

L'INFORMATION DYNAMIQUE SPATIALISEE, UN OUTIL DE DIALOGUE ET DE DECISION OBJECTIF, COMMUN A TOUS LES ACTEURS DU DEVELOPPEMENT *

B. NAERT

Institut National de la Recherche Agronomique
Maison de la Télédétection
500, rue J-F- BRETON
34093 MONTPELLIER Cédex
Tel: 04 67 54 87 33

RESUME:

Les concepts qui régissent le développement durable de l'espace diffèrent généralement entre les institutions nationales, la recherche, les collectivités locales, les usagers, etc... Les conflits d'intérêt qui en résultent découlent souvent de modèles qui ne prennent pas en compte le point de vue de toutes les parties, envisagent des échéances différentes, ou sont établis sur une connaissance insuffisante, partielle ou partielle de l'espace concerné.

L'évolution fulgurante des outils de perception et de gestion de l'information spatiale (Télédétection, Systèmes d'Informations Géographiques,...) a permis de décupler les capacités techniques des cartographes qui les ont adoptés, mais surtout elle permet d'introduire dans l'argumentation de la prise de décision, une palette d'instruments objectifs pour observer les changements spectraux, spatiaux et temporels, des paysages et de leurs composants.

La simplification tout aussi rapide de la technologie d'exploitation, rend désormais accessible cet outil à tous les acteurs de la décision. Elle leur permet d'introduire, dans la base de données géoréférencées commune, les informations qui proviennent de leur propre niveau de connaissance pour les confronter aux diverses interprétations cartographiques de l'espace et aux images disponibles. Il est ainsi possible de mieux comprendre et éventuellement d'affiner les référentiels et modèles de décision.

Une réflexion, sur la méthodologie de recueil, d'échange et d'évaluation des informations spatialisées, est menée depuis plusieurs années par le laboratoire de télédétection de l'INRA. Contrairement aux approches centralisées habituelles, mettant en œuvre des moyens matériels

conséquents, elle privilégie le niveau des acteurs locaux du développement. L'expérience acquise avec l'aide de nombreux collaborateurs dans le sud de la France, en Algérie, au Maroc et en Tunisie sera présentée dans une synthèse de travaux réalisés à différentes échelles pour tenter d'évaluer les possibilités et les limites de cette logique d'échange.

La "gestion des ressources naturelles" demande une connaissance du milieu, de l'agriculture, de l'économie et des hommes,... suffisante pour concevoir des modèles de "développement" qui puissent se projeter dans l'avenir et dans l'espace. Nous nous proposons de contribuer aux travaux de ce séminaire, sur les aspects "spatiaux", par l'analyse de quelques uns des résultats obtenus par l'équipe de télédétection INRA de Montpellier, au cours des recherches sur la méthodologie cartographique qu'elle a menées depuis plus de vingt cinq ans au nord et au sud de la Méditerranée (France, Algérie, Maroc et Tunisie).

Nos recherches tendaient à définir les meilleures approches possibles pour découper l'espace en unités cohérentes par rapport à un thème déterminé. La priorité a été donnée à la cartographie des sols et aux études préalables aux aménagements ruraux, centre d'intérêt du département de Science du sol de l'INRA, mais un certain nombre d'autres thèmes ont également été abordés, en collaboration étroite avec des participants extérieurs. Nous avons en effet admis comme principe que: la "gestion collective par les acteurs concernés" supposait que chacun des participants reconnaisse ne posséder qu'une partie du savoir nécessaire et accepte de le partager. Il devait accepter également, en échange d'un enrichissement de sa propre connaissance, de ne

* : Séminaire International Agriculture et Développement durable en Méditerranée Agropolis International-Montpellier, France.

prendre en compte ses intérêts particuliers actuels ou potentiels, que parmi d'autres.

