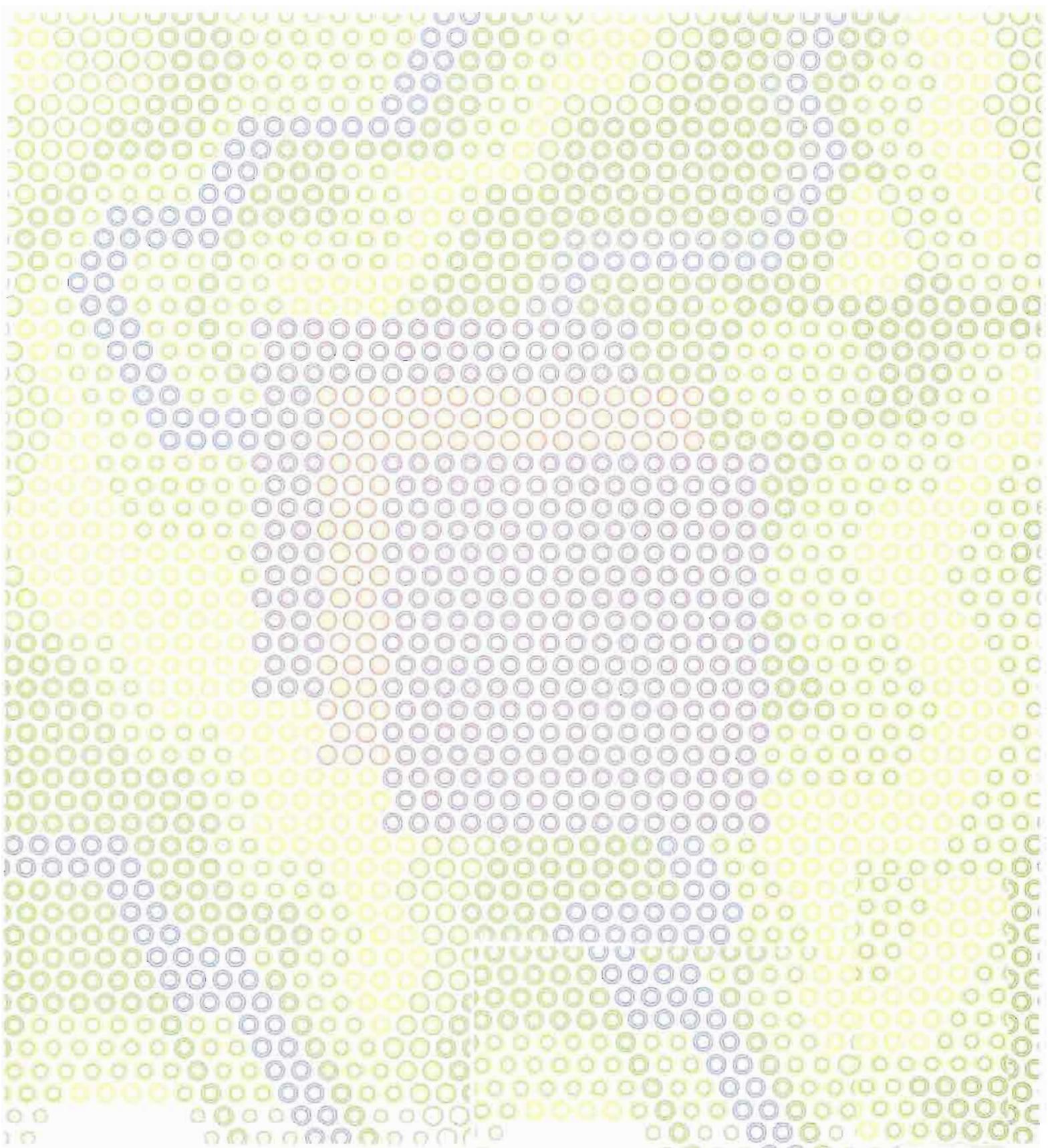


Joël Charre, Philippe Miellet, Philippe Waniez



RECLUS

**Pratique des systèmes
d'information géographique raster**



collection reclus modes d'emploi n° 18

Pratique des systèmes
d'information géographique
raster

Des mêmes auteurs

Joël Charre

Aux Editions Masson

- *Initiation aux pratiques statistiques en géographie*. Collection Géographie (en collaboration avec le Groupe Chadule).
- *Initiation aux pratiques informatiques en géographie, le logiciel INFOGEO*. Collection Géographie (en collaboration avec Pierre Dumolard).

Philippe Waniez

Au GIP RECLUS

- *Les données et le Territoire: initiation à la numérisation pour la cartographie statistique*. (en collaboration avec Violette Cabos).
- *Pratique de l'analyse statistique, SAS sur PC/PS, mini et gros systèmes*. Col. Reclus Modes d'Emploi, n°15. (en collaboration avec Micheline Cosinschi).
- *Analyse exploratoire des données*. Col. Reclus Modes d'Emploi, n°17.

Au GIP RECLUS et à l'ORSTOM

- *Les données et le Territoire: initiation au traitement informatique des données spatialisées*. (en collaboration avec Gérard Dandoy et Violette Cabos).

A l'ORSTOM

- *Les données et le Territoire: initiation à l'analyse en surfaces de tendances*. (en collaboration avec Yann Le Gauffey).

Aux Editions Eyrolles.

- *Cartographie sur Macintosh*.
- *Système d'information géographique: initiation pratique sur Macintosh*.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier, pour leur contribution proche ou moins proche à la genèse de cet ouvrage:

- Roger Brunet et Hervé Théry, Directeurs successifs du GIP RECLUS.
- Franck Auriac, Professeur à l'Université d'Avignon, directeur du DEA «Structures et dynamiques spatiales».
- Pierre Gondard et Joël Bonnemaïson, Directeurs Scientifiques au Département Société, Urbanisation, Développement de l'ORSTOM.
- Jonathan Rapper, Professeur au Birkbeck College de l'Université de Londres.
- Jean Piwnik, Maître de conférences à l'Université Paris-X Nanterre.
- Violette Brustlein, Régine Vanduick, Patrick Brossier et Gilbert Villagordo (Maison de la Géographie de Montpellier), Hervé Chevillotte (Centre ORSTOM de Dakar Hahn).
- Les participants au stage «SIG sur Macintosh» du DEA «Structures et dynamiques spatiales».
- la société SPOT Image.
- la Municipalité de Lunel-Viel (Hérault).
- l'Institut National des Appellations Contrôlées de Montpellier.

Collection Reclus Modes d'Emploi n°18

Pratique des systèmes d'information géographique *raster*

Joël CHARRE

Université d'Avignon, GIP RECLUS

Philippe MIELLET

Allocataire de recherche, Université d'Avignon, GIP RECLUS

Philippe WANIEZ

ORSTOM, GIP RECLUS

**GIP
RECLUS**

MAISON DE LA GÉOGRAPHIE, MONTPELLIER



Pratiques des systèmes d'information géographique raster / CHARRE Joël,
MIELLET Philippe, WANIEZ Philippe
Montpellier: G.I.P. RECLUS, 1991.— 56 p., 7 tabl., 15 fig.en noir, 16 fig.
couleurs, 30 cm.—
(Collection Reclus Modes d'Emploi n° 18)
ISBN 2-86912-036-6
ISSN 0298-9689
© GIP RECLUS, Montpellier, 1991.

Ce fascicule a été rédigé par Joël Charre, maître de conférences à l'Université
d'Avignon, Philippe Miellet, doctorant allocataire de recherche à l'Université
d'Avignon, Philippe Waniez, chargé de recherches à l'ORSTOM, Maison de la
Géographie

Secrétariat de publication: Régine Vanduick

Direction: Hervé Théry

G.I.P. RECLUS, Maison de la Géographie, 17 rue Abbé de l'Épée,
34000 Montpellier
Tél. 67 72 46 10; Fax 67 72 64 04



TABLE

	Page
Introduction	7
1. SIG et représentation des données géographiques	9
1.1. L'originalité des SIG	10
1.2. Les composantes d'un SIG et la représentation des données	10
2. Un SIG sur la commune de Lunel-Viel (Hérault)	13
2.1. Le thème, l'échelle et l'espace	14
2.1.1. Le thème: l'évolution de l'utilisation du sol	14
2.1.2. L'échelle et l'espace: une commune de la plaine languedocienne	14
2.2. Les cartes	15
2.2.1. Les cartes d'utilisation du sol	15
2.2.2. La carte des niveaux d'altitude	16
2.2.3. La carte du plan d'occupation des sols	16
2.2.4. La carte des appellations d'origine contrôlée	16
3. Acquisition et représentation des données dans un SIG <i>raster</i>	17
3.1. MAP II: projet et carte	17

3.2. MAP II: création de cartes	18
3.2.1. L'édition	18
3.2.2. Le dessin	18
3.2.3. L'utilisation d'un fichier numérique	22
4. Interroger le SIG sur Lunel-Viel	24
4.1. La vigne et son évolution	24
4.1.1. Le bilan global	33
4.1.2. Les modalités d'évolution	33
4.1.3. L'affectation des terres laissées par la vigne	34
4.2. La représentation des conditions topographiques	34
4.3. Vignoble et topographie	35
4.3.1. Vignoble et altitude	35
4.3.2. Vignoble et pente	37
4.3.3. Vignoble et exposition	38
4.4. Perspectives de croissance démographique	38
5. Vecteur et <i>raster</i>: combinaisons et correspondances	40
5.1. Collecte et transformation des données vectorisées	41
5.1.1. La numérisation	41
5.1.2. La construction des polygones	41
5.2. L'étude des cartes vectorisées	42
5.3. La conversion du vecteur en <i>raster</i>	43
5.3.1. Une opération simple dans l'univers Macintosh	43
5.3.2. Problèmes d'exportation	44
5.4. Complémentarité des représentations vectorielle et <i>raster</i>	44
Conclusion	45
Bibliographie	48



INTRODUCTION

Les systèmes d'information géographique (SIG) constituent les témoins les plus visibles du renouvellement en cours des méthodes et des techniques de la géographie. Outils de gestion territoriale et de planification, les SIG s'adressent en priorité aux corps de métiers liés à l'aménagement de l'espace urbain, rural ou régional. En simplifiant l'association de sources d'information variées (cartes, statistiques, images satellitaires, enquêtes, etc.), les SIG facilitent l'examen des positions relatives des objets dans l'espace (topologie) et des relations qu'entretiennent leurs attributs (co-occurrences, proximités, etc.). Les SIG ouvrent de nouvelles perspectives, et cela malgré une certaine lourdeur de mise en pratique. La littérature en français sur le sujet demeure encore assez rare; *Systèmes d'information géographique, des concepts aux réalisations* (H. Pornon, 1990) propose une bonne introduction.

Au cours du «Grand Colloque de Prospective: La géographie, situer, évaluer, modéliser» organisé pour le Ministère de la Recherche par le GIP RECLUS, à Paris, les 12 et 13 Décembre 1990, l'importance proprement stratégique de l'information géographique a maintes fois été soulignée. Néanmoins, si l'on parle beaucoup, à l'heure actuelle, des systèmes d'information géographique, force est de constater que l'expérience des géographes français en ce domaine demeure extrêmement réduite. A l'université, les formations qui proposent un enseignement sur ce sujet sont encore rares, même au niveau du troisième cycle et cela malgré un marché porteur pouvant sans doute offrir de nombreux débouchés à des étudiants géographes d'un niveau égal ou supérieur à la maîtrise.

Pourtant, l'accès aux moyens informatiques ne pose plus guère de

problème: les micro-ordinateurs se diffusent largement et les logiciels sont nombreux, même dans ce champ d'application assez spécialisé. Profitant de cette situation favorable (demande pressante et moyens techniques accessibles), l'Université d'Avignon a proposé aux étudiants du DEA «Structures et Dynamiques Spatiales» un stage d'initiation aux SIG sur Macintosh qui s'est déroulé à la Maison de la Géographie de Montpellier au cours du mois de Mars 1991. Pour les besoins de cette opération, il a fallu construire un SIG, c'est-à-dire rassembler un ensemble de données sur un thème et un espace. Ce texte retrace, entre autres, cette expérience de traitement de l'information géographique permise par les SIG. Le dernier chapitre expose une application complémentaire réalisée par un ancien étudiant de ce DEA, qui pour son doctorat participe aux travaux de l'un des instituts européens les plus en «pointe» sur le sujet, le Birkbeck College de l'Université de Londres.

On n'a donc pas cherché à être exhaustif, ni à couvrir l'ensemble des matériels disponibles sur le marché; l'ouvrage publié récemment par le

réseau ADOC, *Outils de traitement des données urbaines, logiciels* (F. Pelletier, 1991), propose par ailleurs un vaste panorama de l'offre du marché (principalement sur stations de travail). De même, le *Guide Mercator 1991* de la cartographie numérique propose un ensemble de fiches sur les SIG, les banques de données urbaines et tous les autres domaines connexes.

Compte tenu de ses grandes qualités graphiques, de son relativement faible coût et de son avance réelle sur le plan ergonomique, la gamme Macintosh d'Apple constitue sans doute une bonne manière d'aborder la mise en pratique des SIG. Les SIG *raster* (comme MacGIS et MAP II), descendant directement du *Map Analysis Package* (MAP) mis au point par C. Dana Tomlin en 1983, ont l'originalité de proposer une sorte d'«algèbre des cartes» gouvernée par un langage spécifique: les instructions interprétées par le logiciel déclenchent l'exécution de divers algorithmes qui, à partir d'un ou plusieurs plans d'information en produisent un nouveau, résultat du traitement demandé. Faible coût et simplicité d'utilisation plaident en faveur de ce type d'approche lorsque la problématique le permet.



SIG ET REPRÉSENTATION DES DONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Par système d'information géographique, il faut entendre système automatisé d'enregistrement et d'analyse des données dont le matériel et le logiciel ont été spécialement conçus pour traiter des données géographiquement référencées et les attributs qui s'y rapportent. Autrement dit, les SIG peuvent être considérés comme l'une des voies conduisant à l'étude des systèmes spatiaux définis comme «un ensemble d'objets, d'attributs de ces objets, d'interrelations parmi ces objets et parmi leurs attributs, enfin d'interdépendances entre les objets et les attributs» (Berry, 1971). Néanmoins, les SIG, s'ils peuvent contenir objets et attributs, sont actuellement dotés de fonctions exploratoires limitées qui ne semblent

pas permettre la prise en compte du fonctionnement des systèmes spatiaux. Ce champ de recherche, instrumenté par les SIG, demeure aujourd'hui encore à défricher; il s'agit là d'un des grands enjeux de la recherche en analyse spatiale pour l'an 2000.

Il existe une excellente initiation aux SIG: la pile hypercard GIST (pour *Geographical Information System Tutorial*) réalisée par le Département de Géographie du Birkbeck College. On y parcourt les étapes nécessaires à la construction d'un SIG: acquisition des données cartographiques, correction, structuration, conversion des formats d'enregistrement, projections, interrogation des bases de données cartogra-

phiques, représentation des surfaces et des réseaux, mise en relation des informations. Le GIST propose aussi un répertoire des logiciels disponibles sur le marché, une encyclopédie illustrée des concepts usuels dans les SIG et, enfin, une bibliographie spécialisée.

1.1. L'originalité des SIG

Les SIG sont particulièrement bien adaptés aux données se présentant sous forme de cartes, relatives par exemple à la topographie, à l'hydrographie, aux types de sols, etc. Ils proposent des outils qui rendent efficaces d'anciennes techniques comme la superposition de cartes qui permet la mise en relation d'informations relevées sur des objets géographiques de nature différente (routes, parcellaires, bâtiments, etc.) mais participant au même espace.

Un SIG est un système de gestion de base de données (SGBD) qui se distingue des SGBD «traditionnels» par sa capacité à structurer les données sur la base de critères spécifiquement spatiaux comme la localisation. L'accès au SGBD se fait par l'intermédiaire d'un langage d'interrogation qui évite à l'utilisateur final d'avoir à connaître tous les détails de l'organisation de données.

En plus du SGBD, un SIG renferme de nombreuses fonctions de cartographie automatique ou assistée par ordinateur ainsi que des moyens infographiques permettant l'édition du résultat des traitements.

