins-caprins		Porcins	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
Mixte	30	23.6	1.308	42.9	3.472	29.4	401	45.9
Bovin	27	21.3	1.681	55.2	173	1.5	317	36.3
Ovin-caprin	29	22.8	7	0.2	7.151	60.6	55	6.3
Porcin	2	1.5	-	-	-	-	70	8.0
Sans avenir	39	30.7	50	1.6	1.005	8.5	30	3.4
TOTAL	127	100	3.046	100	11.801	100	873	100

En ce qui concerne les pratiques de gestion des cheptels et des territoires, les exploitations peuvent être classées en deux principaux groupes :

- **les élevages spécialisés** (bovins et porcins pour la viande, ovins et caprin pour le lait et le fromage) dont 40 % d'entre eux élèvent plus d'une espèce ; le troupeau ovin-caprin (extensif, traditionnel) exige de la main d'œuvre familiale tant pour la conduite que pour la traite ; le troupeau bovin ou porcin est en libre pâture. Or, notamment pour les exploitations mixtes, la libre pâture devient un élément structurel de leur système de production, auquel ils sont fortement attachés,
- **les petites exploitations sans avenir** (un tiers) maintiennent un petit cheptel (ovin-caprin) en nette diminution d'effectifs (éleveurs âgés, sans successeur). La conduite de ces troupeaux est assurée soit par l'ancien (en restant proche du village) soit par un jeune éleveur-parent qui l'incorpore à son troupeau.

b) Diagnostic sur l'Utilisation du territoire d'Anavra

La coexistence de plusieurs types et systèmes d'élevage aux exigences différentes et antagonistes à certaines périodes rend fragile le système de gestion des pâturages. Les forêts recouvrent 44,5% du territoire communal, les pâturages 48.3 % et les terres agricoles 6,9% (à 98,1% consacrées, faute d'irrigation, aux céréales). Les subventions PAC ont conduit à abandonner les cultures destinées à l'alimentation des troupeaux (luzerne, maïs, remplacés par des blés durs primés) ainsi que les parcelles marginales du fait de l'altitude et du rendement faible. En conséquence, les pâturages sont surexploités à cause du fort accroissement de l'effectif bovin, de l'introduction de races européennes moins rustiques (abandon des pâturages à forte pente) et aux difficultés de gestion optimale des pâturages (5.800 ha.).

c) Représentation des pratiques d'utilisation des ressources fourragères

La segmentation du territoire communal en zones construites « à dire d'acteurs » a permis d'inscrire dans l'espace virtuel l'organisation du système de production local ainsi que les stratégies et les pratiques des producteurs. Les liens entre les différentes zones et les pratiques saisonnières rendent de façon claire une représentation du « système spatio-temporel des activités d'élevage » du village. Notre démarche a contribué à situer dans leur espace les stratégies et les dérives familiales des droits coutumiers (respect de la date d'entrée des animaux, taille du troupeau familial, etc.) mais aussi les paramètres socio-économiques qui les déterminent. Nous avons ensuite procédé au zonage des unités spatiales de pâturages qui sont intégrées au système de gestion familial et collectif à la fois (groupes de producteurs). Leur charge en bétail, par saison, devient très facile à évaluer ainsi que les pressions exercées par chaque groupe de producteurs et d'espèce sur chacune des zones.

d) Mise au point d'un outil de navigation sur le territoire communal

L'outil de représentation en 3D du territoire et de navigation a été construit et testé en invitant un petit nombre des éleveurs du village dans notre laboratoire pour une démonstration et évaluation de leurs réactions. Sur l'écran nous les « avons fait voler », à volonté au-dessus du territoire. Leurs réactions ont comblé nos attentes: Ces éleveurs partenaires ont compris de suite leur région et reconnu très vite les éléments de territoire. Chaque éleveur voulait, et pouvait individuellement, observer la région sous différents angles selon la perception qu'il en a (du Nord au Sud ou de Sud-Ouest en Nord-Est, etc.).

e) Les réactions des acteurs durant les restitutions

L'effort que nous avons entrepris pour mettre les éleveurs dans un processus de reconnaissance du terrain et d'inscription dans celui-ci de leurs activités n'a pas rencontré de difficultés. Les éleveurs, une fois leur espace reconnu, se sont sentis maîtres de leur territoire et des informations à y inscrire. Le survol-navigation a permis de les aider à s'approprier ce « territoire vécu et vivant » bien que virtuel. L'intégration de l'outil proposé dans le cadre d'un diagnostic appliqué dans les zones d'élevage de montagnes, prouve que lorsque l'éleveur se sent capable de pouvoir maîtriser méthodes, techniques et outils, il devient un interlocuteur indispensable pour l'évaluation et la planification des interventions dans le cadre des systèmes de production considérés comme traditionnels et par conséquent, difficiles à intégrer et délicats pour y intervenir.

f) La détection des points de blocage vis à vis de l'utilisation du territoire

Le système d'utilisation agro-pastoral du territoire de la commune a fortement évolué depuis 50 ans comme schématisé sur les tableaux ci-joints. Traditionnellement on retenait les troupeaux des villages de septembre à fin mai dans les « zones basses » (surfaces cultivées) et sur les terres limitrophes de pâturages de faible densité (altitude de 400 à 800 m). Cette période et surtout les 3 derniers mois constituent une durée indispensable pour la reproduction des pâturages d'altitude (1000 à 1200 m). Parallèlement, l'évolution ci-dessus mentionnée des surfaces cultivées a limité assez la capacité de pâture des zones basses. Ces dernières années, les bêtes rentrent de plus en plus tôt dans les pâturages d'altitude, presque dès la fonte des neiges (fin 03-début 04) alors que l'herbe n'a pas encore atteint la taille nécessaire. Ce qui amène à y limiter la pâture des animaux fin mai. Les troupeaux sont obligés de retourner dans les zones basses alors que les récoltes céréalières ne sont pas encore faites (début Juillet). Les faibles qualités et productivité de ces pâturages d'altitude mais surtout le retour des troupeaux en période chaude ont des conséquences très néfastes sur les rendements et la santé des animaux. Ces pressions conduisent les éleveurs à réagir

individuellement par la recherche d'autres pâturages dans les communes limitrophes (par location ou sans permission) où l'élevage a diminué considérablement.