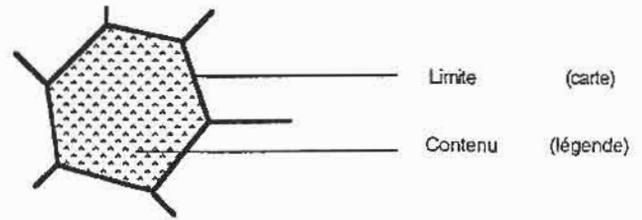
LA CARTOGRAPHIE THEMATIQUE:

Au cours de ces recherches, nous avons été confronté en permanence aux relations entre le cartographe spécialisé sur un thème particulier (pédologie, phytosociologie, géologie, hydrologie,...) et le gestionnaire de l'espace. Nous avons ainsi dû constater une différence fondamentale entre deux conceptions de la partition du milieu naturel:

. **l'inventaire**, dans lequel la carte représente la distribution spatiale de toutes les unités qui sont cohérentes par rapport à un thème donné. Cette carte prétend dresser un répertoire objectif et complet de propriétés quantifiables, ou des états répertoriés, dans une légende qui explique la situation locale et la place de chaque unité dans une classification universelle. Le thématicien (pédologue, géologue, écologue,...) comme l'utilisateur de l'espace (forestier, agronome, aménageur,...), qui veut comprendre le fonctionnement du milieu, utilise l'inventaire comme outil d'expression spatiale de propriétés. Il cherche généralement à en augmenter la précision (amélioration des contours) et à diversifier les propriétés inventoriées (subdivision du contenu).

. **et le zonage**, qui traduit dans un espace limité, l'interprétation d'un ensemble de propriétés de l'environnement par rapport à un problème particulier. L'espace est ainsi découpé en unités qui sont définies d'après leur valeur relative et qui peuvent être hétérogènes sur le plan de leurs propriétés. Confronté à des problèmes qui demandent généralement des réponses immédiates, le gestionnaire dispose du zonage comme moyen d'expression. Il est conduit dans le meilleur des cas (quand les inventaires existent) à appliquer un modèle d'évaluation du milieu sur l'expression simplifiée, en termes de potentialités ou de contraintes, de quelques unes des propriétés inventoriées. Plus généralement il effectue directement un zonage subjectif pour palier aux inventaires inexistantes.

Dans les deux cas et quelque soit le thème d'application envisagé, la représentation cartographique de l'espace étudié pose des problèmes techniques successifs: d'abord caractériser le **contenu** d'unités cohérentes (ne présentant que des variations acceptables à une échelle et pour une problématique données) et en délimiter le plus objectivement possible le **contour (ou la limite)**; ensuite les représenter selon des normes cartographiques (aspect plus secondaire avec les outils modernes).



LA CARTOGRAPHIE FACTORIELLE:

C'est par une réflexion sur le concept de "zonage" et sur la façon de le rendre plus rationnel que nos recherches ont commencé dans les années 1970, à un moment où le développement des méthodes de gestion de l'environnement conduisait à faire évoluer la demande de cartes vers la réalisation d'études préalables à des aménagements, au détriment des inventaires systématiques.

Pour éviter aux cartographes thématiques, qui pour financer la réalisation des "inventaires" étaient contraints de faire des actes d'expertise dans des domaines qui n'était pas le leur, de prendre et de faire prendre des risques inutiles dans les orientations préconisées dans leurs "cartes d'aménagement", nous avons proposé une approche factorielle du milieu. Dans notre approche, il s'agissait de produire à la même échelle un ensemble de cartes assez simples, pour qu'elles puissent être réalisées sans risque d'erreur par un cartographe et exploitées directement par l'utilisateur afin de répondre à son problème. Il s'agissait d'une part d'élargir les domaines d'intervention des cartographes à l'ensemble des paramètres, qui paraissaient importants à l'utilisateur concerné, et d'effectuer le découpage de l'espace en fonction des seuils que ce dernier jugeait déterminants. D'autre part, il ne s'agissait que d'assister par des éléments techniques les gestionnaires dans leur rôle essentiel qui est la définition des normes de potentialités et de contraintes et le classement de la vocation des terrains.