Mais la principale originalité d'un SIG réside dans sa capacité à mettre en relation des données graphiques (les éléments des cartes enregistrées dans le système) et des données non graphiques comme, par exemple, des statistiques établies sur les objets spatiaux dont les éléments graphiques donnent une représentation.

Ainsi, un SIG n'est pas seulement une base de données alphanumérique, ni un système infographique, ni un logiciel de cartographie automatique. Il se compose d'éléments provenant de chacun de ces grands domaines sans pour autant se réduire à l'un d'eux. Autrement dit, une application de «cartomatique» faisant appel à la statistique, à «l'analyse des données», à la modélisation et à la cartographie automatique ne passe pas obligatoirement par un SIG (*La Carte mode d'emploi*, R. Brunet, 1987, illustre bien ce qu'apporte la cartomatique à l'analyse géographique).

1.2. Les composantes d'un SIG et la représentation des données

Dans un système d'information géographique, les données sont décomposées en trois ensembles distincts.

- Les couvertures délimitent les portions d'espace auxquelles se rapportent les données. Souvent, ces couvertures correspondent aux coupures des cartes topographiques: pour un espace donné, il peut donc y avoir plusieurs couvertures à analyser simultanément.

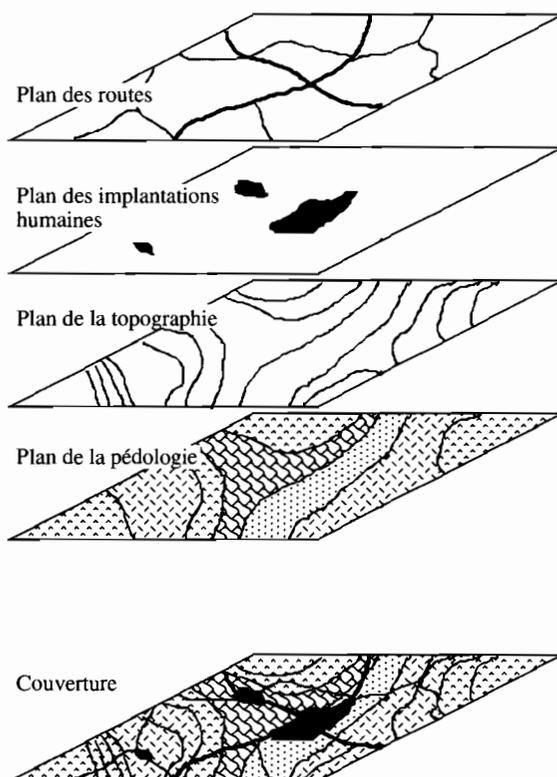


figure n° 1.1. La décomposition de l'information géographique en plans d'information superposés, pouvant être combinés pour former une carte.

- Les plans d'information renferment, pour chaque couverture, l'information proprement géographique, routes, établissements humains, topographie, etc. (figure n°1.1). D'un point de vue thématique, chaque plan est homogène car il n'a trait qu'à un seul type d'objet géographique: le plan des routes contient les routes, et elles seules. Par contre, comme chaque objet est parfaitement localisé et dessiné, tous les plans demeurent en parfaite correspondance et peuvent être combinés.

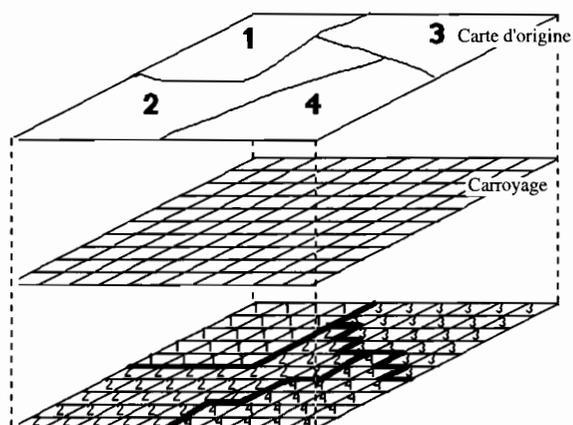


figure n° 1.2. La capture des éléments d'un plan d'information dans la maille carrée d'un SIG raster. (source: GIST)

- La base de données relationnelle se compose d'une ou plusieurs fiches décrivant les caractéristiques qualitatives (type de construction, composition des ménages, etc.) ou quantitatives (analyse de sol, âge de chaque habitant, etc.) de chaque objet d'un plan d'information.

Il existe deux méthodes pour représenter la localisation de l'information dans le système. Avec les SIG *raster*, les informations sont capturées par une maille carrée (figure n°1.2). Chaque carreau se voit affecter une valeur qui exprime soit la présence ou l'absence d'un type d'objet (une route traverse ce carreau ou ne le traverse pas), soit une qualité (un type d'utilisation du sol), soit une valeur (altitude, distance). Cette méthode présente l'avantage d'être relativement peu onéreuse et assez facile à mettre en œuvre; elle se prête facilement au calcul de distances ou de gradients, et à la mise en relation d'images satelliti-

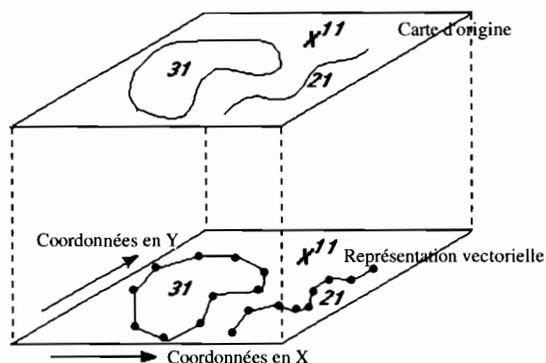


figure n° 1.3. La numérisation des coordonnées des éléments d'un plan d'information dans dans un SIG vectoriel.
(source: GIST)

taires avec d'autres données. Mais elle présente l'inconvénient de ne pas conserver «l'intégrité» des objets: par exemple, une parcelle de vigne sera représentée par un ensemble de carreaux adjacents de même valeur, sans qu'un lien soit établi entre ces carreaux: en fait, l'entité «parcelle» n'existe plus dans cette représentation. Il en est de même pour une route! Cet inconvénient réhhibitoire pour certaines problématiques (exigeant

la représentation vectorielle, plus classique) est peu gênante pour l'étude de l'occupation du sol, comme pour tout ce qui a une surface.

La représentation vectorielle, par rapport à la précédente, a l'avantage de ne pas perdre les objets (parcelle, route, etc.). Cela se fait par la numérisation précise de chacun, ainsi transformé en une séquence de coordonnées (figure n°1.3). Ces objets sont ponctuels (représentés par une seule coordonnée), linéaires (coordonnées initiale et finale différentes), et polygonaux (mêmes coordonnées initiale et finale). Ces objets peuvent être décrits par une information non cartographique associée.

L'information vectorielle est plus riche que l'information *raster*, mais elle demande une plus grande précision dans la saisie des documents, qui doit être réalisée par des professionnels. Les algorithmes des fonctions de traitement sont aussi plus complexes.



UN SIG SUR LA COMMUNE DE LUNEL-VIEL (HÉRAULT)

Il existe des SIG de toutes tailles et sur des sujets très divers. En géographie, on peut en envisager deux types extrêmes. Les très grands, par le nombre de variables et d'objets qu'ils contiennent, sont des mines de renseignements contenant de véritables inventaires tendant à l'exhaustivité; ils peuvent être utilisés à propos de nombreuses questions, avec les fonctions de tri et de recherche. On peut bien sûr craindre que, quelle que soit leur dimension, leur aspect «généraliste» suscite des déceptions. C'est évidemment un autre type de SIG qui a été élaboré ici dans un but pédagogique: il réunit des informations sur un thème seulement. Il a été construit par rapport à une problématique.

La distinction de ces deux types extrêmes de SIG montre deux usages possibles; dans le premier cas, la banque de données, énorme et sans cesse mise à jour, par toutes sortes d'utilisateurs (services techniques d'urbanisme, agences d'aménagement, etc.), interrogée pour de nombreuses questions; dans le second cas, la réunion des seules informations nécessaires au traitement d'une question sur un espace précis.

Pour des raisons pratiques (temps, moyens financiers, problèmes liés à une formation initiale peu technique), c'est surtout ce second type de SIG que des géographes peuvent être amenés à construire au cours de leur travail de recherche.

2.1. Le thème, l'échelle et l'espace

Les cartes topographiques sont une source irremplaçable d'informations. L'idée nous est donc venue de constituer un SIG à partir de ces cartes. Un géographe est habitué à les lire, à les comparer, à les commenter. Il était donc intéressant d'évaluer si la constitution d'un SIG contenant les mêmes renseignements pouvait apporter un avantage contrebalçant le travail d'enregistrement de ces cartes dans un ordinateur.

2.1.1. Le thème: l'évolution de l'utilisation du sol

L'utilisation du sol a été retenue comme thème d'étude en raison de la facilité d'acquisition des données: sur une carte topographique, l'interprétation de photos aériennes est déjà faite. Certes, des catégories intéressantes sont absentes de la légende; un travail de terrain ou de photo-interprétation aurait pu permettre de combler les lacunes. Cela n'a évidemment pas été fait ici, mais dans les conditions réelles d'une problématique nécessitant des données précises, la collecte de ces données peut prendre un temps considérable.

Les catégories d'utilisation du sol d'une carte topographique entrées dans un SIG n'auraient guère permis que la mesure de surfaces ou de longueurs, résultat assez dérisoire par rapport au travail de saisie. L'insertion dans le SIG d'une carte des niveaux d'altitude autorise le croisement classique: utilisation du sol et conditions topographiques

qui, à l'échelle d'une commune, intègre les grands types de sols et les topoclimats. Enfin, si les catégories d'utilisation du sol sont connues sur un même espace à deux dates différentes, c'est l'évolution de l'utilisation du sol qui devient le thème le plus intéressant, croisé avec les conditions topographiques.

2.1.2. L'échelle et l'espace: une commune de la plaine languedocienne

Le problème d'échelle est en principe secondaire dans un SIG, puisque les différentes informations peuvent être saisies à différentes échelles; une des fonctions du SIG est de faire correspondre ces échelles. Dans un SIG *raster*, cela consiste à faire correspondre dimension et position des carreaux de chaque carte. Néanmoins, selon l'échelle, on dispose de précision graphique et de niveau d'information différents. L'échelle du 1:25 000 pour les cartes a été retenue car elle permet de représenter différents types d'espaces tout en restant à un niveau proche du concret, donc vérifiable sur le terrain. Dans ce cas, un carroyage de 25 m de côté fournit une résolution correcte vis-à-vis des thèmes d'étude envisagés (voir ci-après), malgré une surestimation de certains phénomènes qui ont moins de 25 m de côté ou moins de 625 m² de surface.

Le choix d'un espace a été plus conjoncturel: la commune de Lunel-Viel (figure n°2.1), par sa position au contact de la plaine littorale du Languedoc et des collines (les altitudes vont de 7 à 50 mètres) renferme plusieurs terroirs, du

Sud au Nord:

- la plaine dans sa partie la plus élevée, sans étang ni manade,
- les versants bien exposés des premières collines où s'étendent deux aires d'Appellation Contrôlée, dont celle du «Muscat de Lunel»,
- un plateau, où subsistent quelques lambeaux de forêt.

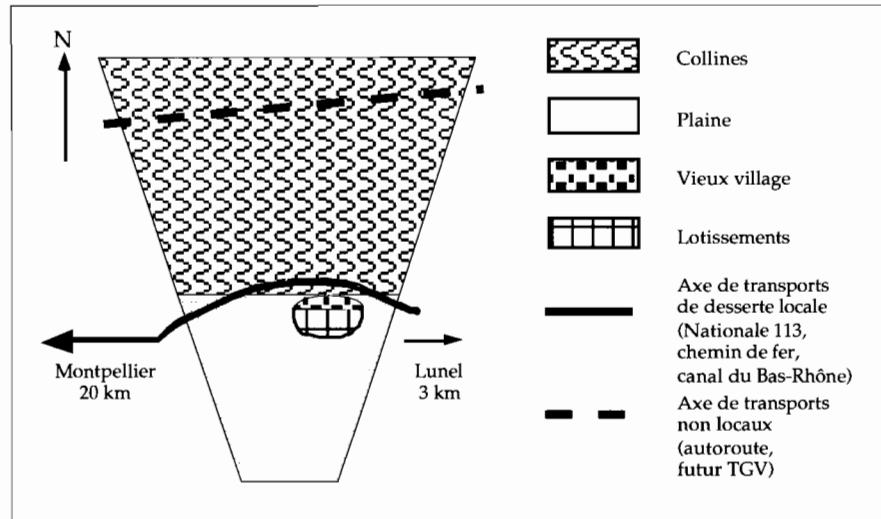


figure n° 2.1. Les principales composantes de Lunel-Viel.

Par ailleurs, la situation entre Montpellier et Lunel fait de Lunel-Viel une commune rurale en cours d'urbanisation (2 300 habitants en 1990, avec un taux annuel de croissance de 4% pour la dernière période intercensitaire).

Ce territoire présente donc l'intérêt d'une évolution rapide de l'utilisation du sol, en fonction de deux processus largement indépendants: l'extension du bâti par adjonction de lotissements au vieux village et l'arrachage de la vigne sous l'effet de la Politique Agricole Commune. Au cours des cinq dernières années le paysage s'est donc transformé de manière très sensible. Cela continuera avec le prochain passage de la ligne TGV Paris-Barcelone dans les collines ou avec l'éventuelle déviation de la route nationale 113, Marseille-Bordeaux dans la plaine. Ce serait l'occasion de nouveaux thèmes d'étude.

2.2. Les cartes

Pour étudier ce thème, cinq cartes ont été construites. Ce sont les cartes-sources du SIG.

2.2.1. Les cartes d'utilisation du sol (figures n°2.2 et 2.3)

De légères modifications ont été faites par rapport à la légende des cartes IGN. Le bâti a été distingué en deux catégories: le bâti continu correspond au vieux village, le bâti lâche aux extensions plus récentes où se combinent maisons et jardins. Ce bâti lâche contient bien sûr les lotissements de la dernière décennie, mais aussi des extensions plus anciennes, vers le nord. La catégorie «jardin» de l'IGN a été incluse dans cette catégorie bâti lâche. La catégorie «activités» regroupe des usines, des entrepôts, et les deux coopératives, fruitière et

vinicole. La catégorie «collectif» concerne des espaces de propriété et d'usage collectifs: école maternelle, cimetière, arènes, station d'épuration, parc municipal, château d'eau; certains de ces espaces, totalement insérés dans le bâti continu (mairie, école primaire, salles des fêtes) n'ont pas été distingués. L'hydrographie regroupe les deux Dardaillon, qui fonctionnent en canaux de drainage, et ne deviennent des rivières que lors des fortes pluies, et le canal du Bas-Rhône-Languedoc; ce regroupement ne permettrait pas de faire une étude sensée des zones inondables. La légende de la carte doit correspondre au but de l'étude.

Le principal problème de la légende IGN est rencontré sur les espaces laissés en blanc. L'IGN, qui représente sur les cartes des permanences, délimite sans les distinguer ces espaces d'attributions changeantes et diverses; nos cartes étant en quelques sorte des états à un moment précis devraient distinguer ces attributions. C'est la principale imprécision de ces cartes, qui ne distinguent pas cultures labourées et friches.

2.2.2. La carte de niveaux d'altitude (figure n°2.4)

Elle représente des intervalles d'altitude, ces intervalles étant d'amplitude variable, faible (2,5 mètres) dans la plaine, moyenne dans la zone des pentes (5 mètres), lâche dans les altitudes qui correspondent au plateau du Nord (15 mètres), de manière à faire apparaître le sommet des principales collines.

2.2.3 La carte du plan d'occupation des sols (figure n°2.5)

Elle a été simplifiée de manière à comporter essentiellement la délimitation des espaces sur lequel le bâti peut s'étendre.

2.2.4. La carte des appellations d'origine contrôlée (figure n°2.6)

Elle regroupe les deux Appellations Contrôlées existantes: «Coteaux du Languedoc», qui a la plus large extension, et «Muscat de Lunel», spatialement incluse dans la précédente (à une parcelle près).