Tableau 3. Evolution de l'utilisation spatio-temporelle du territoire d'Anavra

Période 1950-1975

Mois	Terres labourables	Pâturages du bas	Pâturages du haut	Imports
Altitude (environ)	500-600 m	600-1000 m	1 000 - 1 500 m	
Octobre	Labours culture attelée			
Novembre	Semis (céréales)			
Décembre		Troupeaux	Froid neige	
Janvier		GARDES		
Février		Ovins caprins		
Mars		laitiers	Pousse herbe	
Avril		Bovins locaux	PROTECTION	
Mai			Coupe de FOIN	
Juin				
Juillet	Moisson		Troupeaux	
Août	CHAUMES			
Septembre	Troupeaux			
Octobre		d		

Période actuelle (2000)

Mois	Terres labourables	Pâturages du bas	Pâturages du haut	Imports
Altitude (environ)	500-600 m	600-1000 m	1 000 - 1 500 m	
Octobre	Labours culture attelée			
Novembre	Semis (céréales)			Achats Aliments
Décembre		Explosion	Froid neige	
Janvier		Population		
Février		Bovine		
Mars			Pousse herbe	
Avril		SURPATURAGE	Troupeaux montent de + en + tôt	
Mai				
Juin			SURPATURAGE	
Juillet	Moisson		ÉPUISEMENT biomasse	
Août	CHAUMES	Retour précoce Troupeaux		Achats Aliments
Septembre	Troupeaux	(chaleur)		
Octobre		D		

Ces évolutions peuvent s'analyser comme des réactions adaptatives des éleveurs aux évolutions de la PAC, des politiques nationales et des marchés.

Les producteurs sont, dans un premier temps, poussés à accroître leur cheptel pour conserver leur revenu et résister contre la concurrence. Les diverses aides poussent vers des changements qui bouleversent l'équilibre instauré depuis des siècles avec l'environnement.

Dans une seconde période, les aliments de bétail concentrés et importés ainsi que la recherche de pâturages à louer à l'extérieur du finage apparaissent comme des solutions importantes pour diminuer la pression sur les pâturages communaux.

Ce changement radical lié au recours aux aliments concentrés renforce la flexibilité du système d'alimentation des exploitations. Avec des pâturages surchargés, seul l'entretien des animaux y est assuré, l'engraissement se fait à base d'aliments achetés. Ce fort accroissement des coûts de production est pour le moment dissimulé par les subventions de la PAC mais il a aussi des répercussions sur la qualité des produits d'élevage (viande, lait). Cette flexibilité acquise au niveau de l'exploitation, au lieu de permettre le réajustement de la régulation communale aux nouvelles conditions socio-économiques, devient facteur de désorganisation du système de gestion des pâturages collectifs.

Cependant, il faut affiner le diagnostic en n'oubliant pas de préciser que cette désorganisation de la gestion des terres collectives a été préparée en Grèce par la réforme agraire de 1925 puis par l'application exclusive du modèle d'intensification agricole après la seconde guerre mondiale (1950). Les défrichements massifs en zones de semi-montagne, à partir des années 1950, se sont faits au détriment des pâturages. La location des pâturages abandonnés dans le finage des communes limitrophes dont l'élevage n'existe plus, est apparue comme l'ultime moyen permettant l'adaptation décrite ci-dessus.

Mais, ces dernières années, de nouveaux obstacles sont apparus avec les changements d'usage des pâturages favorisés par certaines mesures de la PAC réformée. Le reboisement ou la mise en jachère sont des actions financées par la PAC qui tendent à provoquer l'abandon presque définitif de surfaces importantes de pâturages, contribuant ainsi à un nouveau bouleversement d'un équilibre déjà fragilisé entre gestion des pâturages et autres usages du sol du finage d'Anavra.

Cependant on observe que le statut des terres collectives est maintenu et la répartition des zones de pâturages par exploitation familiale est sévèrement respectée. Par contre, leur gouvernement et leur régulation par la société locale rencontrent des difficultés pour assurer leur reproduction.

g) La constitution de groupes d'acteurs pour résoudre les problèmes

A partir de ce diagnostic instrumentalisé autour de l'outil de navigation 3D, plusieurs groupes (éleveurs, association et autorités locales) se sont constitués par nature de problème à résoudre. Leur objectif est de dégager des solutions discutées au sein du groupe et négociées avec les autres intéressés, pour modifier les pratiques devenues inacceptables pour le maintien des activités d'élevage dans le village. Anavra a une réputation certaine auprès des consommateurs régionaux pour la qualité de ses produits d'élevage. Les acteurs sont devenus bien conscients que leur « réputation » est un bien commun à gérer et à surtout pas laisser se dégrader.

2. Discussion des résultats

En milieu méditerranéen, la persistance des droits coutumiers et des systèmes traditionnels, la survie des modes de transmission du savoir et des savoir-faire liés à la civilisation orale, s'entrechoquent avec les volontés d'intégration de ces sociétés de pasteurs par des politiques modernes, des mécanismes d'encadrement, de formation et de transfert de techniques. Cette coexistence du passé et du présent, de l'informel et du formel, conduit souvent, à des contradictions et à des malentendus entre producteurs et services publics et privés. En réalité, il n'y pas une confrontation à dépasser entre l'ancien considéré comme obstacle et le nouveau considéré comme la panacée et le progrès, mais un besoin d'obtenir une complémentarité et une osmose entre les deux.

a) Processus d'apprentissage

Pour devenir fructueuse la coopération entre chercheurs - éleveurs et autres acteurs doit se fonder non sur la recherche d'un « impossible » langage commun mais sur une **représentation intermédiaire**, suffisamment partagée et instrumentée (nature, malléabilité, interactivité, ouverte...) pour rendre mutuellement compréhensibles les idées, les diagnostics, la détection des blocages, l'exploration de possibles et le test de solutions. Notre recherche a montré que de tels transferts d'expériences, d'évaluations et la recherche de perspectives partageables sont possibles et fructueux. Cela procède d'un processus d'apprentissage de tous les partenaires.