Concrètement, la procédure consistait à dresser une série de cartes rudimentaires sur les paramètres utiles, définis en concertation entre le cartographe et le gestionnaire, de les regrouper sur une carte de synthèse où chacune des propriétés inventoriées était représentée de façon analytique; puis, pour définir la vocation des terres, d'appliquer un modèle d'interprétation établi sous la responsabilité de l'utilisateur et enfin, de traduire en couleurs le résultat de cette interprétation.

Appliqué à diverses échelles et sur des problèmes variés, la méthode s'est avérée suffisamment souple pour pouvoir être généralisée. Une certaine cohérence est même apparue parmi les paramètres demandés par les utilisateurs. En effet, qu'il s'agisse

de forêt, d'élevage, de viticulture, c'est en termes de pente, exposition, altitude, pluviosité, occupation des sols, antécédents culturels, profondeur des sols, réserves hydriques, calcaire,..., que les besoins ont été formulés. Par contre les seuils fixés pour définir les classes se sont avérés relativement imprécis, subjectifs et souvent dépendre plus du site que du thème d'aménagement.

Son application opérationnelle (sur le vignoble des collines de la Moure dans la région de Montpellier) a montré qu'elle était efficace par rapport aux techniques traditionnelles car les travaux onéreux de prospection ont pu être considérablement réduits (le dessin à l'époque a demandé plus de temps que la conception, la prospection et la réalisation des maquettes réunies). Mais elle a également permis de mettre en évidence les réticences rencontrées tant de la part de cartographes traditionnels que d'utilisateurs bousculés par l'introduction de concepts et de technologies les contraignant à plus d'objectivité et à une plus grande responsabilité dans leurs décisions.

Il a fallu attendre l'apparition des Systèmes d'Information Géographique pour que les cartographes adoptent cette façon de penser alors que les utilisateurs ont manifesté bien plus tôt leur intérêt pour la carte analytique. Elle a été très demandée pour en tirer des interprétations différentes nécessitant parfois des compléments d'information: soit par adjonction d'une carte factorielle complémentaire, soit par la subdivision des unités de cartes existantes (changement d'échelle).

Au cours de ces applications, il a été possible d'observer que la principale difficulté que rencontre le cartographe dans la réalisation de cartes factorielles, n'est pas de dresser des cartes rudimentaires sur des thèmes qui ne sont pas de sa compétence, mais de limiter ses investigations à un nombre très restreint de paramètres et de classes dans sa spécialité. La précision d'un modèle plurifactoriel dépendant du paramètre dont le niveau de discrimination est le plus bas, les précisions que le prospecteur est capable de donner sur un seul plan d'information s'avèrent donc (dans un premier temps) inutiles si les informations des autres plans ne sont pas du même niveau. Ces difficultés ont mis en évidence l'importance de la cohérence des informations dans une base de données spatialisées et pose en plus des problèmes liés à l'introduction d'autres cartes factorielles, un certain nombre de questions sur la notion de changement d'échelle qui exige de pouvoir compléter la base d'informations et améliorer une carte factorielle existante par affinement de ses classes.

LA CARTOGRAPHIE DYNAMIQUE:

Une réflexion approfondie sur la cartographie

d'inventaire conduit à la considérer comme la manifestation d'une connaissance évolutive et à adopter à son égard une approche dynamique. Il est logique de raisonner successivement sur le recueil de la base de donnée initiale (carte existante, relevé rapide sur le terrain,...), puis sur l'amélioration par apports successifs du tracé des limites ou de la définition du contenu des unités. La possibilité d'intégrer les progrès rapides et récents des outils modernes de cartographie doit être traitée différemment selon qu'il s'agit de réaliser un inventaire initial ou d'améliorer un inventaire existant, car les technologies ne sont pas les mêmes.