ACQUISITION ET REPRÉSENTATION DES DONNÉES DANS UN SIG RASTER

Pour réaliser le SIG sur la commune de Lunel-Viel, le logiciel MAP II pour Macintosh a été choisi pour diverses raisons:

- les données sont représentées sous forme *raster*. Il apparaissait souhaitable d'évaluer les véritables capacités d'un logiciel adapté à ce type de représentation;
- le coût du logiciel (1 000 francs environ) est dérisoire au regard d'autres produits disponibles sur le marché;
- par rapport à MacGIS, MAP II est plus complet. En effet, il fonctionne avec la couleur et admet une assez grande variété de formats d'entrée des données.
- il propose une intéressante gestion du SIG sous la forme de projet.

3.1. MAP II : projet et carte

Un projet est un ensemble de cartes, une sorte de répertoire (figure n°3.1). Une carte peut être placée dans plusieurs projets, tout en n'existant qu'une fois. Une carte de MAP II est en fait un tableau à deux dimensions, dont les lignes et les colonnes sont une partition de l'espace. La finesse de cette partition s'appelle résolution (ici 25 mètres). Chaque case (*cell*, dans la documentation) située à l'intersection d'une ligne et d'une colonne représente donc une surface (ici 625 m²) à laquelle est attribuée une seule valeur, soit:

- VOID désignant l'absence de valeur (le hors carte),

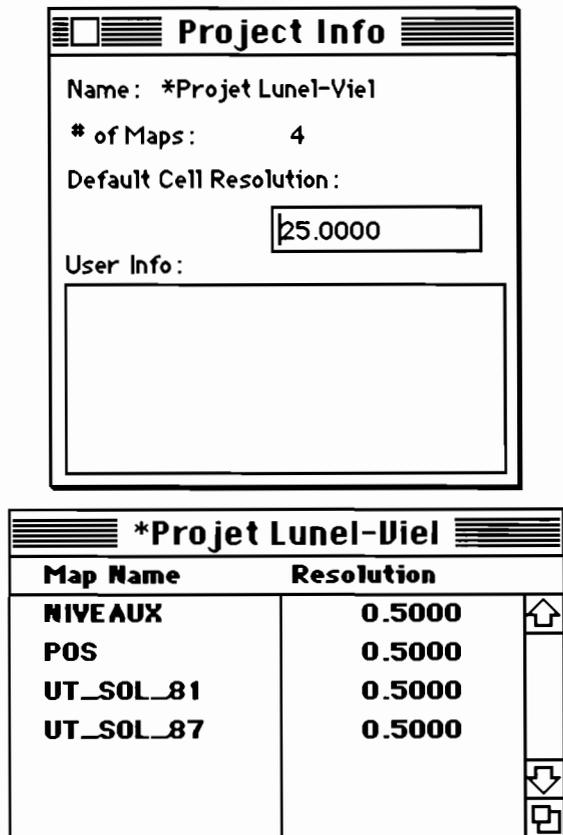


figure n° 3.1. La résolution d'un SIG raster et le répertoire des cartes dans MAP II.

- une valeur numérique, pouvant correspondre à une valeur quantitative (altitude), ou à un codage qualitatif (vigne=1, route=8...).

Ainsi, plus la résolution est fine, plus les cartes du SIG *raster* s'approchent de la qualité graphique de celles des SIG vectorisés. Mais cette amélioration se fait au prix d'un accroissement spectaculaire du volume de données à stocker. Des recherches sont d'ailleurs actuellement en cours, visant à mieux définir la nature des erreurs engendrées par le passage du vectoriel au *raster* (Almeida et Govone, 1991).

3.2. MAP II : création de cartes

Les cartes de MAP II peuvent être créées de trois manières: par édition directe de chaque carte, par l'utilisation d'un fichier numérique ou à l'aide d'un logiciel de dessin.

3.2.1. L'édition

Le logiciel propose trois outils de tracé de figures sur le carroyage (point par point, par ligne ou par polygone). Il suffit dans ce cas de choisir la valeur à inscrire dans les carreaux retenus et de les désigner à l'aide de l'un de ces outils.

3.2.2. Le dessin

Avec le logiciel CANVAS, l'entrée de chaque carte dans le SIG nécessite une préparation assez longue en 5 étapes:

- le scannage de la carte d'origine permet d'obtenir un fond de dessin;
- le tracé de la carte est réalisé avec un logiciel de dessin. Deux modes graphiques sont disponibles: avec le mode *bit-map*, (nommé aussi format Mac Paint qui est le nom du premier logiciel l'ayant proposé) les images sont formées par une juxtaposition de points noirs ou blancs correspondant à la résolution de l'écran (72 points par pouce); le mode vectoriel, (nommé aussi format DRAW) ne présente pas cette limitation, mais est plus difficile à mettre en œuvre;
- lorsqu'on utilise le mode *bit-map*, on ne peut importer que des «calques» sur lesquels chaque élément de la légende compose un plan d'information thématique (figure n°3.2). La technique la plus simple consiste à

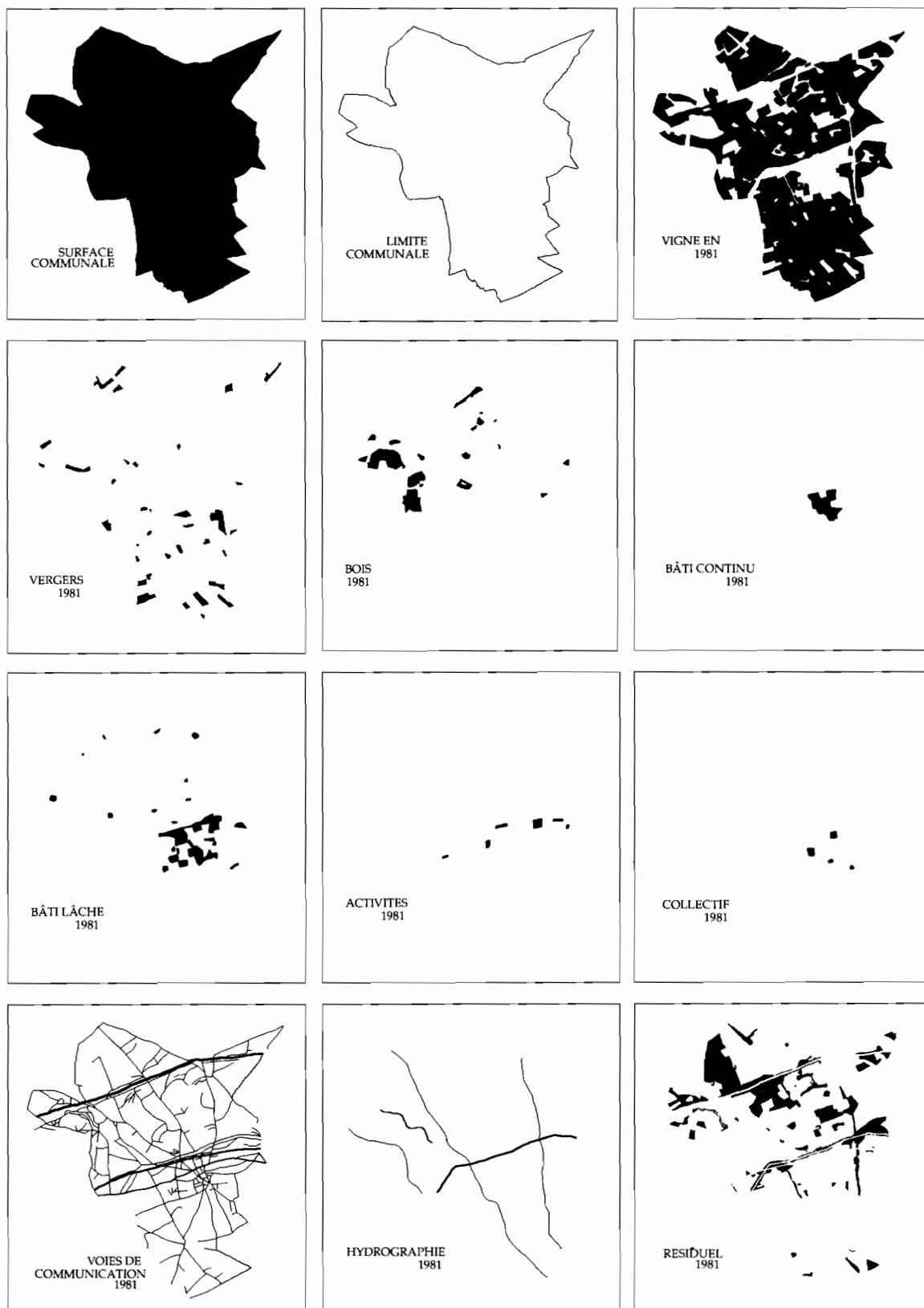


figure n° 3.2. La décomposition d'une carte en «calques» élémentaires pour la réalisation d'un plan d'information thématique.

dessiner d'abord les principaux éléments structurants (en général les routes, les rivières, etc.) puis à caler les autres éléments de la carte par rapport à ceux-ci.

- l'importation d'un dessin dans MAP II autorise une modification de la résolution. Par exemple, si dans le logiciel de dessin, une cellule d'écran représente 12,5 m, une réduction de 50% engendre un point dans la carte MAP II de 25 m de côté (d'où la résolution 0.5 qui apparaît dans le répertoire des cartes, figure n°3.1). Cette réduction éventuelle, qui permet de réduire l'espace occupé en mémoire par chaque carte, peut néanmoins engendrer quelques problèmes de superposition de valeurs dans les cellules proches de la limite de deux classes. D'autres problèmes peuvent provenir de l'imprécision relative du dessin réalisé à 72 points par pouce.

- la carte finale résulte du traitement des plans d'information par le

SIG: c'est la combinaison de cartes importées plan par plan, ces plans étant préalablement enregistrés par Canvas dans des fichiers PICT. La carte finale se compose donc progressivement dans MAP II: la première étape combine deux plans, produisant une carte provisoire à deux catégories. À cette carte est combiné un nouveau plan (carte à trois catégories) et ainsi de suite. Chaque nouveau plan peut éventuellement chevaucher des carreaux déjà renseignés. C'est même assez systématique, soit par imprécision du dessin (il vaut mieux faire un chevauchement que laisser un vide), soit par volonté du dessinateur, car c'est un moyen de simplifier le travail de dessin. Chaque carreau ne pouvant appartenir qu'à une catégorie, il se pose un problème d'affectation des carreaux où se produit un chevauchement. La meilleure solution consiste à combiner les plans selon un ordre de surfaces décroissantes et à affecter systématiquement les carreaux

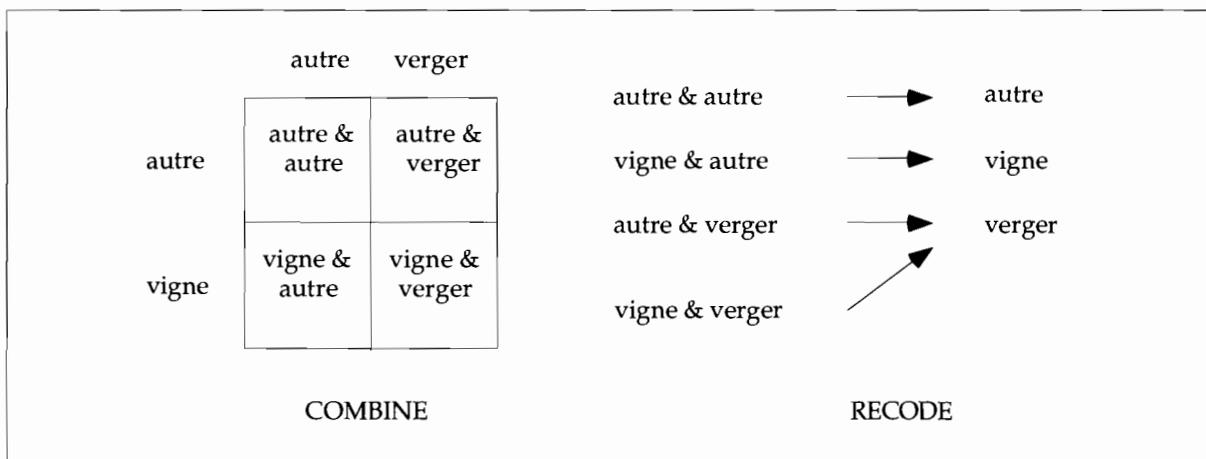


figure n° 3.3. Diagramme COMBINE-RECODE de la vigne et des vergers pour la constitution de la carte finale de l'utilisation du sol.

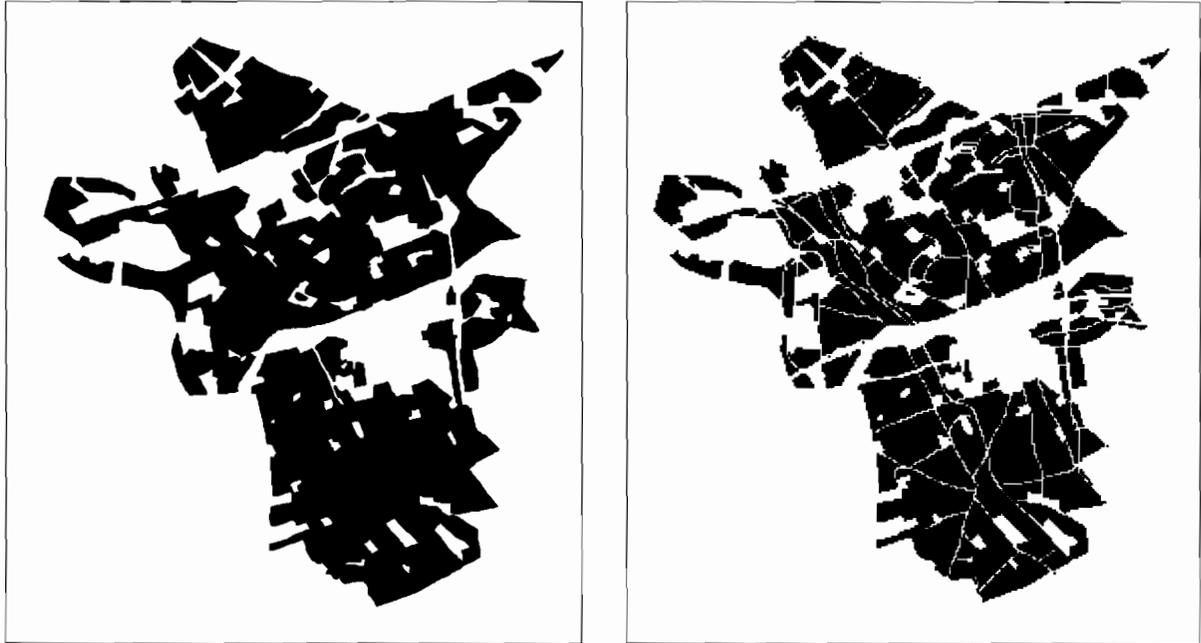


figure n° 3.4. Le calque de la vigne en 1981 avant importation dans MAP II, et le plan d'information de la vigne en 1981 obtenu après un RECODE de la carte d'utilisation du sol en 1981 figurant dans le SIG.

de double appartenance au dernier plan introduit. En effet, il n'est pas dramatique de perdre quelques carreaux de vigne (en Languedoc) alors que ce pourrait l'être de perdre du bâti. La dernière phase de combinaisons doit être réservée aux réseaux (routes, rivières) où le maintien de la continuité est indispensable. La combinaison plan-plan ou carte-plan est faite par l'opération COMBINE (figure n°3.3). La catégorie «vigne et verger» n'existe qu'en cas de chevauchement. C'est elle qu'il faut supprimer lors d'une opération RECODE. Un nettoyage de la légende est de toute façon nécessaire...

Si ce problème montre bien l'imprécision qui peut se produire au contact des catégories, ces chevauchements permet-

tent aussi de simplifier le dessin des plans. Sachant que les routes viendront se superposer sur le plan de la vigne, il est inutile de désigner sur celui-ci les routes qui traversent la vigne; de même, les vergers venant se superposer sur la vigne, il est inutile de dessiner sur le plan «vigne» les contours précis de parcelles de vergers incluses dans la vigne. En toute logique, une limite n'a à être dessinée qu'une fois de manière précise, sur le plan qui intervient le plus tard dans l'ordre des combinaisons. Il en résulte que les plans dessinés avec Canvas changent de contours et de surfaces après importation et combinaison avec les autres plans dans Map II (figure 3.4).