- **Pour les Eleveurs**, le travail en environnement virtuel est une initiation-familiarisation à de nouvelles techniques et un fort stimulant du travail en groupe. La définition du rôle et des comportements des éleveurs à travers la spatialisation de leurs activités conduit à la mise sur la table par chacun d'entre eux de sa propre organisation-conduite de son troupeau, dévoilant en même temps le degré d'implication des autres acteurs locaux mais aussi le rôle des politiques et des actions concrètes. En tout cas, une fois acceptée par l'ensemble des acteurs cette méthodologie conduit à une dynamique de confrontation - négociation qu'il faut gérer en vue de la résolution des problèmes émergents.
- **Pour les Chercheurs**, il s'agit tout autant d'un apprentissage concernant la manière de conduire en temps réel une telle démarche. Une telle mise à plat des pratiques des éleveurs et des mouvements spatio-temporels des troupeaux ne peut pas et ne s'est pas déroulée sans l'apparition de conflits que les chercheurs ont dû gérer pour débloquer les situations.

Nous en tirons la leçon principale suivante : le fait de pouvoir faire représenter ces pratiques et circuits sur un espace à la fois réel (co-construit avec les acteurs) et virtuel a permis une **prise de distance matérielle** qui a fortement aidé à résorber les conflits. Le même conflit d'usage vu du sol et dans le quotidien prend une autre forme, plus relativisée, quand il est « vu du ciel » et sous une forme ludique (le jeu avec le survol simulé). La prise de distance matérielle ouvre sur une prise de distance socio-psychologique dans laquelle la résolution de conflits peut s'immiscer pour ouvrir le champ des possibles et donc la recherche commune de solutions.

Ce double processus d'apprentissage (acteurs/chercheurs) est, selon bien des auteurs, le principal critère de validation de toute Recherche participative.

b) Originalité et Valeur ajoutée de la démarche

Les éléments du diagnostic établi n'ont rien d'original. Ils peuvent être obtenus par d'autres méthodes et voies. Les zootechniciens et pastoralistes, notamment ont élaboré un certain nombre de concepts et d'outils pour ce faire qui sont, pour la plupart, utilisés de fait par les services de conseils. Par ailleurs, la démarche de recherche participative n'est pas nouvelle;

Enfin, depuis une ou deux décennies, les outils de représentation de l'espace se sont considérablement développés, diversifiés et améliorés notamment en utilisant en routine les interfaces entre les nouvelles technologies informatiques et satellitaires. La démarche et les outils que nous avons utilisés tirent leur originalité et leur efficacité de deux éléments pas souvent mis en exergue :

- la primauté donnée au « territoire vécu et raconté » par les acteurs et non aux représentations des gens de technique,
- l'utilisation des technologies avancées pour associer les acteurs dans un exercice aux dimensions ludiques manifestes.

Ce double aspect permet que les acteurs ne regardent pas les outils et représentations des chercheurs, et même plus généralement la technologie, comme une relation qui les fait se percevoir comme passifs voire rétrogrades, de plus en plus marginalisés par l'évolution de la société mais plutôt de façon positive. Cette co-construction et ce jeu sur leur propre territoire permettent en outre aux acteurs de prendre une distance suffisante par rapport à leur vécu quotidien, aux pesanteurs sociales, aux savoirs ; Cela ouvre des espaces de négociation.

c) *Faisabilité de l'outil*

La construction et l'application de l'outil ont permis d'en estimer la fonctionnalité et l'efficacité :

- Coût raisonnable des technologies par rapport à l'enquête de terrain,
- Instrument de mise à jour des cartes thématiques,
- Facilité d'usage du logiciel pour l'incorporation des informations et leur valorisation,
- Diminution des risques de mauvaises applications puisque les acteurs sont intégrés aux phases importantes,
- Conseil à la prise de décision.

La représentation d'une région par un modèle 3D a été un succès. La compréhension de la région par des producteurs permet l'enregistrement d'informations crédibles précieuses pour les chercheurs. En même temps, la projection et la représentation territoriale des informations sur le modèle nous ont aidé à étudier et à évaluer tous les éléments du système de gestion de l'espace.

La réussite de l'outil méthodologique est aussi renforcée par la collaboration avec les producteurs de la communauté d'Anavra avec lesquels nous avons utilisé, précisé et finalisé le modèle et présenté nos suggestions. Tous les éleveurs se sont intéressés aux résultats de l'étude, surtout après leur visite au Laboratoire de l'Espace Rural du Département d'Aménagement.

Plus concrètement l'application du modèle permet une connaissance détaillée des informations spatiales fournies par des individus qui n'ont jamais eu de contact avec un écran d'ordinateur. La capacité de survol de la région étudiée et la représentation d'un même lieu selon différents points de vue, ceux des vécus des acteurs, aide à une représentation rapide et complète des caractéristiques de ces lieux.

Nous n'avons donc pas seulement rapporté les problèmes (diagnostic seul) mais favorisé la collaboration des producteurs entre eux et ultérieurement avec des spécialistes (zootechniciens, pastoralistes, aménageurs, forestiers, experts en environnement et érosion....) pour préciser divers points (dégradation des pâturages, déplacements saisonniers des animaux, degré d'érosion et d'irréversibilité,...) et concevoir et engager des actions communes pour assurer une gestion renouvelée et plus durable des espaces de la communauté d'Anavra.