Sur le plan de la saisie de l'information, la télédétection permet d'effectuer sur de très vastes surfaces, un réseau régulier très dense de mesures objectives, reproductibles, peu onéreuses, non perturbantes pour le milieu, donc particulièrement adapté à l'inventaire et au suivi de son évolution. Mais en fonction des thèmes, son efficacité est différente: elle peut dans certains cas se substituer aux procédés classiques et permettre une cartographie presque totalement automatique (altitude, pente, exposition,...), dans d'autres cas elle facilitera et complètera la prospection de terrain si des corrélations peuvent être établies entre des propriétés utiles et les mesures spectrales, spatiales ou temporelles qu'elle permet (couvert végétal, travaux du sol,...), ou s'avérera totalement inutile faute de relations établies (pH, pierrosité à 80cm de profondeur par exemple).

N'obéissant pas aux mêmes logiques que le prospecteur cartographe, la hiérarchie des observations de la télédétection ne s'intègre donc pas directement à ses classifications thématiques. Il est par exemple, bien plus difficile d'identifier la vigne sur une image satellite que sur le terrain, mais, si la présence de cette vigne a été reconnue par une autre méthode, la même image pourra donner des informations fiables sur des caractères plus secondaire, comme son cépage, son état physiologique, son mode de conduite, etc... Il est, dans ce cas, difficile de dresser l'inventaire initial de la culture de la vigne avec la télédétection qui par contre, sera particulièrement utile pour l'améliorer.

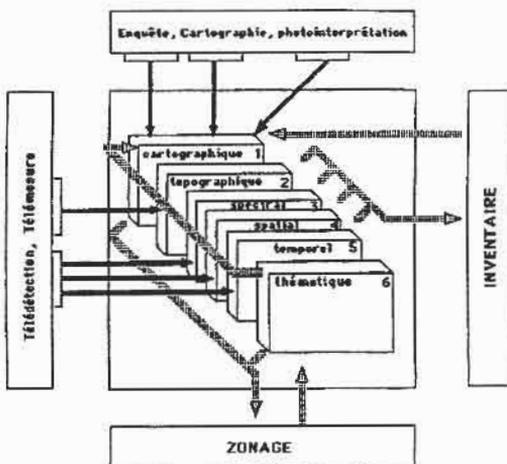
L'apport de l'informatique pour la gestion des cartes et des bases de données géoréférencées en "Système d'Information Géographique" a permis également des progrès considérables en ce qui concerne l'association de connaissances, la représentation de documents cartographiques et la confection de cartes d'inventaires ou de zonages par l'application des modèles d'interprétation. Il permet notamment de réaliser très rapidement des documents de travail facilitant la confrontation au terrain, qui est elle même plus efficace avec les

outils de repérages disponibles (Global Positioning System). La superposition et la comparaison des cartes facilite la recherche des erreurs, la détection des anomalies et la subdivision des classes pour améliorer les inventaires. Mais obéissant aux mêmes règles que la cartographie factorielle précédemment décrite, la valeur des zonages obtenus dans un S.I.G. dépendent de la qualité du modèle utilisé et du niveau de précision du plan d'information (inventaire thématique) utilisé le plus faible.

LE REFERENTIEL D'INFORMATIONS SPATIALISEES:

C'est pour pouvoir profiter au mieux des possibilités offertes par l'évolution des techniques sans leur donner cependant une importance prépondérante et risquer de tomber dans une dérive instrumentale que nous avons été conduit à définir un schéma général de saisie et de gestion de l'information. Il s'agissait d'intégrer l'ensemble des outils nouveaux que l'évolution technologique met à la disposition du cartographe: télédétection, Système d'Information Géographique, G.P.S... aux outils et données déjà disponibles. Créé à l'origine, pour pouvoir évaluer par rapport aux finalités d'inventaire ou de zonage, les apports respectifs des technologies traditionnelles et modernes et définir entre elles les modes d'association souhaitables, ce schéma s'est montré performant pour pratiquer une cartographie dynamique.