Avec un écran couleur, et le logiciel PixelPaint, la préparation de la carte en

vue de son importation dans MAP II est grandement simplifiée. Par rapport à Canvas, il n'est pas nécessaire de décomposer la carte originelle en calques: chaque catégorie (d'utilisation du sol) est dessinée avec une couleur particulière que sait reconnaître directement MAP II.

3.2.3. L'utilisation d'un fichier numérique

Les données sont saisies avec un tableur, ou avec un traitement de texte, dans un fichier en format texte. MAP II importe ces valeurs en fonction de paramètres donnant le nombre de lignes et de colonnes, ainsi que la résolution du carroyage.

C'est aussi selon ce principe d'importation à partir d'un fichier que l'on peut intégrer au SIG des images satellitaires en format numérique. Nous avons vérifié cette aptitude de MAP II sur une image SPOT qui ne porte malheureusement pas sur Lunel-Viel. Les fichiers fournis par la société SPOT Image se composent de deux parties (tableau n°3.1). La première comprend le descriptif du fichier (header). On y trouve en particulier le titre de l'image, le nombre de lignes (660) et le nombre de colonnes (594), le nom du satellite (SPOT1) et celui du canal (XS2, c'est-à-dire multispectral, bande verte); le reste du descriptif permet de savoir où commence la sous-scène dans l'ensemble de l'image (ici, à la ligne 1599 et à la colonne 1048), et quels traitements le fichier a subi avant d'être diffusé.

```
Golfe du Morbihan partie ouest
* lignes 660 * colonnes 594 * SPOT1 * XS2
* 1ère ligne 1599 * 1ère colonne 1048 *
HRV 1 * 17-07-1989 * 11h 32min * KJ 30-
254 * Niveau de traitement 1B * Incidence
Gauche 17.5 * Azimut + 156.8 * Elévation
62.4 * Gain de calibration absolu *
*Copyright CNES 1989. Distribution SPOT
IMAGE. Ces images sont protégées par des
droits d'auteur du CNES. Reproduction
interdite.-2*ON`?# )+*174#*4 &+#-
#!&/)-*')'%*'&71'2@EB.$/BE/)*.-,
```

tableau n°3.1. Extrait d'un fichier SPOT.
Le descriptif des fichiers apparaît en italiques;
les données de l'image proprement dite suivent
immédiatement après (© CNES-SPOT IMAGE).

Ce fichier ne peut être lu directement par MAP II. Il faut retirer le descriptif [Golfe, ..., interdite] et le ranger dans un fichier texte. Un petit programme permet ensuite à MAP II de le lire par activation de l'article IMPORT du menu FILE (tableau n°3.2).

L'image obtenue, enregistrée dans une «carte» par MAP II peut ensuite être traitée par les opérations SLICE (partition du signal en «tranches») et RECODE (regroupement des «tranches»). On obtient ainsi un document constituant une aide à la détermination des principaux éléments détectés par la bande; sur la bande XS2 apparaissent clairement, l'eau, les plages et les zones construites (figure n°3.5). En faisant varier la résolution de l'affichage, il est possible d'aller y regarder de plus près (figure n°3.6).

Comme il y a une forte analogie entre l'image satellitaire et la carte MAP II, l'intégration de l'ensemble de ces infor-

Instruction MAP II	Signification
FILETYPE=INTERCHANGE	Type de fichier.
ROWS=660	Nombre de lignes.
COLUMNS=594	Nombre de colonnes.
CELLSIZE=20	Dimension de pixel
UNITS=M	en mètres.
FORMAT=BIN	Enregistrement en binaire
SIZE=1	sur un octet.
LOCATION=«MORBIHAN.XS2»	Fichier SPOT en entrée.

tableau n° 3.2. Programme de lecture de la bande XS2 de l'image SPOT Golfe du Morbihan partie ouest, du 17-07-1989.

mation dans le SIG ne présente pas de difficulté. On dispose d'opérations qui permettent:

- de traiter une bande avec divers filtres passe-haut ou passe-bas (FILTER),
- de confectionner des compositions colorées (MERGE),
- de recaller l'image sur une carte (WARP).

Néanmoins, à l'usage, le traitement de l'image proprement dit s'avère très long (même avec un MAC II FX) en

raison de l'imposante dimension des fichiers. Il apparaît nécessaire, soit de procéder à un échantillonnage systématique (SAMPLE) permettant de réduire le nombre de pixels au prix d'une perte d'information, soit d'importer dans le SIG une image déjà traitée sur une station spécialisée. Cette seconde option semble la plus raisonnable car elle conduit véritablement à l'intégration au système d'une information nouvelle, dérivée de l'image satellitaire.



INTERROGER LE SIG SUR LUNEL-VIEL

Dans MAP II, toutes les opérations d'exploitation ont ceci de particulier qu'elles ont pour résultat une nouvelle carte, obtenue:

- soit par transformation d'une carte-source: suppression ou regroupement de catégories, traitement de la valeur d'un carreau par comparaison avec les valeurs de carreaux voisins...
- soit par combinaison de plusieurs cartes-sources.

Les opérations pratiquées ici pour aboutir aux résultats commentés sont de ce type. Le plus souvent, ce sont les mêmes que celles qui ont servi à composer les cartes: COMBINE et RECODE. Cette fois, les chevauchements ont un sens, ce sont les co-occurrences recherchées. La figure n°4.1 en montre un exemple.

Une des caractéristiques des résul-

tats, est leur quantification, qui porte toujours sur des superficies, en nombre de carreaux par catégorie de la légende. Le résultat est donc en fait double: une carte, et la mesure de la superficie de chaque catégorie de la carte. Il ne faut pas se laisser abuser par cette précision; bien qu'il soit facile de passer du nombre de carreaux aux hectares (en divisant par 16, pour des cellules de 25m de côté), nous exprimons plutôt les résultats en pourcentages.

Parmi les nombreux thèmes d'étude possibles, c'est essentiellement l'étude du vignoble et de son évolution qui est présentée.

4.1. La vigne et son évolution

Cette recherche nécessite l'extraction préalable des aires en vigne en 1981 et

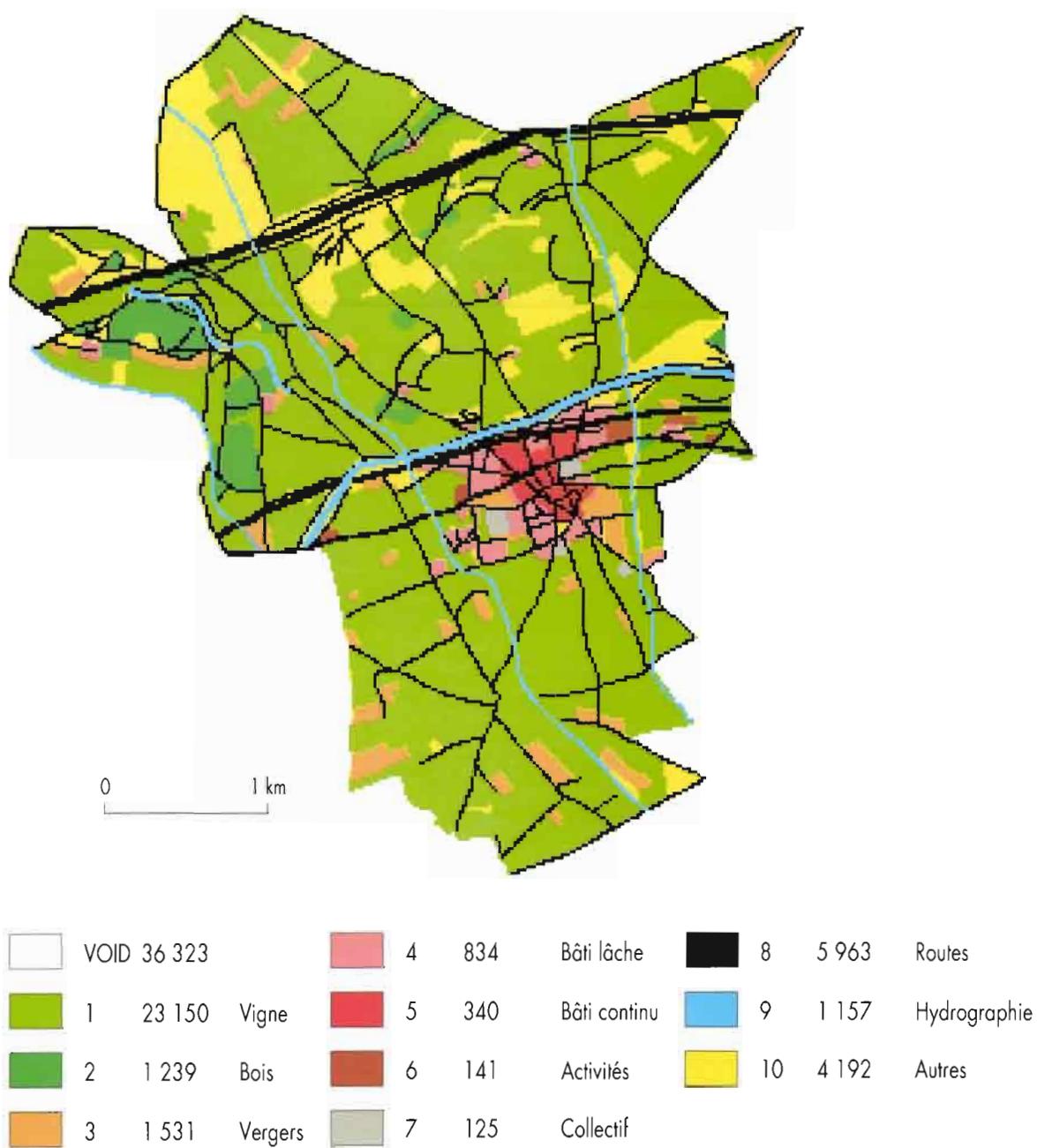


figure n° 2.2. Lunel-Viel: l'utilisation du sol en 1981.

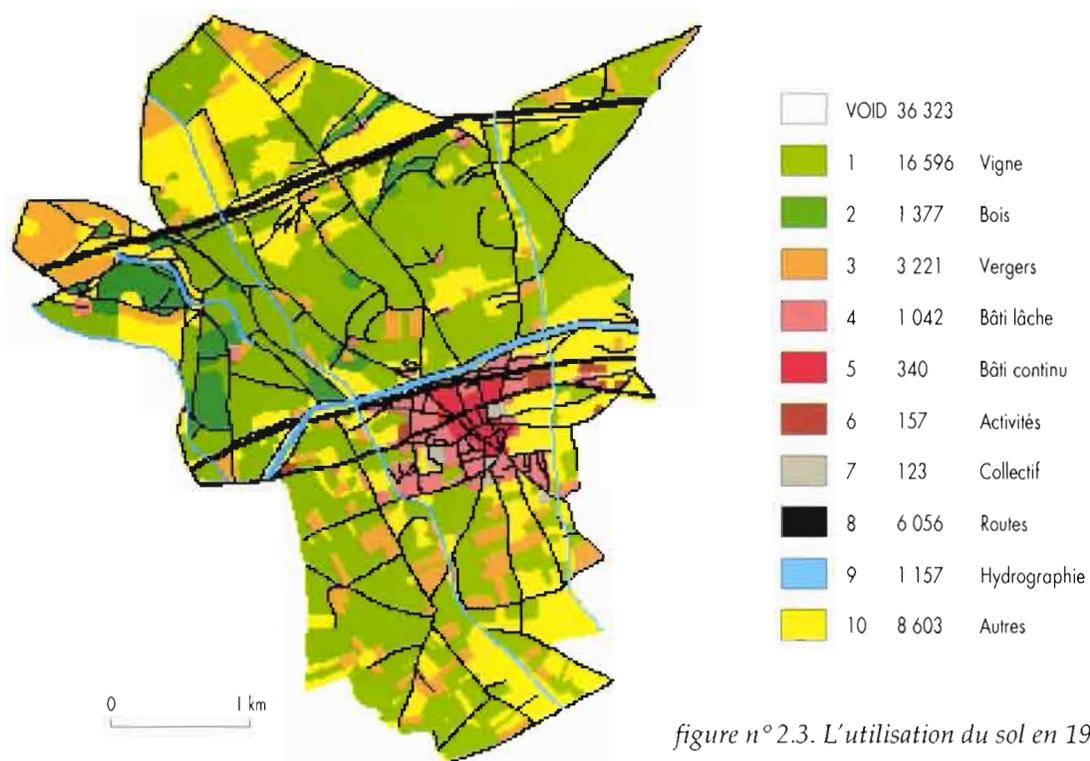


figure n° 2.3. L'utilisation du sol en 1987.

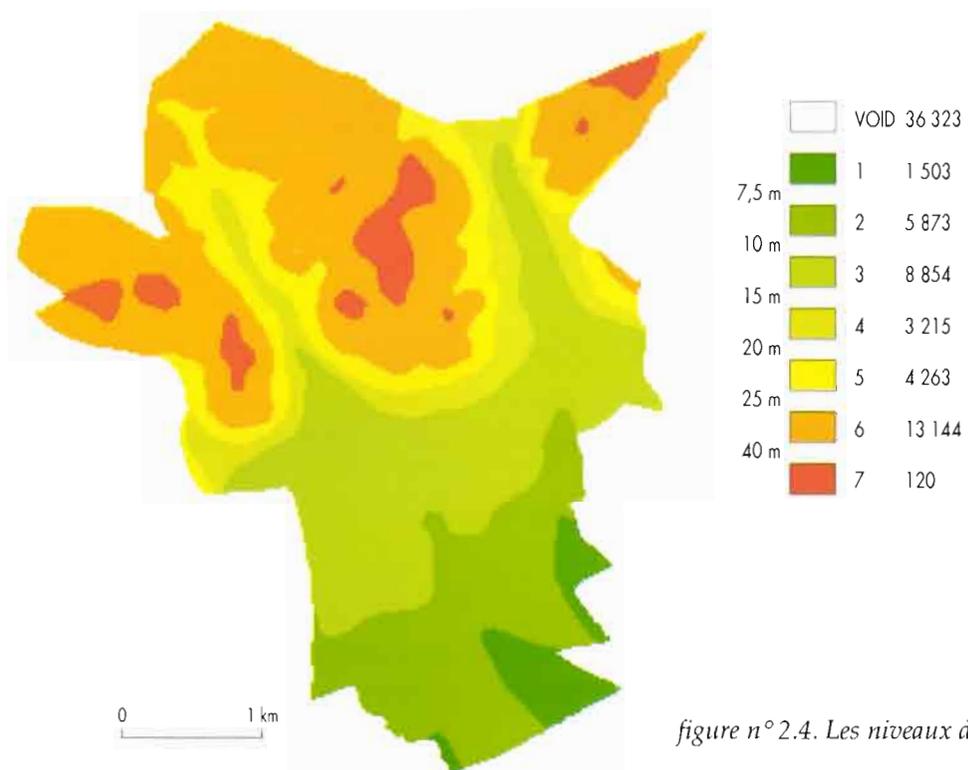


figure n° 2.4. Les niveaux d'altitude.