Enfin le modèle 3D fonctionne à la fois et de façon dialectique *comme support spatial* et cartographique et *comme media* permettant aux experts (chercheurs, institutionnels) de comprendre les problèmes de cet espace et les points de vue des habitants. Cela permet de proposer des solutions partagées par les personnes et agents concernés.

d) Transportabilité de la démarche et de l'outil

L'ensemble démarche et outil de navigation 3D expérimenté ici sont facilement transportables pour traiter une autre situation de développement d'un territoire diversifié en relation avec ses producteurs et acteurs, notamment dans le cadre des systèmes de production familiaux. Ce transfert de la démarche (tout aussi importante que l'outil lui-même) et de l'outil a été réalisé par notre Laboratoire pour traiter, en Albanie, région de Korça, le projet «Évolution et perspectives des systèmes de production et de cultures de la commune de Drenova» (2000-01)³.

Cette seconde application a concerné le suivi de l'évolution des parcelles et des systèmes de culture d'une plaine qui était passée 8 ans auparavant (révolution agraire) de l'agriculture collectiviste à la propriété familiale. Par ailleurs, la démarche et l'outil ont servi aux acteurs locaux et institutionnels à discuter de l'aménagement d'ensemble de leur territoire (articulation de l'agriculture privée et des pâturages communaux, localisation des autres activités (commerces, zone artisanale, tourisme, etc.)

Figure 8. Parcelleire de la plaine de Korça et niveau d'intensification (à dire d'acteurs) des nouvelles exploitations familiales

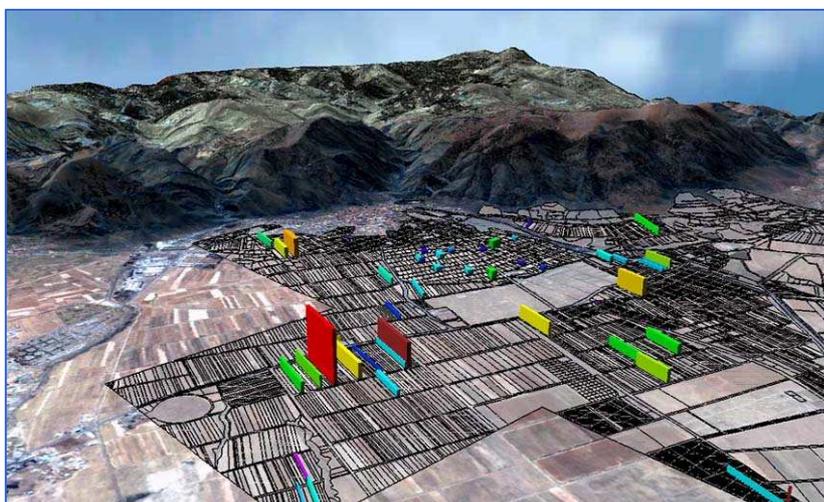
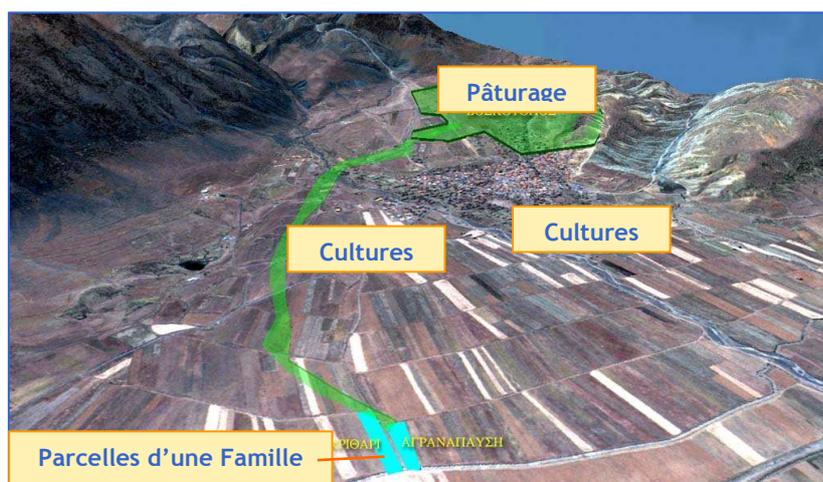


Figure 9. Exemple d'inscription dans l'espace d'un système familial mixte (agriculture sur parcelle appropriée et élevage sur terres collectives)



³ Programme. Development Assistance Committee-OCDE "Management of human natural environment in the Southeast zone of Korca region in Albania" Coopération bilatérale Grèce- Albanie

Ce faisant, nous avons démontré que la méthodologie et l'outil technologique de représentation spatiale ne sont pas réservés aux cas de territoire de montagne ou ayant un relief contrasté.

Ces 2 expériences ont permis de vérifier que le coût de l'ensemble est inférieur, en temps et en crédits, à celui d'une recherche locale (enquêtes de terrain détaillées) et il permet en plus un haut niveau de participation à toutes les phases.

e) *Itinéraire d'élaboration d'un outil « type Anavra »*

L'ensemble de ces résultats permet de proposer un itinéraire d'élaboration d'un semblable outil support d'une démarche d'aménagement participatif.

L'ambition est de construire **une image du territoire reconnaissable et appropriable** par les producteurs et acteurs comme celle de leur espace réel. La qualité et la haute résolution des images satellitaires peut faciliter non seulement la reconnaissance recherchée mais aussi sa « lecture » à travers la visualisation, le repérage et la navigation.