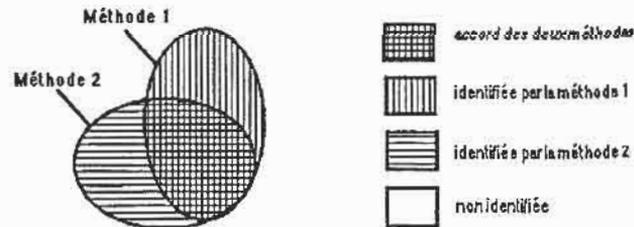
Son application "en vrai grandeur" dans le cadre d'un projet européen sur la "surveillance de la dynamique de la désertification au Nord du Sahara" a permis de constater qu'un "référentiel" d'informations spatialisées était rapide à mettre en place, applicable à différentes échelles et dans différentes régions. Cette méthode d'appréhension de l'espace, mise en œuvre par des personnes provenant de milieux très différents, s'est avérée facile à transférer.



Les référentiels ainsi constitués ont permis de démontrer qu'avec notre logique, une formulation informatique des cartes factorielles en matrices comparables, un micro-ordinateur et un logiciel du domaine public il était possible de se libérer des faux problèmes instrumentaux et logiciels trop souvent mis en avant, pour aborder les questions fondamentales qui évoluent peu: comme la réalisation des inventaires initiaux, l'amélioration de ces inventaires, la paramétrisation des besoins, la conception des modèles d'interprétation, mais surtout la confrontation des zonages qui résultent d'approches différentes et la validation des résultats sur le terrain.

Utilisant l'expérience acquise dans les échanges techniques menés avec les utilisateurs de la Télédétection en Languedoc Roussillon, il a ainsi été possible dans un exemple didactique, sur un site choisi dans le sud du Maroc pour sa pauvreté en documents cartographiques de créer rapidement une base d'informations spatialisées minimale pour aider les décisions de l'aménageur et d'intégrer, sur les 2500Km² concernés, les rares données cartographiques existantes, de les compléter avec quelques cartes rudimentaires dressées pour la circonstance, des données topographiques résultant de l'interprétation de Modèle Numérique de Terrain, des informations spatiales, temporelles et spectrales de la télédétection satellitaire,....

Mais surtout, il a permis de faire s'exprimer par rapport à un même thème comme le sol ou le couvert végétal des points de vues aussi différents que ceux du pasteur (utilisateur direct), de l'ingénieur de l'Office de Mise en Valeur (gestionnaire de l'espace), ou du télédécteur (technicien), de rendre la forme cartographique et numérique comparable et avec l'aide du schéma suivant: et d'évaluer en surfaces relatives les accords, les différents cas de désaccords et de constater ainsi:



La participation croissante des outils modernes à une cartographie évolutive: Pour un thème et une approche déterminés, selon le temps consacré à la caractérisation, on obtient naturellement des résultats plus précis. Mais la réalisation successive de cartes à une échelle de plus en plus grande par le même cartographe le conduisent à chaque étape à remettre en cause autant la définition des contenus que le tracer des limites obtenues précédemment.

Plus la discrimination est fine, plus est nécessaire le recours aux techniques automatiques.

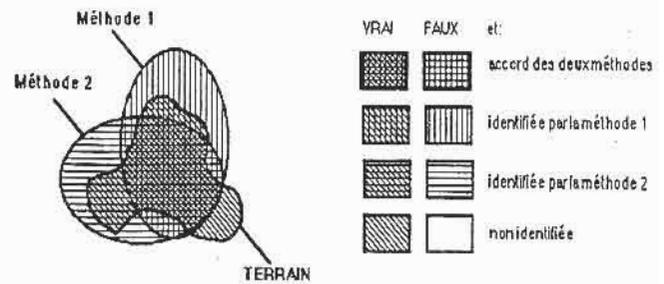
L'existence et la possibilité d'introduire dans la cartographie du milieu, un savoir inutilisé: puisque des zonages obtenus par des cartographes travaillant indépendamment avec des logiques totalement différentes présentent des contours très voisins: les limites de la carte des unités de paysage obtenue par enquête auprès de pasteurs est très voisine par exemple de celles de la carte du projet de mise en valeur proposées par un technicien confirmé s'appuyant sur l'utilisation d'images satellites, la reconnaissance au sol de la végétation, des sols,....