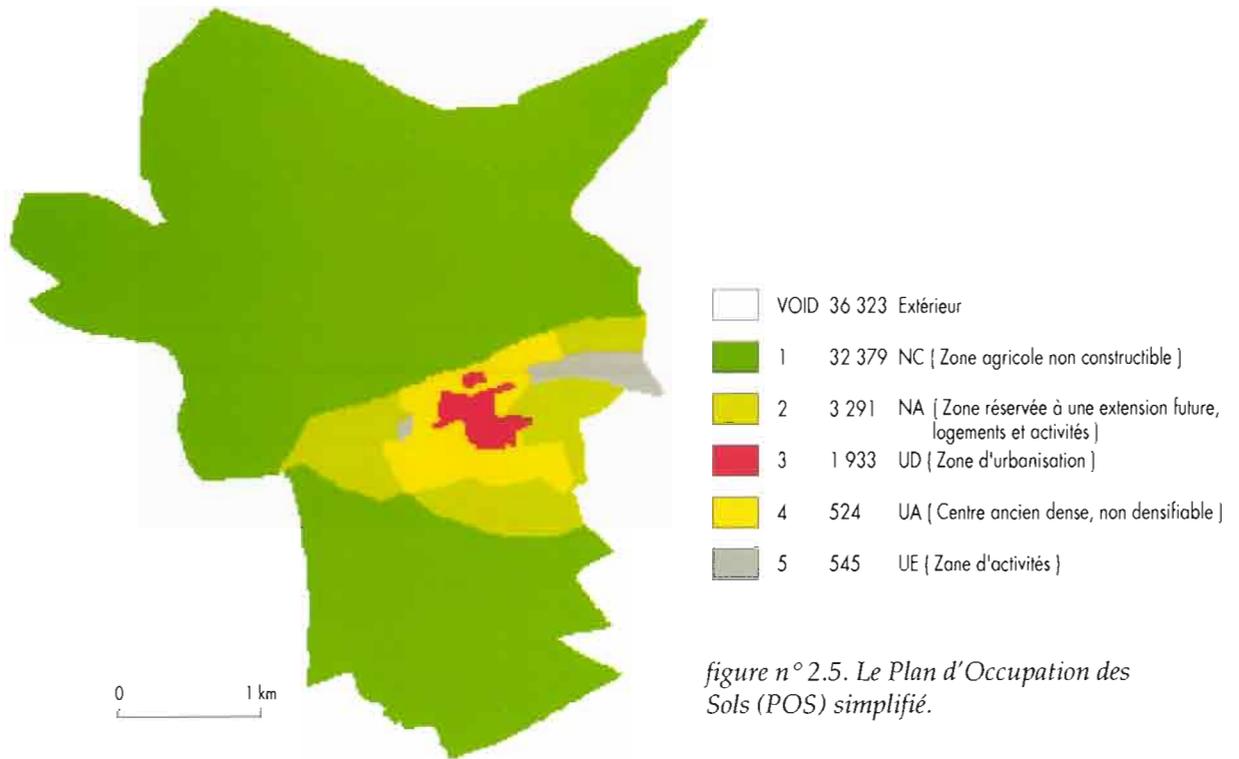


figure n° 2.5. Le Plan d'Occupation des Sols (POS) simplifié.

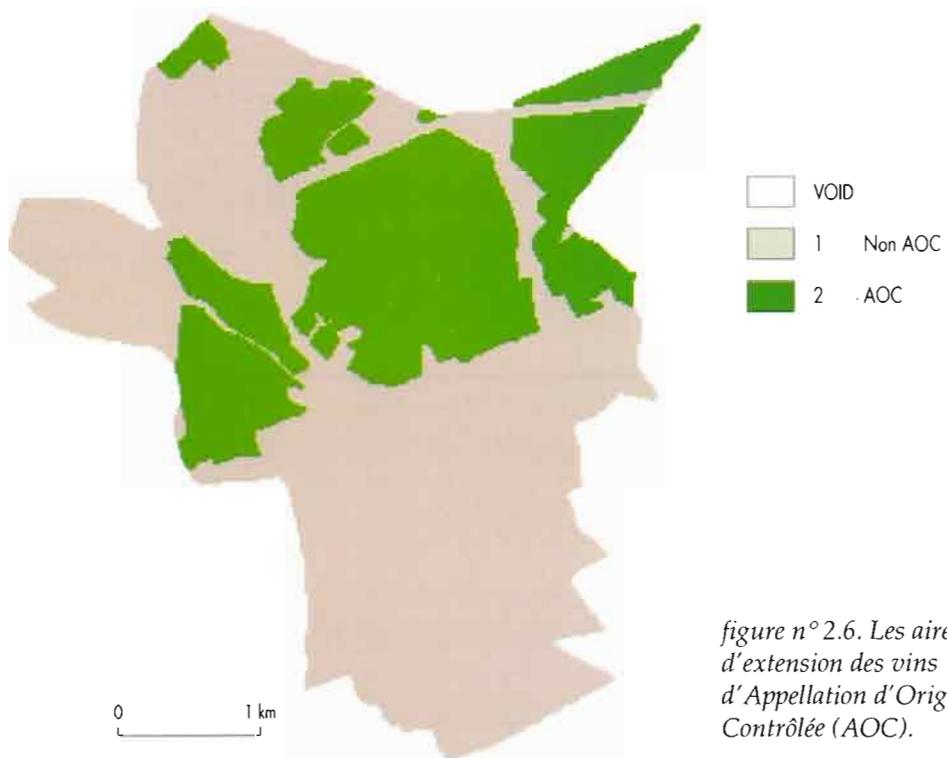


figure n° 2.6. Les aires d'extension des vins d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC).

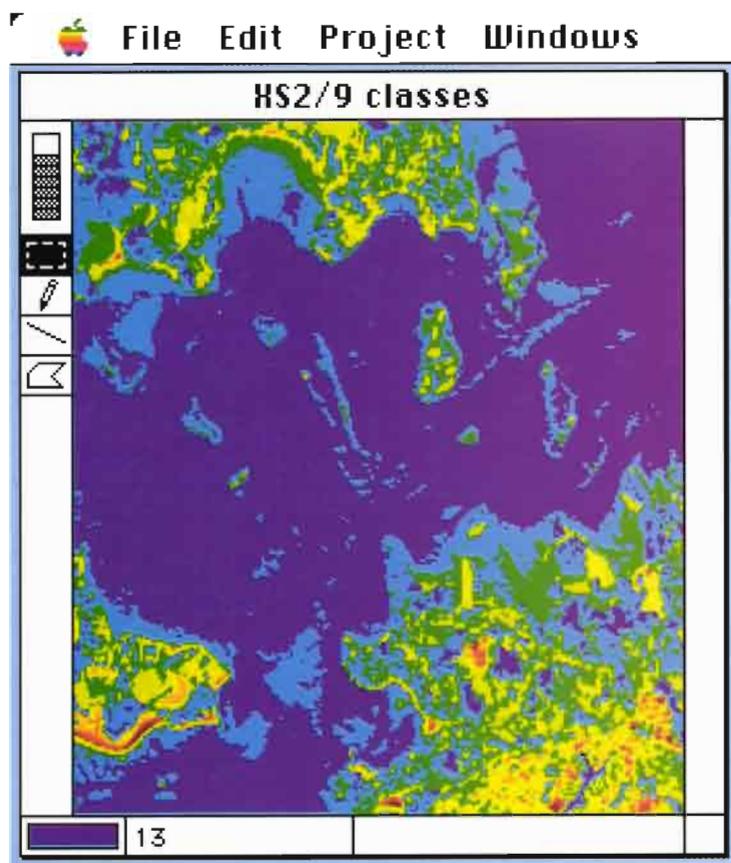
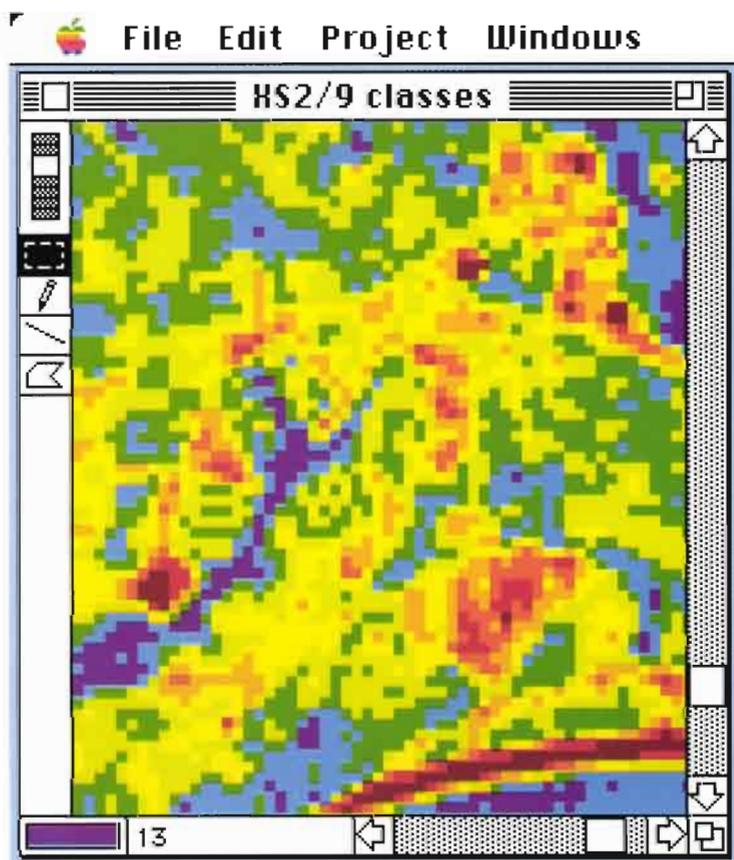


figure n° 3.5. Image SPOT importée dans MAP II, et affichée en haute résolution: Golfe du Morbihan partie ouest, du 17-07-1989 (© CNES-SPOT IMAGE).

figure n° 3.6. Image SPOT importée dans MAP II, et affichée en basse résolution: Golfe du Morbihan partie ouest, du 17-07-1989 (© CNES-SPOT IMAGE).

*projet_Morbihan	
Map Name	Resolution
IGN 1/100 000	20.0000
MORBIHAN.XS1	20.0000 m
MORBIHAN.XS2	20.0000 m
MORBIHAN.XS3	20.0000 m
XS2/9 classes	20.0000 m

Legend:HS2/9 classes		
	13	(124005)
	25	(127343)
	37	(95219)
	49	(33426)
	61	(8656)
	73	(2073)
	85	(663)
	97	(336)
	150	(319)



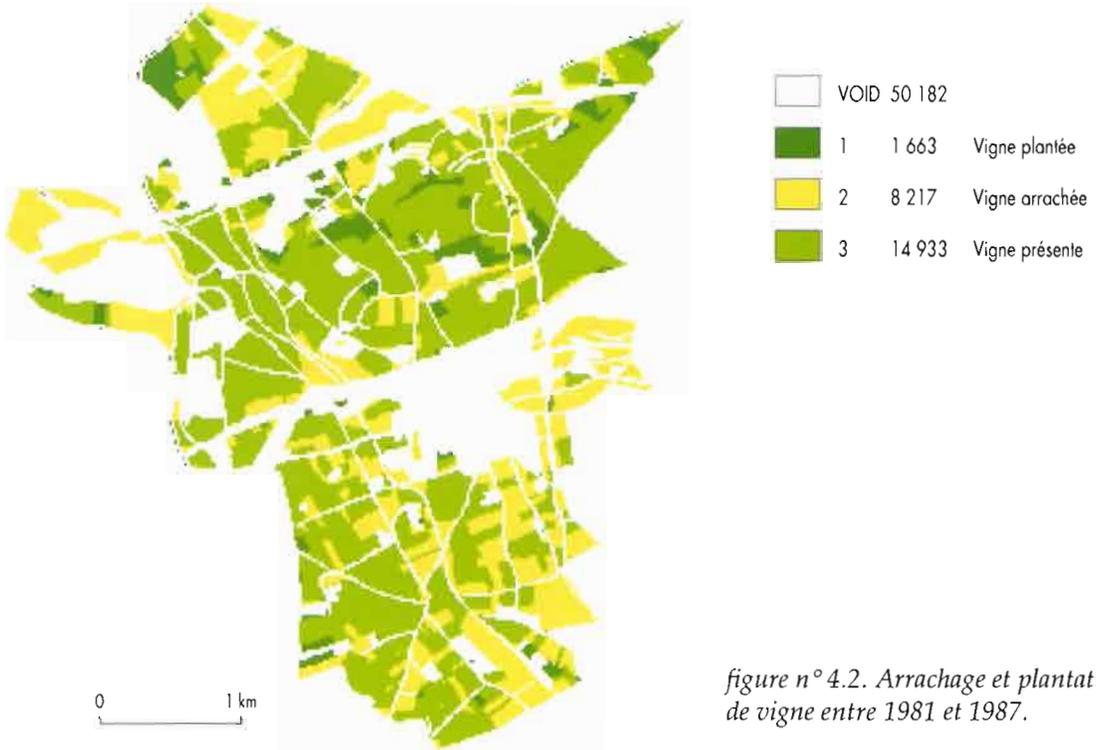


figure n° 4.2. Arrachage et plantation de vigne entre 1981 et 1987.

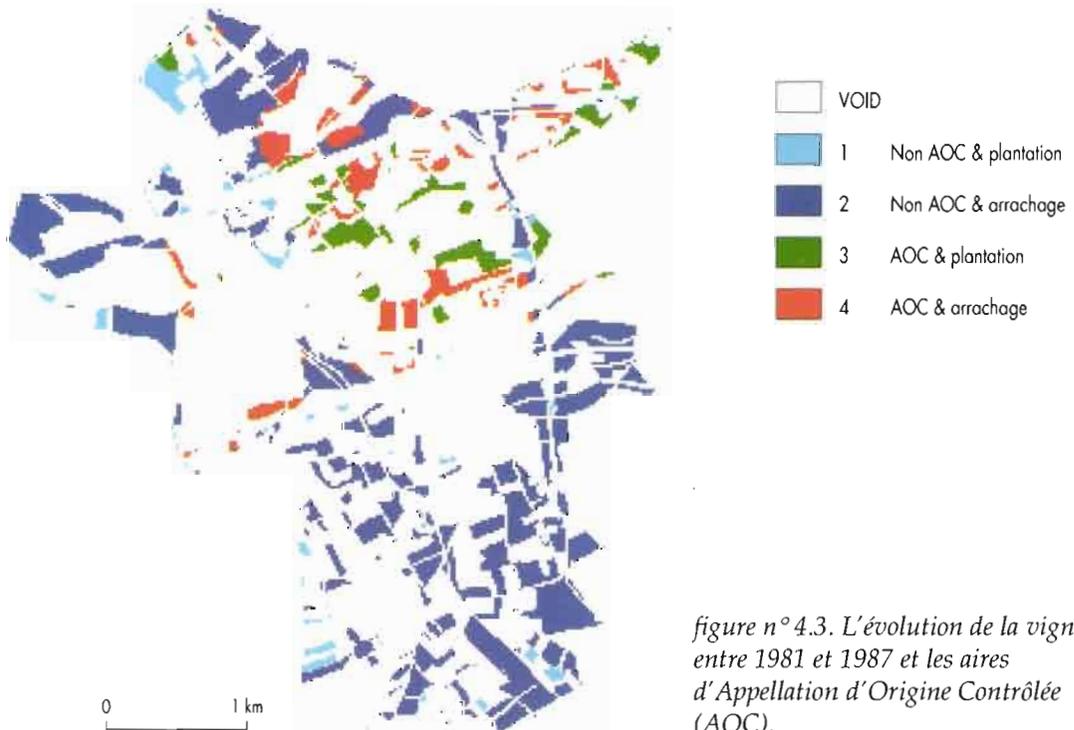


figure n° 4.3. L'évolution de la vigne entre 1981 et 1987 et les aires d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC).