- La représentation iconique de base s'obtient par approches successives en intégrant les diverses techniques et sources d'informations de base (image satellitaire, photos aériennes, codes de reconnaissance et éléments complémentaires recueillis par la recherche de terrain). On utilise aussi des (signes) codes de reconnaissance correspondant aux caractéristiques du relief, de la couverture et des usages du sol, des sites, du réseau routier, du village et autres infrastructures et bâtiments fixes. Cette représentation est ensuite complétée par l'inscription des noms des lieux bien délimités et connus (toponymie officielle).
- Une fois achevée cette construction de *l'arrière fond spatial en 3 dimensions*, on passera au recueil des informations thématiques, quantitatives et qualitatives ; informations souvent informelles qui sont en grande partie offertes par les producteurs et les acteurs locaux. Celles-ci doivent contribuer à l'inscription spatiale des savoirs et pratiques liés à l'usage du sol, qui doit déboucher sur la restitution de l'organisation spatio-temporelle des activités. Il est important de rechercher et d'inscrire sur le modèle 3 D la toponymie utilisée localement pour un certain nombre de sites singuliers qui ont acquis une importance pour rendre familier et réel le territoire 3D virtuel. Ce travail collectif et la projection de ces informations sont facilités par l'usage du survol virtuel qui permet aux groupes de producteurs de se situer encore plus précisément et d'enrichir le modèle spatial de leurs connaissances. La fidélité entre espace réel et outil 3 D est, à l'évidence, une condition de participation fructueuse des acteurs.
- Les capacités techniques du SIG permettent d'organiser la phase suivante d'analyse et d'évaluation spatio-temporelle du système actuellement pratiqué de gestion du finage. Cette reconstitution permet de connaître et mieux comprendre le rôle, les comportements et les pratiques de chacun des acteurs, les effets de leurs actions, celle des services locaux, et les différentes formes de coopération souvent informelles entre les acteurs. Elle débouche sur la co-détection -avec les acteurs eux-mêmes- des dysfonctionnements et blocages du système actuel. Pour cette collecte et le classement des informations, il est recommandé de travailler par secteur du territoire concerné (communal) et par saison de façon à faire remonter et rendre compte des observations sous une forme proche des schémas de pensée et d'action par lesquels les producteurs organisent leurs activités en fonction des caractéristiques des ressources de chaque secteur spatial à chacune des saisons. La liaison entre zones et pratiques saisonnières conduit à la notion essentielle de *répartition spatio-temporelle des activités* dans le finage. Emergent alors certains des conditionnements liés aux stratégies familiales qui font dévier du fonctionnement normal ce système spatio-temporel de gestion du territoire,

déviations qui sont encadrées par des règlements informels et formels (gestion des terres communales et politiques nationales et européennes).

Cet environnement participatif face à l'image favorise les interactions entre groupes de producteurs et aide à révéler des questions et des attitudes liées au social. On peut approcher in fine la cohérence de ce système et la cohésion de la société locale et établir une typologie des degrés et pratiques d'individualisation des exploitations familiales.

- Dans une étape ultérieure, l'utilisation de l'outil permet de préciser avec les acteurs les pratiques, les zones et les saisons problématiques et d'évaluer et de négocier les éléments qui conditionnent directement ou indirectement le fonctionnement et la cohésion du système de production et de gestion. On repère ainsi, de façon peu conflictuelle, les stratégies et les divergences individuelles et familiales par rapport aux obligations collectives provenant des pratiques communes et règles non écrites (par exemple, le respect des dates d'entrée et de sortie des pâtures collectifs). On peut passer alors à la recherche des ajustements, des régulations et des interventions nécessaires par zone et type d'activité. L'outil étant capable de représenter-reconstituer, à partir des dires d'acteurs locaux, enrichis des informations des observateurs, le système tel qu'il fonctionnait avant les grands changements intervenus depuis quelques décennies. Les acteurs du finage peuvent visualiser les évolutions et dérives actuelles et engager un travail de correction des pratiques et comportements actuels. Pour cela des informations supplémentaires nécessaires sont projetées sur l'image-carte. Elles émanent en général des experts (pédologie, agronomie, zootechnie, pastoralisme, foresterie, environnement, réglementation, etc.) mais sont, à ce moment du processus, non rejetées car les producteurs eux-mêmes sont en situation de les « filtrer » et de les évaluer par rapport à la réalité locale. On favorise ainsi la négociation, l'interaction et l'élaboration de consensus.
- In fine, la société locale peut alors présenter aux experts et agents des organismes techniques et décisionnels sa vision des problèmes et les solutions préconisées par les usagers de l'espace. Les cartes élaborées en fin de processus présentent l'organisation améliorée et proposée du système de gestion spatio-temporel (adaptation annuelle du système aux conditions climatiques et aux prévisions productives estimées par le SIG et par zone). Ce travail collectif et cette présentation sous une forme classiquement utilisée par les techniciens et décideurs peuvent de ce fait être plus facilement acceptés et pris en charge par les services départementaux ou régionaux, les institutions techniques spécialisées (Agence de développement, Services déconcentrés, Sociétés privées, Laboratoires universitaires,...) et les institutions locales (Collectivité territoriale, Associations professionnelles, Syndicats, etc.) qui en conditionnent l'éligibilité et donc le financement et la réalisation.

III. CONCLUSION

L'espace rural est en train de faire un grand retour sur les agendas des politiques publiques. La conjonction d'enjeux socio-économiques et sociétaux majeurs a remis l'espace non urbanisé au cœur d'un écheveau de problèmes que les sociétés ne peuvent pas ne pas affronter et gérer :

- la compétition de plus en plus vive entre sécurité alimentaire et sécurité énergétique avec comme corollaire l'affectation des terres labourables entre la production des 4 « F » food, feed, fiber, fuel.
- la régression continue des terres arables disponibles pour une fonction productive face à la pression de l'urbanisation et de la périurbanisation, pression particulièrement forte en Méditerranée
- la part éminente et de mieux en mieux chiffrée que prend le territoire rural, forêt incluse, dans les « services écologiques » non marchands remplis par la nature, la biodiversité, les couverts végétaux,
- la lutte contre les effets environnementaux nés d'une approche spatialement désintégré du développement des activités rurales doit être amplifiée pour espérer maîtriser les conséquences des changements climatiques en cours et annoncés.

Si ces défis sont globaux et nécessitent une approche responsable vis à vis des générations futures, le monde prend conscience chaque jour davantage qu'une démarche générale et descendante ne saurait suffire à les relever. Bien au contraire, tous les niveaux d'organisation, de décision et d'action des sociétés doivent être impliqués dans une démarche constructiviste de diagnostic et de gestion de leurs espaces et territoires (Plan bleu Méditerranée 2005). Cette ardente obligation impose des modalités fortement renouvelées de gouvernance, d'interaction et de complémentarités entre niveaux. La démarche participative, condition nécessaire de ce processus, nécessite de nombreux travaux et mises au point de méthodes et moyens pour permettre cette médiation entre un maximum des acteurs et des parties prenantes concernés par une gestion renouvelée de leur espace.