A plus grande échelle et sur des sujets plus pointus: la caractérisation des sols ou de la végétation, les mêmes cartographes utilisant les techniques d'investigation précédentes, arrivent à des résultats qui diffèrent tant par la nature du contenu des unités que par leur délimitation. D'autre part, la caractérisation du sol pour l'un selon des critères pédogénétiques et des paramètres représentatifs de potentialités hydriques, chimiques,... et pour l'autre par les propriétés de surfaces liées au confort de l'animal qui les parcours,... montre une complémentarité qui s'avère importante pour mieux définir les potentialités du milieu à l'égard d'un thème d'exploitation (le pastoralisme dans cet exemple), mais aussi pour affiner l'inventaire des sols par des propriétés insoupçonnées par l'un ou l'autre .

La complémentarité des approches automatiques et humaines: L'exploitation de cartes thématiques, qu'elles soient ou non aidées par une approche automatisée, pose le problème à la fois du seuil et de la nature du paramètre identifié. Ainsi par exemple, la comparaison qui peut être faite entre une carte des pentes réalisées par exemple par photo-interprétation et prospection de terrain et celle obtenue par voie automatique et seuillage avec les mêmes classes à partir du M.N.T. montre une perception différente du milieu: à la notion de pente mesurée par la machine, le cartographe associe inconsciemment une notion d'environnement en fonction de la surface élémentaire de l'unité de pente, donc une interprétation thématique que la machine ne sait pas faire.

D'une façon générale les inventaires, obtenus par des moyens traditionnels ou par des procédures de télédétection, sont en désaccord. La confrontation au terrain montre que les résultats sont aussi mauvais (30 à 40% d'erreurs) dans un cas comme dans l'autre, même pour des échelles très différentes. Dans la mesure où les erreurs sont d'origine différente les cartes sont améliorables par leur confrontation, et surtout par leur évaluation sur le terrain.

La nécessité du contrôle de terrain: Dans tous les cas, l'évaluation des résultats par comparaison qui s'avère nécessaire, débouche sur une indispensable confrontation au terrain selon ce schéma:



la comparaison par exemple de photo-interprétations indépendantes du même document réalisées par quatre photo-interprètes confirmés appartenant au même service fait apparaître une très grande fiabilité pour l'évaluation statistique (% de surface) et une forte dispersion dans sa distribution spatiale de l'unité identifiée (boisement lâche). Les procédures de cartographie automatique essayées en parallèle conduisent à des résultats équivalents à celle des photo-interprètes. Seule la confrontation sur le terrain, qui peut trancher au cas par cas entre les différents points de vues, permet à la fois de réduire les erreurs et surtout d'en comprendre les causes. Seule la validation selon le schéma précédent, permet de choisir parmi les nombreux modèles qui peuvent être imaginés et dont la technique donne la dimension spatiale.

LA PRISE DE DECISION CONSENSUELLE:

Sur un plan pratique, pour l'inventaire cartographique comme pour la prise de décision dans la gestion de l'espace, tous nos travaux ont montré l'intérêt de mettre en œuvre simultanément des sources d'information variées et la nécessité du dialogue vertical entre des partenaires fournissant les informations indispensables à la planification (inventaires), à la prise de décision (zonage) et à la réalisation d'un aménagement (évaluation). Ce dialogue constitue le lien d'une chaîne de procédures dont l'efficacité dépend autant du maillon le plus faible que de la liaison entre les maillons.

Les résultats ont en outre permis de constater le rôle fondamental du dialogue horizontal entre des partenaires qui abordent le même thème avec des points de vue différents, pour permettre l'évolution et l'amélioration des inventaires.

Mais il faut bien admettre que le contrôle en vraie grandeur des modèles d'exploitation des données spatiales et le dialogue, tant sur le plan vertical qu'horizontal, que nous avons eu la chance de

pouvoir pratiquer en équipes multidisciplinaires, restent encore trop souvent insuffisants et exceptionnels.