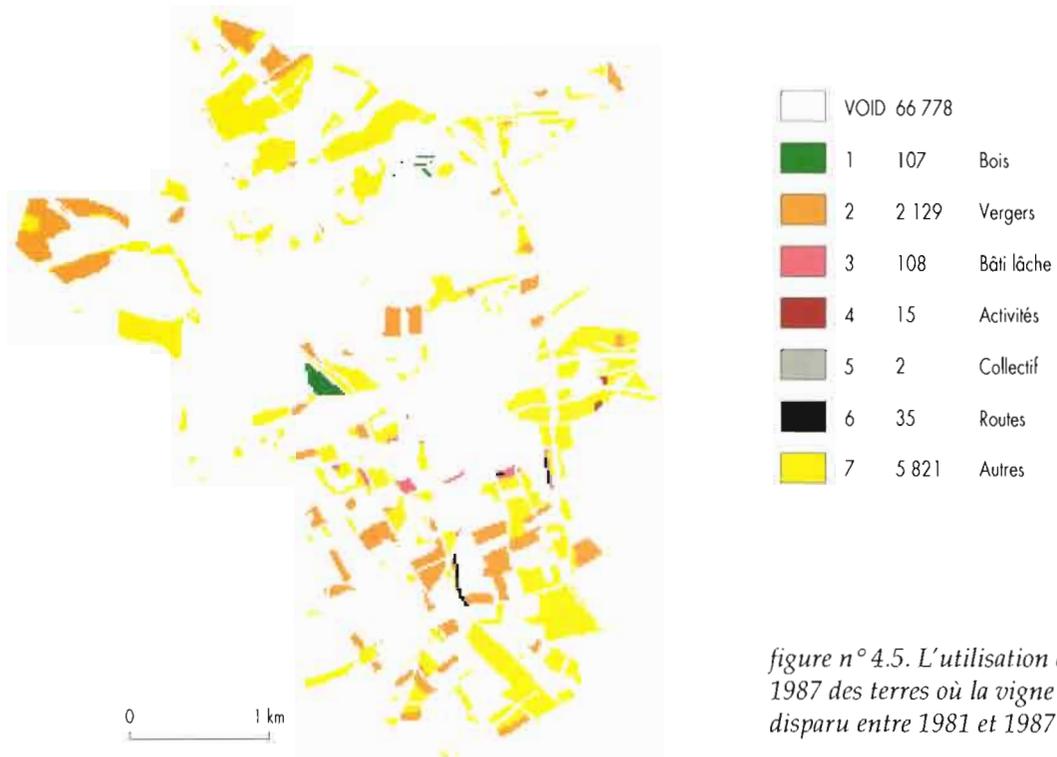


figure n° 4.5. L'utilisation en 1987 des terres où la vigne a disparu entre 1981 et 1987.

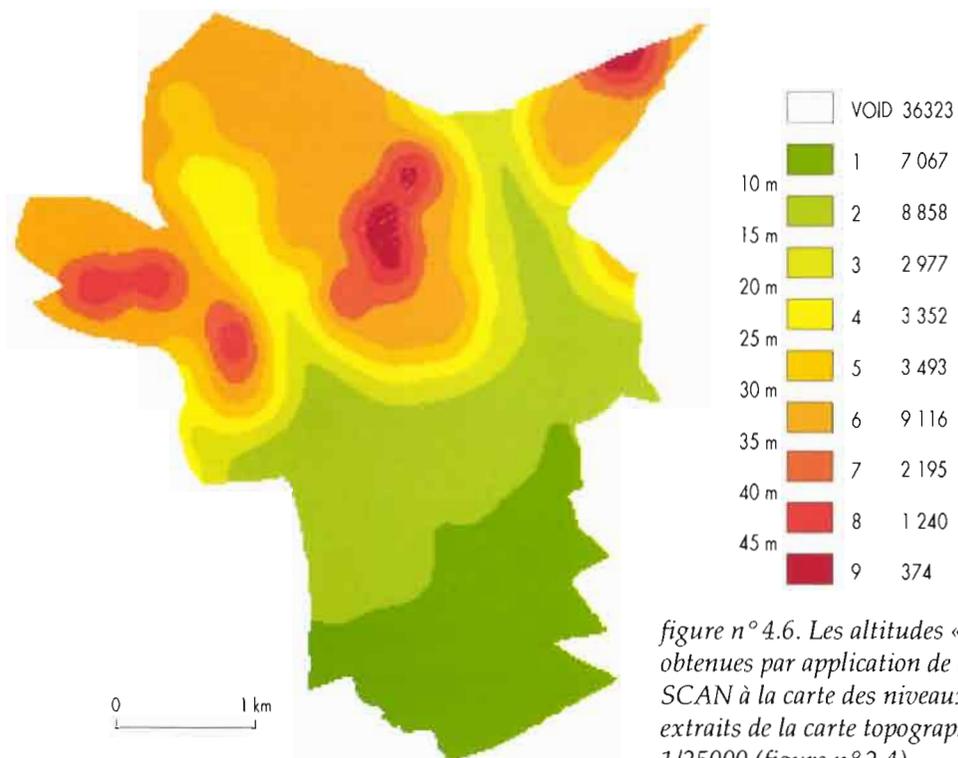


figure n° 4.6. Les altitudes «lissées» obtenues par application de l'opération SCAN à la carte des niveaux d'altitude extraits de la carte topographique au 1/25000 (figure n° 2.4).

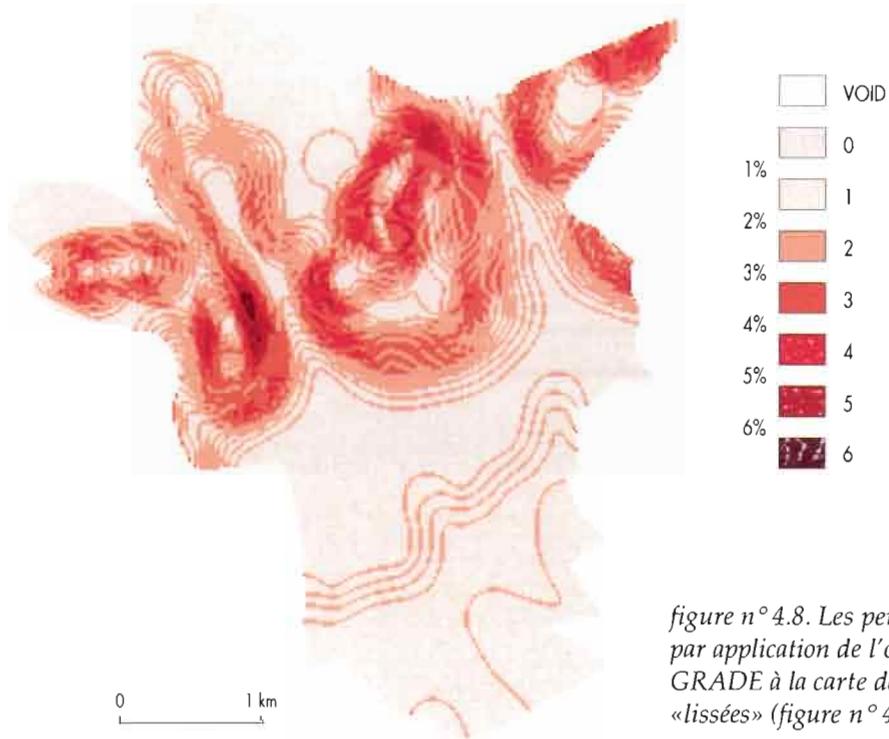


figure n° 4.8. Les pentes obtenues par application de l'opération GRADE à la carte des altitudes «lissées» (figure n° 4.6).

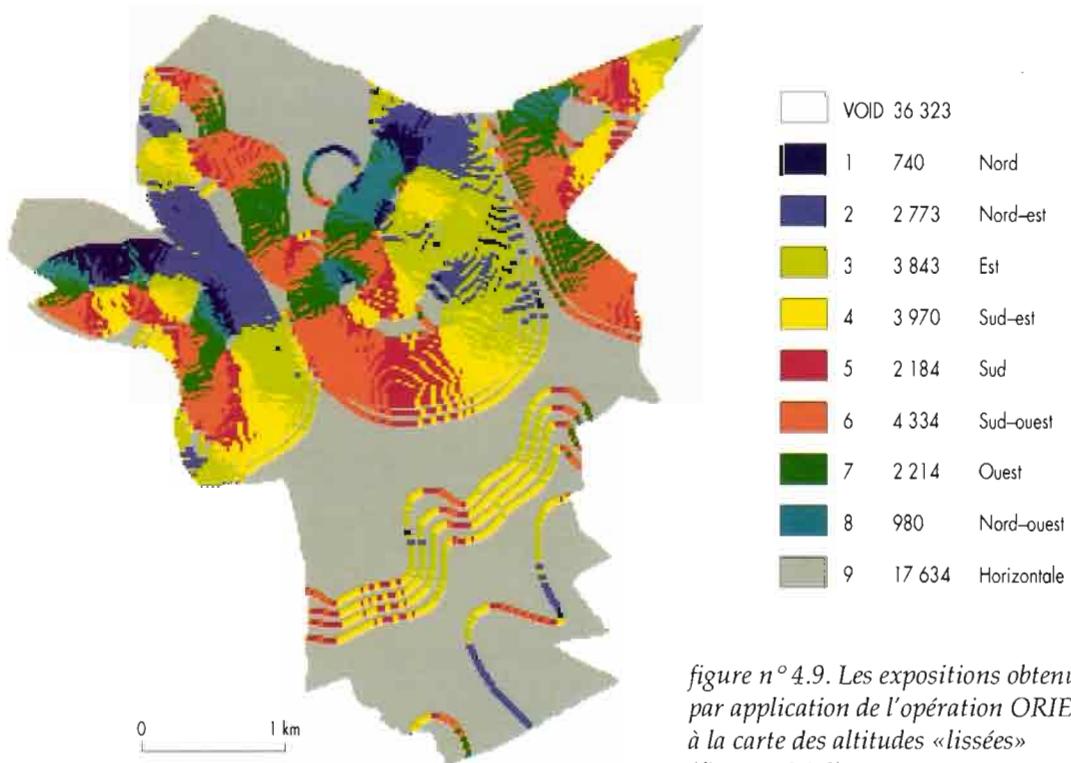


figure n° 4.9. Les expositions obtenues par application de l'opération ORIENT à la carte des altitudes «lissées» (figure n° 4.6).

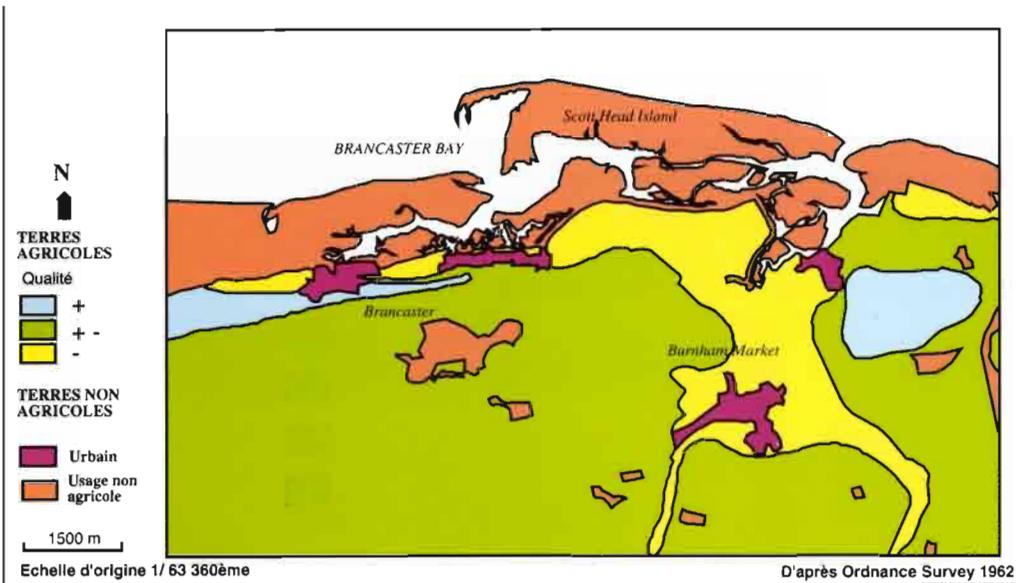


figure n° 5.2. La carte des terres agricoles.

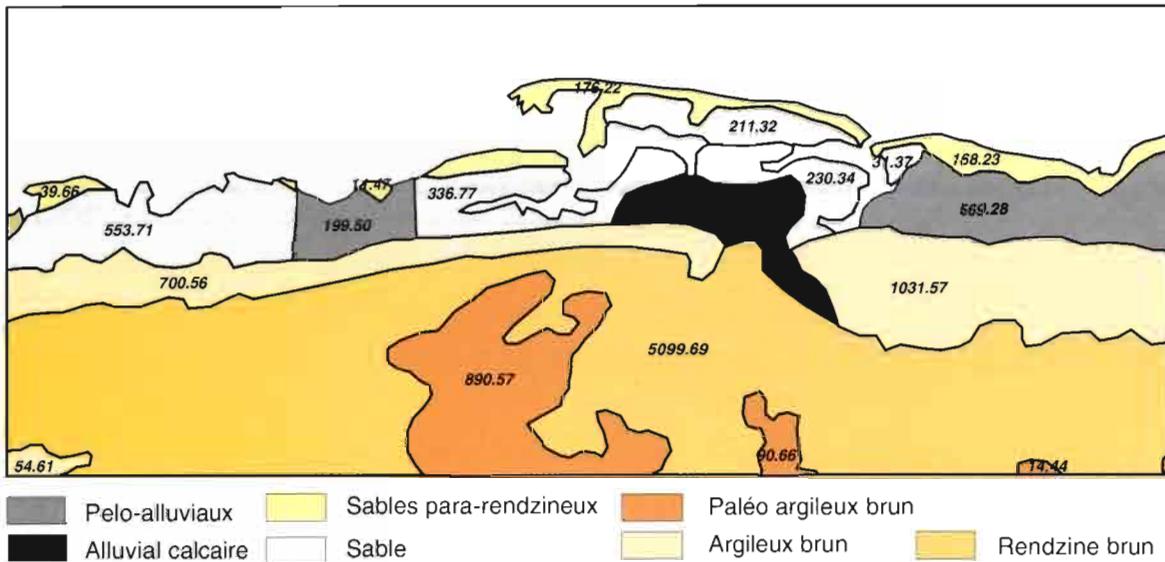
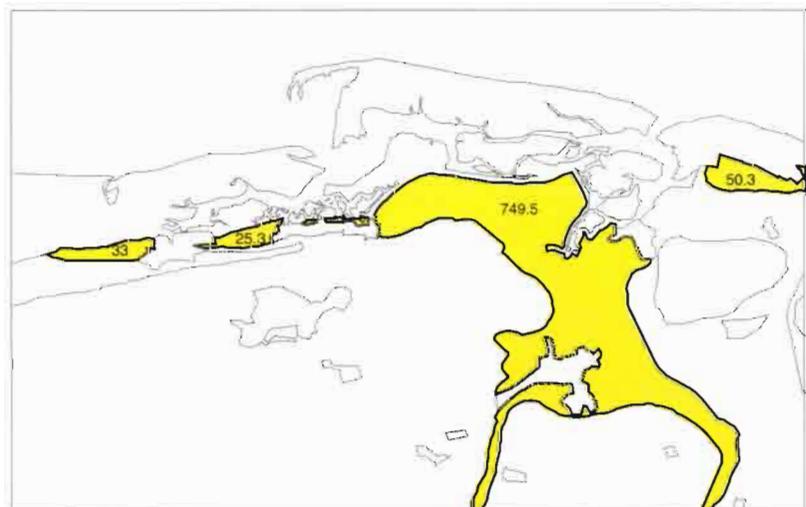


figure n° 5.5. La carte des sols. (surfaces en ha).

figure n° 5.7. La sélection d'une catégorie d'aptitudes des terres (surfaces en ha).



1987, à partir des cartes correspondantes de l'utilisation du sol. En croisant ces cartes entre elles, puis avec la carte des aires d'Appellations Contrôlées, on obtient les combinaisons souhaitées.

4.1.1. Le bilan global (tableau n°4.1)

En superficie, la vigne est, et reste, le phénomène majeur de l'occupation du sol: elle couvre 60% de la superficie de la commune en 1981, et encore 43% en 1987. Il y a donc une évolution rapide: dans cette commune, le vignoble est en nette régression, les primes d'arrachage ont eu un effet évident, dont nous savons par ailleurs qu'il s'est poursuivi. Le SIG permet de mesurer cette régression et d'en déceler quelques modalités (figures n°4.2 et 4.3). En superficie, le vignoble de faible qualité (considéré ici comme les vignes hors zone d'appellation) domine encore en 1981: 62 %. En 1987, la proportion s'inverse: dans les vignes restantes, 51% sont en AOC.

type de vigne	1981		1987		évol. 81-87
	ha	%	ha	%	
en zone AOC	551	38	530	51	- 4
hors zone AOC	895	62	508	49	- 43
Total	1446	100	1038	100	- 28

tableau n° 4.1. Les superficies en vigne.