La durabilité d'un système agraire peut être recherchée selon deux voies conceptuelles, non indépendantes : la gestion de ressources suffisantes, dont en priorité celle des plus rares et en danger ou la gestion de l'intégrité fonctionnelle du système (Thompson, 1997). Parce qu'ils ont du résister, au moins en grande partie, à l'intensification agricole fondée sur un « apartheid » territorial, les systèmes des zones marginalisées ont maintenu un beaucoup plus haut degré d'intégrité et de souplesse de leurs systèmes complexes. Leur expérience et savoir faire en matière de gestion d'un territoire dans sa diversifié et de gestion de biens publics constituent des **sites laboratoire** précieux pour concevoir et expérimenter les méthodologies afférentes dont le monde a et aura de plus en plus besoin.

Le cours que nous avons élaboré, à partir de notre expérience concrète, est une contribution à cette refondation de l'aménagement rural.

Parce qu'il concerne la petite échelle territoriale et une situation accumulant les facteurs de marginalisation (montagne méditerranéenne, isolement, exode rural, terres collectives, systèmes extensifs), ce travail démontre qu'il est tout à fait possible d'établir des représentations spatiales communes entre chercheurs, experts, décideurs, parties prenantes et acteurs. Le recours à la technologie avancée d'iconographie spatiale et informatique a favorisé l'élaboration en partenariat d'un **objet communicationnel intermédiaire**, à la fois **virtuel** grâce aux possibilités des nouvelles technologies et **réel** par l'inscription du vécu et de l'expérience de la société locale, qui permet non seulement d'intéresser les acteurs du territoire mais de les incorporer dans l'ensemble du processus depuis le diagnostic partagé et public jusqu'à la décision collective et au suivi des actions engagées.

La représentation spatiale virtuelle à dire d'acteurs est donc à la fois un objet concret (une maquette actionnable), un media de communication réciproque et à parité entre connaissances technico-scientifiques et savoirs implicites d'une culture locale mais c'est aussi le processus de recherche participative réinstaurant l'espace comme interlocuteur.

L'espace rural n'est plus un objet à exploiter et à malaxer. L'espace rural doit devenir lui-même un acteur qui nous invite avec insistance à prendre au sérieux la durabilité de nos sociétés.



FORMATION MULTIPOLE ET PLURIDISCIPLINAIRE
EN DEVELOPPEMENT RURAL



Bibliographie



Education and Culture DG

Tempus

- Abrams M., Hook S., and Ramachandran B. (2000), "ASTER User Handbook", in California Institute of Technology (ed.), (California: NASA), 133.
- Al-Kodmany K. (1999), "Using visualization techniques for enhancing public participation in planning and design: Process, implementation, and evaluation", *Landscape and Urban Planning*, 45 (1), 37-45.
- Al-Kodmany K. (2001), "Online tools for public participation", *Government Information Quarterly*, 329-341.
- Al-Kodmany K. (2002), "Visualization tools and methods in community planning: From freehand sketches to virtual reality", *Journal of Planning Literature*, 17 (2), 189-211.
- Allen E. and Goers R. (2002), "Beyond Maps : The next generation of GIS tools", *Planning magazine*, p9
- American Society of Photogrammetry (ASP). 1980. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing XLVI:10:1249.
- Appleton K. and Lovett A. (2005), "GIS-based visualisation of development proposals: reactions from planning and related professionals", *Computers, Environment and Urban Systems*, 29, 321-339.
- Appleton K., Lovett A., Sunnenberg G., and Dockerty T. (2002), "Rural landscape visualisation from Gis databases : a comparison of approaches, options and problems", *Computers, Environment and Urban Systems*, 26, 141-162.
- Auclair L. (1995), «L'appropriation communautaire des forets dans le haut atlas Marocain: intérêt pour le développement durable». In Sylvopastoralisme et développement: de la gestion traditionnelle a l'aménagement». Actes du 3eme séminaire international du réseau Parcours. Montpellier.
- Baltsavias P. E. (2004), "Object extraction and revision by image analysis using existing geodata and Knowledge: current status and steps towards operational systems", *Photogrammetry & Remote Sensing*, 58, 129-151.
- Bessaoud Omar, (2004), "Institutions et organisations du développement rural", in "Agriculture et alimentation en Méditerranée", CIHEAM- KARTHALA.
- Braudel F. (sous la direction de), 1985 «Méditerranée. L'espace et l'histoire». Paris, Flammarion.
- Bourdakis V. (1998), 'Navigation in Large VR Urban Models', in J.C.Heudin (ed.), *Lecture Notes in Artificial Intelligence 1434, VirtualWorlds* (Berlin Heidelberg: Springer-Verlag), 345-356.
- Bourdakis V. (2004), "Developing VR Tools for an Urban Planning Public Participation ICT Curriculum; The PICT Approach", in B.Tournay B.Rudiger, H.Orbaek (ed.), *Architecture in the Network Society: eCAADe2004 Proceedings eCAADe*, 601-607.
- Brunet R., Ferras R., Théry H.(1992), Les mots de la géographie : Dictionnaire critique (Broché), ed: Reclus La Documentation Française
- Campbell B. J. (1996), "Introduction to Remote Sensing" (London: Taylor & Francis) 622.
- DATAR, (1995), "Schéma National d'Aménagement et de Développement du Territoire : propositions des commissions thématiques". Ed. La documentation française. Paris, pp 173.
- Davis H. C. and Wang X. (2003), "Planimetric accuracy of Ikonos 1m panchromatic orthoimage products and their utility for local government GIS basemap applications", *International Journal of Remote Sensing*, 24 (22), 4267-4288.
- Deffontaines J.-P. and Pascal T. (2001), "Des entités spatiales significatives pour l'activité agricole et pour les enjeux environnementaux et paysagers ; contribution à une agronomie du territoire ", *Courrier de l'environnement de l' INRA n° 44*.
- Deffontaines J. P. and Pascal T. (1999), "Partage de l'espace rural pour la gestion de problèmes environnementaux et paysagers dans le Vexin français ", *Cahiers Agricultures*, 8 (5), 373-387.