En partant cependant du double constat:

1/ qu'il est indéniable que la technologie de l'observation de l'espace, de la gestion de l'information et du repérage sur le terrain ont fait des progrès énormes en un quart de siècle, que les cartographes disposent d'une expérience de plusieurs siècles pour comprendre les fonctionnements du milieu et que nombreux sont les références thématiques, les méthodes et les outils fiables pour créer les modèles temporels et spatiaux efficaces. Mais que ces savoir faire ne s'accordent pas toujours et que les interprétations ne sont pas validées sur le terrain.

2/ que la demande en informations spatialisées est toujours très forte et qu'elle conduit toujours, comme dans les années 1970, les acteurs du développement frappés par les progrès de la technologie à renoncer en partie à leurs responsabilités pour rentabiliser leurs investissements matériels par des prestations de services. Il se crée ainsi des réseaux localisés qui ne facilitent ni les échanges ni la confrontation au terrain, une course à l'instrumentation et à la possession de S.I.G. au détriment des normalisations, du recueil des données de qualité et de la cohérence nécessaire.

Avec l'expérience acquise dans les dialogues que nous avons établis et les résultats obtenus en équipe et avec des participants d'origines très variées, dans des milieux, des échelles et des thèmes différents il nous a été possible de faire un certain nombre d'observations sur le plan relationnel qui nous conduit à chercher une explication autre que technique au fait que les inventaires stagnent, que les données de la télédétection sont inabordables, que les utilisateurs de l'espace et les décideurs sous-traitent leurs responsabilités.

Pour progresser, il nous semble que contrairement aux raisons généralement invoquées pour justifier la situation actuelle: l'information satellitaire n'est pas onéreuse quand on la rapporte au champ couvert et au nombre de mesures effectuées., il ne coûte pas plus de réaliser sur des superficies opérationnelles des mesures cohérentes que des mesures expérimentales non coordonnées. Les instruments d'exploitation, sont maintenant accessibles à tout le monde, les techniques de traitement de l'information de télédétection, de gestion en S.I.G. sont élémentaires et les techniques de repérage dont bénéficie n'importe quel navigateur amateur, sont accessibles à un aménageur..., mais que chacun maintenant doit prendre sa part de responsabilités.

CONCLUSION:

Il n'y a plus aujourd'hui de raisons techniques pour justifier le faible développement des techniques modernes de cartographie et la réduction des programmes d'inventaire ou le fait que des décisions d'aménagement de l'espace soient prises sans utiliser les outils actuels. Il n'y a pas de raisons objectives pour justifier le blocage de la situation si ce n'est l'existence encore de "chapelles" scientifiques, techniques ou commerciales que la nouveauté des outils explique et facilite, mais qu'il importe de réduire.

Pour que le choix des orientations prioritaires, la mise en place et la localisation des aménagements soient consensuels et ainsi le développement "durable", en l'état actuel de nos connaissances, il nous semble falloir admettre le droit à l'information cartographique et spatiale de toutes les parties, le droit aux utilisateurs directs de l'espace d'introduire leurs connaissances dans la base d'information commune et le droit à l'erreur des participants à la décision.

Dans le cadre de ce séminaire, il nous semble donc important de chercher une solution aux questions suivantes:

. Si l'on se réfère au rôle que jouait la photographie aérienne, distribuée en France à prix coûtant par l'Institut Géographique National, dans la connaissance spatiale du milieu naturel, - comment distribuer dans un pays où se pose des problèmes de développement, une couverture régulière, cohérente, corrigée géométriquement et radiométriquement, qui soit accessible à tous, sur l'ensemble du territoire?