La régression est donc sélective et tend vers une amélioration de la qualité du vin bien que le vignoble «de qualité» diminue lui aussi quelque peu. Au vu du bilan global, le phénomène majeur est bien la tendance à la disparition du vignoble de masse, puisque si l'on projette sur le proche avenir la diminution annuelle de superficie, il ne reste plus de vigne en dehors des zones d'appellation en 1996. Mais ce bilan global ne doit pas cacher des transferts d'affectation plus complexes: entrent en effet dans ce bilan l'arrachage et des plantations de nouvelles vignes.

4.1.2. Les modalités d'évolution

Le tableau n°4.2 et la figure n°4.4 montrent que si l'on a beaucoup arraché (35% du vignoble de 1981), on a aussi planté: 10% du vignoble actuel est composé de vignes nouvelles. Et il apparaît que 42% des nouvelles vignes sont en dehors des zones d'appellation: la recherche de la qualité n'est pas le seul facteur de maintien et de localisation de la vigne.

Transfert d'affectation	Total carreaux	AOC carreaux	non AOC carreaux
plantation	1663	964	699
arrachage	8217	1311	6906

tableau n° 4.2. Transferts d'affectation dans le vignoble.

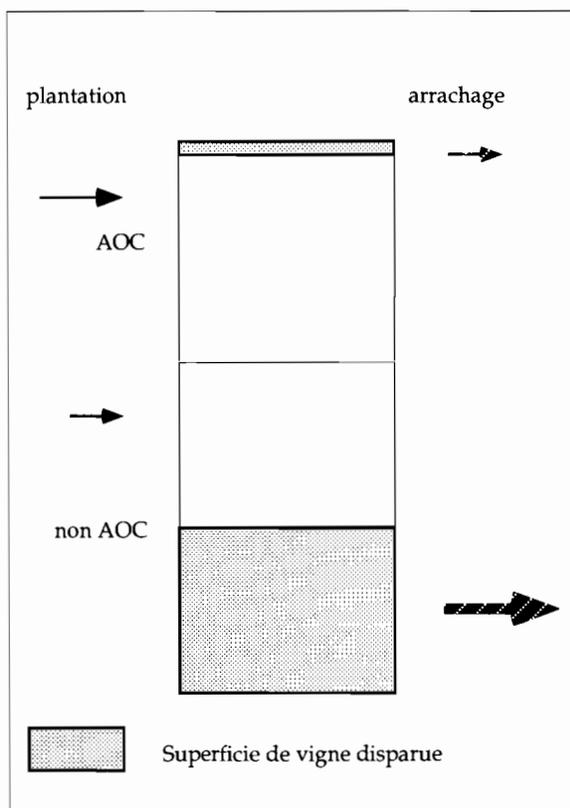


figure n° 4.4. Schéma de l'évolution de la vigne entre 1981 et 1987.

Notons que la nature de l'information et le traitement qu'elle subit ne permettent pas de comptabiliser les parcelles ayant subi arrachage et replantation: on ne peut appréhender que les changements d'affectation du sol.

4.1.3. L'affectation des terres laissées par la vigne

Les espaces autrefois en vigne sont entrés dans la catégorie «autre» (labours et friches) pour les 3/4 et dans celle des vergers pour 1/4 (figure n°4.5). L'observation sur le terrain montre que la part des friches n'est pas négligeable, et que

la culture labourée est surtout le blé d'hiver.

L'étude de la vigne a une particularité: on peut résumer les caractéristiques des terroirs en formant deux catégories dont la carte est donnée par la délimitation des zones d'appellation. C'est très commode, mais non généralisable à d'autres utilisations du sol. Or, le SIG contient une carte topographique. Nous allons oublier la carte des appellations pour voir les relations entre topographie et vignoble.

4.2. La représentation des conditions topographiques

À partir de la carte des niveaux d'altitude (figure n°2.4), facilement saisie, l'opération SCAN opère un lissage qui adoucit fortement l'aspect «marche d'escalier» du relief (le nombre de marches est plus grand). Il s'agit d'un lissage par moyenne mobile spatiale: chaque carreau est doté d'une altitude qui est obtenue en faisant la moyenne des altitudes des carreaux voisins; plus ce voisinage est vaste (on fixe son rayon), plus le lissage est efficace. Ici, le rayon choisi est de quinze carreaux.

Cette opération, très longue en temps de calcul (autant de moyennes que la commune contient de carreaux, chaque moyenne portant sur 700 carreaux), a nécessité l'élargissement de la carte originale hors des limites de la commune pour que le calcul de moyenne puisse être fait sur tous les carreaux de la commune. Ce problème de bordure,

inhérent à toute analyse spatiale, est facile à résoudre. Il a fallu aussi donner une valeur à chaque plage d'altitude, la valeur centrale pour les plages intermédiaires, des valeurs extrêmes exagérées pour la classe la plus haute et la plus basse, qui subissent un lissage en quelque sorte dissymétrique (le sommet des collines ne peut qu'être abaissé). Le résultat n'est pas strictement conforme au relief. Des absurdités géomorphologiques se sont même produites: une des vallées se rétrécissant, le talweg au droit du rétrécissement s'est trouvé surélevé au point que le cours d'eau aurait dû couler à contre-pente... Une correction manuelle du lissage a rétabli un relief conforme aux lois de la nature.

Pourquoi alors produire cette carte d'altitudes lissées? Elle est plus esthétique (figure n°4.6). On peut même en faire une représentation tridimensionnelle et observer le bloc-diagramme obtenu sous divers angles (figure n°4.7). L'œil est flatté, mais le document ne présente ici aucune qualité opératoire: plutôt que cet «enjoliveur», il est beaucoup plus utile d'utiliser cette carte lissée pour en faire déduire par le logiciel la carte des pentes (figure n°4.8) et celle de l'orientation des versants (figure n°4.9). La carte lissée n'a donc été qu'un intermédiaire nécessaire à l'obtention de ces deux cartes qui représentent séparément deux variables topographiques fondamentales pour la vigne: les pentes et les expositions.

Ces cartes sont obtenues suivant le même principe: un carreau est doté d'une valeur résultant de la comparaison de son altitude et de celle des carreaux voisins. L'opération GRADE

calcule ainsi une pente, en pourcentage, et affecte une valeur quantitative au carreau, l'opération ORIENT déduit l'orientation et affecte une valeur qualitative au carreau.

Ces cartes, elles-mêmes, ne sont pas sans défaut. En plaine, les marches d'escalier sont très longues, et si faible que soit leur hauteur, elles engendrent, à un endroit très précis, une pente, et puisqu'il y a une pente, une orientation. Les guirlandes qui apparaissent dans la plaine aussi bien sur la carte des pentes que sur celle des orientations n'ont pas d'autre origine. Ce sont des artefacts, que nous aurions dû supprimer manuellement; signaler ces problèmes semble ici plus utile.

4.3. Vignoble et topographie

Le SIG permet d'étudier le vignoble selon trois variables: l'altitude, l'orientation, la pente, en croisant ces cartes avec celles de la vigne et de son évolution.

4.3.1. Vignoble et altitude (tableau 4.3)

L'altitude joue comme un facteur de la vigne: l'évolution 1981-1987 est en corrélation (figure n°4.10, $r^2=0,65$) avec l'altitude. Aux deux extrêmes, on voit que la vigne a perdu les 2/3 de son extension dans les parties les plus basses, alors qu'elle n'a gagné que sur les terrains les plus élevés. C'est surtout au-dessus de l'altitude 20 mètres que les plantations ont eu lieu. En fait, l'altitude est un facteur intégrateur, pente et orientation sont plus analytiques.

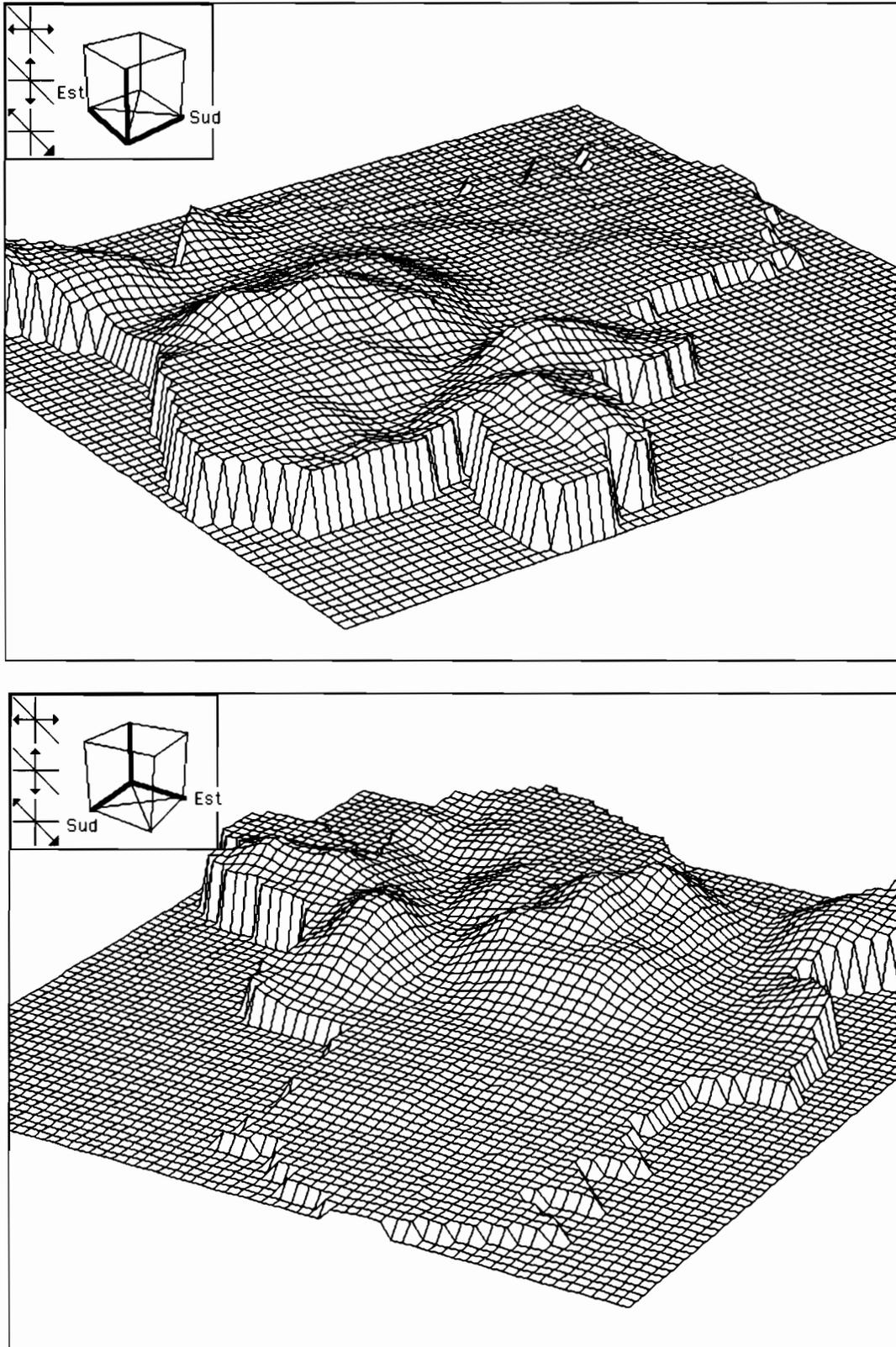


figure n° 4.7. Blocs-diagrammes des altitudes «lissées» (figure n° 4.6) tracés à l'aide du module GisView après transfert de la matrice des données de MaAPII dans MacGIS.

altitude	surface communale	vigne 81	vigne 87	évol. 81-87	arrachage	plantation
m	%	%	%	%	% de 1981	% de 1987
< 7,5	4	4	2	-64	70	15
7,5-10	15	20	18	-38	40	4
10-15	23	21	18	-37	41	6
15-20	8	7	9	-13	17	4
20-25	11	10	14	-4	16	12
25-40	34	59	34	-27	38	16
> 40	5	4	6	8	11	18

tableau n° 4.3. Vignoble et altitude.

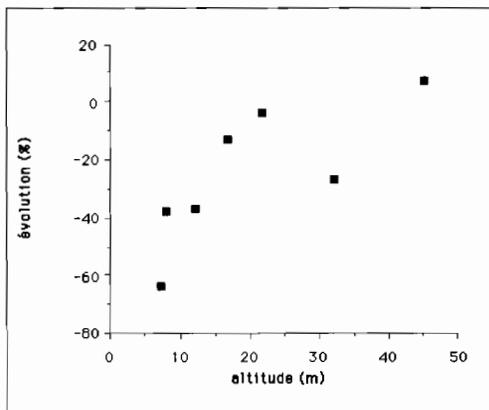


figure n° 4.10. La relation entre la diminution de surface en vigne et les niveaux d'altitude.

4.3.2. Vignoble et pente (tableau 4.4)

Il faut souligner que si tous les croisements de cartes faits jusqu'à présent auraient pu l'être en recourant à la bonne vieille technique des calques, force est de reconnaître que la carte des pentes (comme à un moindre degré celle des orientations) n'aurait pu être obtenue raisonnablement de manière manuelle.

Or l'étude du facteur pente complète celle du facteur altitudinal: la vigne

pente	surface communale	vigne 81	vigne 87	évol. 81-87	arrachage	plantation
%	%	%	%	%	% de 1981	% de 1987
0	46	48	14	-44	48	8
1	10	9	9	-26	36	13
2	28	26	30	-16	26	11
3	12	12	16	-4	14	10
4	4	4	5	-5	17	13
5	1	1	2	-3	7	4
6	0	0	0	-	-	4

tableau n° 4.4. Vignoble et pente.

exposition	surface communale	vigne 81	vigne 87	évol. 81-87	arrachage	plantation
	%	%	%	%	% de 1981	% de 1987
N	2	1	0	-55	55	0
N-E	7	7	8	-22	29	9
E	10	10	13	-6	17	12
S-E	10	9	11	-13	22	11
S	6	5	6	-7	18	12
S-W	11	11	14	-11	20	10
W	6	5	6	-10	23	15
N-W	3	2	2	-42	51	15

tableau n° 4.5. Vignoble et exposition.

régresse surtout sur les pentes faibles (plaine, mais aussi plateau du nord) et se maintient sur les pentes plus fortes. Alors que les plantations augmentent avec l'altitude, elles sont de même ordre de grandeur quelle que soit la pente.

4.3.3. Vignoble et exposition (tableau 4.5)

Sur l'ensemble des expositions à composante nord, l'évolution a été de -30%, alors qu'elle est de -11% sur les orientations à composante sud. Soulignons une absence totale (à l'erreur de dessin près) de plantation sur des versants plein nord puisque c'est la première fois qu'une logique implacable se manifeste.

L'étude de la vigne, de son évolution et de ses facteurs d'évolution à travers le SIG donne donc une brassée de résultats cohérents et intéressants. Ils sont tous de nature géographique: les commentaires se fondent sur des mesures de co-occurrences spatiales. On pourrait souhaiter pousser plus loin:

qui arrache? Qui plante? Les petits ou les grands exploitants? Les agriculteurs ou les double-actifs? Pour répondre à cela, il faudrait disposer d'une base de données associée aux objets. C'est théoriquement possible, mais peu commode avec un SIG *raster*; un SIG vectoriel serait plus adapté.

L'étude d'évolutions et de croisements de cartes peut avoir une autre application sur Lunel-Viel, par exemple sur le bâti.

4.4. Perspectives de croissance démographique

Il existe sur la commune trois types d'habitat, de comportements démographiques différents:

- un habitat isolé, composé de quelques mas dans les collines; la population y est et restera stable;
- un habitat dense, le vieux village, où la rénovation des maisons par de nouveaux venus équilibre un solde naturel négatif;
- un habitat plus lâche, dont le

développement spatial est en relation très forte avec la croissance démographique.

On dispose donc de quelques éléments pour envisager une estimation de l'évolution de la population de la commune en posant les hypothèses suivantes:

- c'est la partie du POS codée UD qui peut se remplir,
- elle peut se remplir totalement,
- elle se remplira avec une densité de population équivalente à celle qui est actuellement réalisée dans les lotissements.