- Deffontaines J. P., Lardon S., Benoit M., Chevignard N., Maigrot L. J., and Moisan H. (1994), "Itinéraires cartographiques et développement" (Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, INRA) 136.
- Dolman M. P., Lovett A., O'Riordan T., and Cobb D. (2001), "Design Whole Landscapes", *Landscape Research*, 26 (4), 305-335.
- Dykes J. (2000), "An Approach to Virtual Environments for Visualization Using Linked Geo-Referenced Panoramic Imagery", *Computers, Environment and Urban Systems*, 24 (2), 127-152.
- Ervin M. S. (2001), "Digital landscape modeling and visualization: a research agenda", *Landscape and Urban Planning*, 54, 49-62.
- Ferras R. (1997), "Les Modèles Graphiques en Géographie" (Montpellier: Géopoche) p.105.
- Fester, W. (1995), "India Readies Sharper IRS-1C for Molniya Launch", *space News*, (January) 9-15
- Ficher M.M., Nijkamp P., (1993), "Design and use of geographic information systems and spatial models", in Ficher M.M. Nijkamp P. (eds), *Geographic Information Systems, Spatial Modelling and Policy Evaluation*.
- FAO, (1995), *Approche participative, communication et gestion des ressources forestières en Afrique sahélienne: Bilan et perspectives*.
- Fremlin G, Robinson (1998), "Maps as Mediated Seeing", *Cartographica*, vol 35 (1/2), monographie p. 137.
- Geosystems L. (2005), "ERDAS Field Guide", (Leica Geosystems Geospatial Imaging, LLC).
- Geray U. (1995), "Travaux de développement en milieu forestier de Turquie". In "Sylvopastoralisme et développement : de la gestion traditionnelle à l'aménagement". Actes du 3eme séminaire international du réseau PARCOURS. Montpellier, pp 44.
- Goussios D. (1992), "Metsovo: un cas de développement global d'une localité montagnarde". In «Facteurs de résistance contre à la marginalisation des régions défavorisées et de montagnes». Ειδική συλλογική έκδοση της VI Γ. Διεύθυνσης της ΕΟΚ. Βρυξέλλες.
- Goussios D. (1997), " Le succès d'une communauté d'éleveurs du massif du Pinde". In "Les zones défavorisées méditerranéennes". (sous la direction de Roux B et Guerraoui D.). Ed. L'Harmattan-Ed. Toubkal. Paris. 1997.
- Goussios D. (2000), "Systèmes de gestion de l'espace de montagne : nouvelles approches et application de la géo-informatique. Ed. Université de Thessalie. (En grec)
- Goussios D., A. Koutsouris, J. Faraslis, (2004), "Sustainable natural resource use: a participatory tool", In *Desenvolvimento e ruralidades no espaço europeu - vol 2 (Development and ruralities in Europe - vol 2)*. Proceedings of the VIII National meeting (Vila Real June 29th-July 1st 2001. Collection APDR. Lisbonne.
- Goussios D., Vallerand F., Faraslis J., (2004), "Methods and technological tools for the participative interventions in the collective management practices of pasturelands on Mediterranean mountains: case study in Anavra, Greece." Abstract "of Animal Production and Natural Resources Utilisation in Mediterranean Mountain Areas", Ioannina.
- Hardin G. (1968), "The tragedy of commons", *Science*, 162, pp 1243-1248.
- Hill A. R., Veitch N., (2002), "Landscape visualization: rendering a virtual reality simulation from airborne laser altimetry and multi-spectral scanning data", *International Journal of Remote Sensing*, 23 (17), 3307-3309.
- Hirano A., Welch R., Lang H., (2003), "Mapping from ASTER stereo image data: DEM validation and accuracy assessment", *Photogrammetry & Remote Sensing*, 57 (5-6), 356-370.
- Joliveau Th., Molines N., Caquard S., (2000), 'Méthodes et outils de gestion de l'information des démarches participatives territoriales : Un regard France-Québec.
- Isenegger D., Price B., Wu Y., Fischlin A., Frei U., Weibel R., and Allgower B. (2005), "IPODLAS-A software architecture for coupling temporal simulation systems, VR, and GIS", *Photogrammetry & Remote Sensing*, 60, 34-47.