. Si l'on admet que les éventuels choix initiaux pour un développement ne sont ni incontestables ni immuables et doivent pouvoir s'adapter à l'évolution des connaissances, du milieu et des centres d'intérêts des acteurs, - quelle forme donner à l'enseignement des techniques pour que tous les acteurs concernés par la gestion de l'espace accède aux outils disponibles, à l'heure où avec un matériel portable dérisoire il est possible de gérer sur le terrain un référentiel important?

. Si l'on admet enfin que la connaissance du milieu n'est pas seulement le fait de ceux qui le conceptualisent, mais également de ceux qui l'utilisent et que l'efficacité du développement résultera de la confrontation permanente des effets des différentes solutions envisagées à l'état des lieux et des connaissances de tous, - sous quelle forme et dans quelles normes l'utilisateur doit il formuler son savoir pour l'introduire efficacement dans la recherche du consensus?.

Liste chronologique des principaux travaux utilisés dans cette synthèse:

J.C.FAVROT 1974 Carte Pédologique de France à 1/100.000 coupure de MOULIN SESCOFF-INRA. et Secteurs naturels d'aménagement SESCOFF-INRA.

B. NAERT 1974 Equi-potentialités forestières, problème du zonage pages 1 à 18 de la Revue Photo-Interprétation 1,2,3/3 1974 Edition Technip Paris.

B. NAERT, J.P. BARTHES et G. BOYER 1976 Etude préalable à la restructuration du vignoble des collines de la Moure. 47 Pages + annexes + 4 cartes à 1/25.000. Rapport d'Etude du Service d'Etude des Sols Montpellier N° 272.

J.G. BOUREAU et B. NAERT 1985 Caractérisation des formations naturelles hétérogènes par dégradation du pixel des satellites à haut pouvoir de résolution - Application à la cartographie des boisements lâches. Pages 311 à 325 Actes du 5ème Congrès de l'Ass Québécoise de Télédétection Vol. V, Bernier et Gagnon éditeurs 22-24 mai Chicoutimi (Canada).

B. NAERT et All 1991 Télédétection pratique - Stage d'initiation Ed. INRA-GUTLAR Montpellier, ISBN N° 2-7380-0384.

B. NAERT et All 1993 Référentiel d'ERRACHIDIA (Maroc) à 1/250.000 Ed IN RA-GUTLAR Montpellier ISBN N° 2-7380-0503-9.

B. NAERT et All 1993 Référentiel de MILLAU (France) à 1/100.000 Ed INRA-GUTLAR Montpellier ISBN N° 2-7380-0504-7.

K. AIT-ALHAYANE 1993 Géographie des espaces pastoraux en milieux désertiques. Une approche

cartographique exploitant les discours des pasteurs et les données de la télédétection dans le Tafilalet (Maroc), thèse de l'Univ P Valéry Montpellier.

M. NOURI 1993 Contribution de la télédétection à la cartographie des ressources naturelles des espaces arides et sahariens en vue de leur aménagement intégré. Référentiel d'ERRACHIDIA-Maroc Master of Science CIHEAM Montpellier.

B. NAERT 1994 Cartographie des sols par télédétection: le référentiel, un outil de dynamique adapté aux milieux arides actes du Symposium de l'Association Internationale de Cartographie de TUNIS 6-9 décembre Bull CFC 142-143 p 193-205.

B. NAERT 1995 Le Référentiel, un outil pour concevoir et évaluer sur le terrain les modèles cartographiques. Actes du 1er colloque international A.A.F. Imagerie scientifique et traitement d'images. Cannes 4-6 Avril 1995.

N. BOULAHOUAT et B. NAERT 1996 Télédétection des ressources en sols des zones arides, une méthode d'inventaire adaptée aux conditions de travail sur le terrain, expérimentée dans la région de DJELFA (Algérie) - Etude et Gestion des Sols (E.G.S) 3,1,1996 pages 7-26.

K.TOUNSI 1996 La Télédétection Satellitaire, Etude des Systèmes Alimentaires et Gestion des Territoires en Tunisie Centrale (Application à la Région de Kairouan) Thèse de Doctorat en Géographie et Aménagement Rural Univ P Valéry Montpellier.