- Jung F. (2004), "Detecting building changes from multitemporal aerial stereopairs", *Photogrammetry & Remote Sensing*, 58 (3-4), 187-201.
- Kersting O. and Dollner J., (2002), "Interactive 3D Visualization of Vector Data in GIS", *Proceedings of the 10th ACM International Symposium on Advances in geographic information systems* (ACMPress).
- Klosterman, R., (1997), "Planning support systems: a new perspective on computer-aided planning", *J. Plan. Educ Res* 17, 45-54
- Konecny G., (1994), *New Trends in Technology, and their Application: Photogrammetry and Remote Sensing—From Analog to Digital*. Paper presented at the Thirteenth United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and the Pacific, Beijing, China, May
- Laaribi Amor, (2000), *SIG et Analyse Multicritère*, Hermes
- Lange E., (1994), "Integration of computerized visual simulation and visual assessment in environmental planning", *Landscape and Urban Planning*, 30, 99-112.
- Lange E., (2001), "The limits of realism: perceptions of virtual landscapes", *Landscape and Urban Planning*, 54, 163 -182.
- Lardon S., Maurel P., and Piveteau V. (2001), "Représentations spatiales et développement territorial" (HERMES) p. 437.
- Lardon S., and Piveteau V. (2005), *Méthodologie de diagnostic pour le projet de territoire : une approche par les modèles spatiaux = A methodology for territorial evaluation : a spatial models approach*, vol. 80, no 2 , pp. 75-90
- Levy J., (2002). *Un tournant cartographique?* In *Ces territorialités qui se dessinent*. Directeurs d'ouvrage: Debarbieux B. et Vanier M. Ed. L'aube-Datar.
- Lillesand and Kiefer, (1994), *"Remote sensing and image interpretation "* (third edition edn.: Wiley).
- MacEachren M. A., Kraak M.-J., and Verbree E., (1999), "Cartographic issues in the design and application of geospatial virtual environments", *19th International Cartographic Conference* (Ottawa, Canada).
- Mather M. Paul, (1987), *"Computer Processing of Remotely-Sensed Images"*, (John Wiley & Sons)
- Metral G., (2001), *"Images du temps: représentations et dynamiques territoriales"*, *Journee CartogrAm, Epistémologie de la carte et l'innovation en cartographie* (Paris).
- Naggar M., (1995), "L'aménagement sylvopastoral: un outil à la recherche d'organisation des éleveurs et de régénération des forêts marocaines". "Sylvopastoralisme et développement : de la gestion traditionnelle à l'aménagement". Actes du 3eme séminaire international du réseau PARCOURS. Montpellier, pp 44.
- Nicholson-Cole A. S., (2005), "Representing climate change futures: a critique on the use of images for visual communication", *Computers, Environment and Urban Systems*, 29, 255-273.
- Orland B., Budthimedhee K., and Uusitalo J. (2001), "Considering virtual words as representations of landscape realities and as tools for landscape planning", *Landscape and Urban Planning*, 54, 139-148.
- Plan bleu (2005) (sous direction de Benoit et Comeau) « Méditerranée : les perspectives du Plan bleu sur l'environnement et le développement » Edit de l'Aube Chapitre « l'Espace rural » pp 245-297
- Pullar D. and Tidey M. (2001), "Coupling 3D visualisation to qualitative assessment of built environment designs", *Landscape and Urban Planning*, 55, 29-40.
- Rapport d'étude (2000), "Programme stratégique d'intervention pour le développement durable des régions de montagnes", Ministère de l'Aménagement et de l'Environnement. Volos- Athènes, (En grec).
- Rapport de recherche (2000) du programme FAIR-U.E. 1997-2000: "DIVORDEF", Diversification et réorganisation des activités productives liées à l'élevage dans les zones défavorisées

- Reveret et Weber, (1994), "Biens communs: les leurre de privatisation". In savoir 2: Une terre en renaissance. ORSTOM. Paris, pp 71-72..
- Revol, H. (1998), Aménagement rural, Avis No 87 tome III, Projet de loi de finances pour 1998
- Rhyne M.-T. (2004), "SIGGRAPH, Course#30 Notes : Visualizing Geospatial Data".
- Robinson H. A., Morrison L. Joel, Muehrcke C. Phillip, Kimerling A. Jon, Guptill C. Stephen (1995), "Elements of Cartography", (John Wiley & Sons, Inc)
- Schiewe J. (2003), "Integration of multi-sensor data for landscape modeling using a region-based approach", *Photogrammetry & Remote Sensing*, 57 (5-6), 371-379.
- Space Imagine, (2001) <http://www.spaceimagine.com>
- Thompson P.B. (1997) The varieties of sustainability in "Livestock farming in Livestock farming systems ; more than food" Eds Sorensen EAAP publication 89 pp 5-15
- Torricelli G.P. (2002), «La carte (prospective) comme médiation symbolique». In Ces territorialités qui se dessinent. Directeurs d'ouvrage: Debarbieux B. et Vanier M. Ed. L'aube-Datar.
- Toutin T. (2004), "DSM generation and evaluation from QuickBird stereo imagery with 3D physical modelling", *International Journal of Remote Sensing*, 25 (22), 5181-5193.
- Tsiboukas C, Goussios D. (2000), Préparation, évaluation et suivi d'un projet agro-sylvo-pastoral dans les petites zones de montagnes. Programme communautaire NEKTAP (Agropolis- Montpellier) 1995-99. Εκδ IAM.
- U.S. Geological Syrvey N. M. D. (1998), "Part2 Specifications, Standardas for Digital Elevation Models", (U.S. Department of the Interior).
- Van kreveld M. (1997), 'Algorithms for Triangulated Terrains', *Conference on Current Trends in Theory and Practice of Informations*.
- Vassilopoulou S., Hurni L., Dietrich V., Baltsavias E., Pateraki M., Lagios E., and Parcharidis I. (2002), "Orthophoto generation using IKONOS imagery and high-resolution DEM: a case study on volcanic hazard monitoring of Nisyros Island (Greece)", *Photogrammetry & Remote Sensing*, 57 (1-2), 24-38.
- Volpe F. (2003), "Geometrical processing of QUICKBIRD high resolution satellite data", (Roma, Italy: Eurimage S.p.A.), 6.
- Volpe F. (2005), "Orthorectification of QuickBird Basic and Standard Orthoready data", (Italy: Euroimage), 4.
- Von Haaren C. and Warren-Kretzschmar B. (2006), "The Interactive Landscape Plan : Use and Benefits of New Technologies in Landscape Planning and Discussion of the Interacftive Landscape Plan in Koenigslutter am Elm, Germany", *Landscape Research*, 31 (1), 83-105.
- Walter D. C. (1997), "A Virtual Environment for Remote Sensing Visual Data Exploration and Analysis", (Joint Research Center, Ispra, Italy), 11.
- Watson M., Neil E., Derek I., Robert M., and Davis E. (2000), "A Vitual Reality Interface for Analyzing Repotely Sensed Forestry Data", paper given at SIGGRAPH 2000 Conference Abstracts and Applications, Catalog & CD-ROM, Sketches & Applications, Mississippi State University.
- Wilson R. J. and D'Cruz M. (2005), "Virtual and interactive environments for work of the future", *International Journal of Human-Computer Studies*, 64, 158-169.
- Wood J. (2005), "How green is my valley? Desktop geographic information systems as a community-based participatory mapping tool", *Area*, 37 (2), 159-170.