Nous connaissons:

- l'extension du bâti lâche entre 1981 et 1987: 209 carreaux,
- la population de la commune en 1982 (1 673 habitants) et en 1990 (2 301). On peut en déduire le taux de croissance annuel et donc estimer la population de 1981 (1 604 habitants) ainsi que celle de 1987 (2 041), soit 437 habitants supplémentaires que nos hypothèses font correspondre à l'extension du bâti lâche, soit 2 habitants par carreau.

En 1987, il reste 330 carreaux libres en zone UD, soit de la place pour 660 habitants, ce qui porterait la population totale de la commune à 3 000 habitants lorsque la zone UD sera remplie, selon les hypothèses.

A travers ces deux exemples, on peut

formuler un avis sur l'apport d'un SIG *raster* et sur ses limites. Par rapport à l'exploitation habituelle des cartes sur papier, le SIG présente trois avantages décisifs:

- le croisement de cartes, éventuellement complexe, après sélection et recodage de l'information initiale,
- la mesure des aires résultant de ces croisements. Cette fonction qui semble très élémentaire ne doit pas être sous-estimée: toute démarche scientifique contient une phase de mesure. Cependant, se limiter à cette opération ne sert pas à grand-chose; ces mesures peuvent être exploitées pour compléter l'analyse. Ainsi, l'observation de la carte peut-elle aller plus loin, à condition de sortir des fonctions propres au SIG: établissement d'une relation statistique entre vigne et altitude, quantification d'une évolution démographique par application d'hypothèses. Les informations tirées des cartes fournissent des éléments nécessaires à l'analyse statistique.

- l'exploitation d'une carte pour en déduire des cartes «dérivées», comme les cartes de pentes et d'orientations. MAP II contient d'autres fonctions de ce type, essentielles à d'autres thèmes d'étude: calcul de distances, de visibilité (d'où voit-on le TGV?), de surface de bassin-versant, etc. L'exploitation des informations d'origine satellitaire aurait pu faire apparaître d'autres intérêts.



VECTEUR ET RASTER: COMBINAISONS ET CORRESPONDANCES

La compatibilité assez importante entre les logiciels pour Macintosh permet d'envisager une chaîne de traitement utilisant le mode vecteur (information stockée sous forme de coordonnées) en combinaison avec le carroyage. L'intérêt d'une telle approche est à la fois technique (gain de temps notamment au niveau de la collecte des données graphiques), et méthodologique (couplage des possibilités de manipulation de l'information en mode vecteur avec les fonctions d'analyse en mode *raster*).

L'exemple présenté ici utilise MapGrafix (actuellement un des logiciels en mode vecteur pour Macintosh les plus performants) pour la numérisation et l'analyse des cartes, et MAP II pour l'analyse en mode *raster*. L'étude

n'a pas de prétention géographique, mais présente plutôt une démarche d'intégration de données représentées dans les deux modes, ouvrant ainsi la voie à des réalisations plus ambitieuses couplant informations vectorisées et rasterisées dans un même projet.

L'exemple est pris dans la région du North-West Norfolk (figure n°5.1). Il s'étend sur une aire de 30 km sur 20 environ (l'espace couvert étant légèrement variable selon les échelles choisies), incluant une bande littorale sablonneuse à morphologie active et recouvrant la réserve naturelle de Scott Head Island. L'objectif majeur de cette étude est d'aborder les problèmes de constitution de la base d'objets graphiques en fonction de la qualité et des

échelles de l'information originelle, de mener à bien une structuration de l'information en mode vecteur, et d'effectuer une conversion vecteur-raster.

5.1. Collecte et transformation des données vectorisées

5.1.1. La numérisation

L'enregistrement de l'information a été réalisé selon quatre échelles différentes permettant d'aborder plusieurs thèmes. Cette question «inter-échelle» est facilitée au Royaume-Uni par l'adoption en 1946 d'une grille carroyée de références pour toutes les cartes basées sur une projection de type Universelle Transverse de Mercator:

- 1:250 000, carte des sols,
- 1:63 360, carte des terres agricoles, (figure n°5.2),
- 1:50 000, carte topographique,
- 1:2 500, carte du bâti.

Pour la saisie des cartes, la multiplicité des détails aux différentes échelles et les problèmes de calage auraient rendu difficile la mise au propre du document préalablement scanné. Le recours aux outils puissants de numérisation de MapGrafix a permis un gain de temps appréciable. Cette seconde méthode d'enregistrement des cartes originelles constitue une alternative intéressante, notamment dans le cas où l'information est déjà disponible sous forme vectorisée.

Avec MapGrafix, la numérisation est réalisée en deux temps:

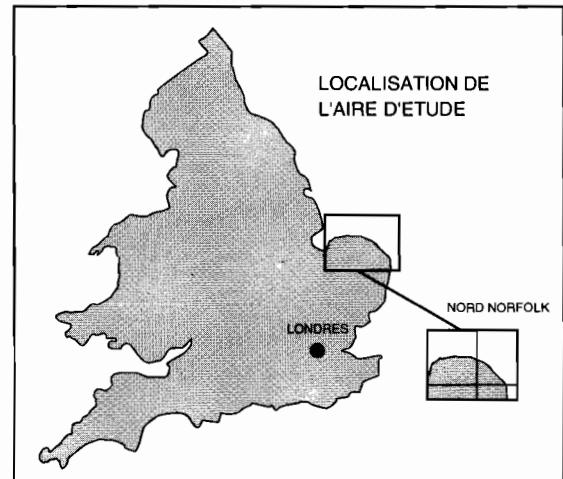


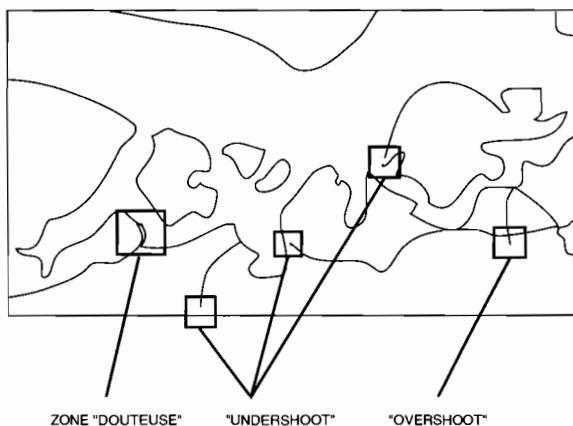
figure n° 5.1. La localisation de la région du Nord Norfolk.

- saisie sous forme «spaghetti» (arcs indépendants les uns des autres et constitués de points successifs décrits par leurs coordonnées),
- construction automatique des polygones avec une structure de données de forme topologique (codage des éléments graphiques tenant compte de leurs voisins). Cette opération fait de MapGrafix un logiciel de type SIG.

5.1.2. La construction des polygones

Le principal problème réside dans la correction des erreurs de l'opérateur. On indique au logiciel la distance maximale jusqu'à laquelle il peut prolonger automatiquement les arcs, de façon à combler les interstices fictifs (figure n°5.3). Dans le cas d'une étude «inter-échelle», cette tolérance, exprimée en mètres sur le terrain, varie selon les cartes. D'un choix cohérent dépend la rapidité du processus de construction des polygones.

L'état du fichier après numérisation "spaghetti"



Le fichier définitif après nettoyage et construction automatique des polygones

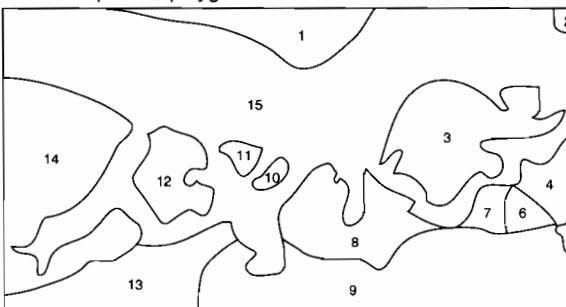


figure n° 5.3. Les erreurs de numérisation et la construction automatique des polygones.

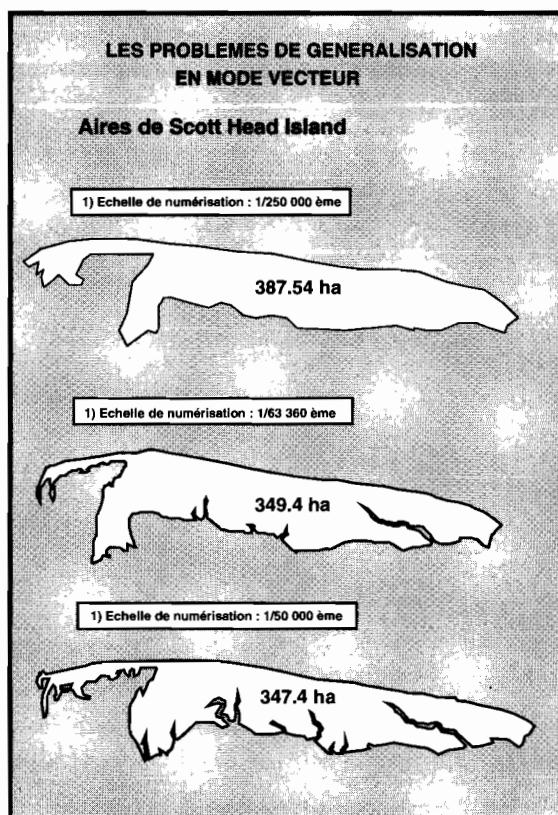


figure n° 5.4. La modification des tracés et des surfaces selon l'échelle de numérisation.

La précision des résultats est fonction de la qualité de la numérisation, et il convient de trouver un équilibre entre une restitution «fine» de la carte et la taille des fichiers. De son côté, le temps de calcul dépend beaucoup du nombre de points saisis. La restitution apparaît différente selon les échelles: le contour de Scott Head Island varie de façon remarquable d'une échelle à l'autre, ce qui pose des problèmes de généralisation (figure n°5.4).

5.2. L'étude des cartes vectorisées

L'utilisation d'un logiciel en mode vecteur et d'une structure topologique autorisent, avant même le passage sous format *raster*, un certain nombre d'opérations sur les entités géographiques.

En premier lieu, les mesures sur les différents types d'entités spatiales (segments ou polygones) sont réalisables. Par exemple, l'évaluation des superficies donne une vue instantanée

de l'importance des différents types de sols (figure n°5.5). La généralité de MapGrafix permet aussi ce type d'opération sur des arcs, comme pour la longueur de la route nationale dans la carte au 1:50 000 (figure n°5.6). Grâce à une référence géographique commune pour la numérisation, la totalité des mesures est obtenue directement en hectares (ou en mètres pour les longueurs) quelle que soit l'échelle.

Un autre utilisation courante est la sélection d'unités géographiques, soit par leur caractéristiques graphiques, soit par leurs attributs. Par exemple, on peut sélectionner tous les polygones classés «Grade 4» (forte limitation des possibilités de mise en culture) dans la carte de catégories des terres agricoles, avec leurs superficies respectives (figure n°5.7).

Bien entendu, on peut effectuer des requêtes plus complexes sur un espace donné à l'aide d'un logiciel de ce type. Pour cela, il faut mettre en place une véritable base de données en relation avec les plans d'information. Une autre

solution pour prolonger l'analyse consiste à utiliser les procédures des logiciels en mode *raster*, comme MAP II.

5.3. La conversion du vecteur en raster

5.3.1. Une opération simple dans l'univers Macintosh

Un des avantages du Macintosh réside dans la communication des données entre programmes par formats d'échanges standardisés. Il suffit, après avoir créé les polygones, de repérer les catégories en coloriant les surfaces, avant d'enregistrer le fichier en format PICT. La récupération se fait sous MAP II en créant ou en utilisant un «projet», et en ouvrant directement le fichier PICT.

MAP II permet de choisir la résolution (taille et nombre de carreaux) de la nouvelle carte rasterisée. L'adoption d'une résolution grossière réduit le temps de calcul et la taille des fichiers, mais engendre une perte d'information

Longueur de la route nationale : 8965 m

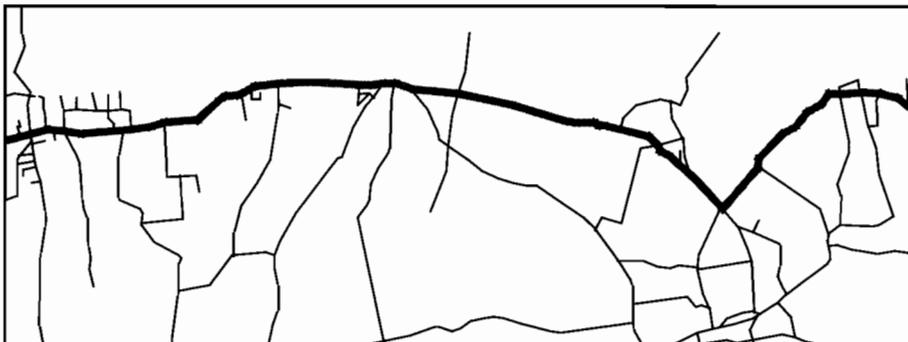


figure n°5.6. L'évaluation de la longueur d'une route.

dont il faut tenir compte. La mesure des superficies (effectuée en mode *raster* par simple comptage des carreaux) est plus ou moins fidèle à la carte originelle selon la résolution choisie. Par exemple, le passage d'une grille initiale de 300x460 pixels à 240x368, soit 80% de l'original, semble un compromis acceptable entre le gain de temps et la perte d'information.

5.3.2. Problèmes d'exportation

Avant d'effectuer le transfert, il est préférable d'avoir une bonne idée du type de traitement à réaliser en mode *raster*, et des entités géographiques concernées. En effet, la transformation des informations est une opération longue. Il convient donc d'opérer une sélection minutieuse des éléments graphiques et de leurs attributs à intégrer au carroyage. Cela impose une réflexion préalable sur l'information géographique à retenir pour éviter de convertir des données qui ne seront pas utilisées.

Quels que soient les éléments retenus, ils doivent être intégrés dans MAP II avec une échelle commune, de façon à permettre des combinaisons entre différents plans d'information. La mise à l'échelle par MapGrafix est réalisée par copie des éléments sélectionnés et collage dans un document

ayant comme référence l'échelle commune (ici le 1:250 000), opération rendue possible par la «National Grid».

5.4. Complémentarité des représentations vectorielle et raster

Durant de nombreuses années l'opposition *raster*/vecteur a été un frein à une intégration des données. Les capacités techniques des logiciels limitaient considérablement les possibilités de passage de l'un à l'autre, imposant par là-même une rupture qui s'est répercutée sur les domaines d'application. Aujourd'hui, on reconnaît aux deux types de codage des avantages complémentaires:

- pour le mode vecteur, opérations sur une structure topologique autorisant l'analyse des réseaux, précision utile dans certains travaux, etc.
- pour le mode *raster*, simplicité de codage, facilité des opérations sur les carreaux, adéquation aux analyses de proximités et de visibilité, efficacité des opérations booléennes sur plusieurs plans d'information.

L'évolution des matériels, et la disponibilité d'un éventail assez riche de logiciels permet d'ores et déjà de jouer sur les deux tableaux, en conservant le meilleur de chaque technique.



CONCLUSION

Ce fascicule n'a pas d'autre prétention que la relation d'une expérience des SIG basés sur quelques logiciels disponibles dans le commerce. Il apparaît néanmoins utile de dégager, *in fine*, quelques enseignements de portée plus générale.

L'accent mis trop souvent sur l'aspect «banque de données» des SIG cache sans doute l'un de leurs aspects les plus originaux, celui de processeur de cartes (*map processor*). Si l'on peut comprendre que les organismes chargés de la cartographie systématique «officielle» s'intéressent plus particulièrement à la structuration de l'information dans un SGBD, les SIG ne sont en aucun cas réductibles à cet aspect. L'apport des travaux de Dana Tomlin, sur lesquels est conçu le logiciel MAP II, doit être médité. Cet auteur insiste en effet bien plus sur les capacités des SIG à instrumenter

diverses techniques d'étude des cartes que sur l'«ensilage» de données susceptibles de servir, un jour, peut-être... Le temps semble donc venu de regarder le SIG comme un outil complémentaire à l'analyse spatiale. Cependant, le SIG ne constitue en aucun cas une alternative à d'autres techniques d'analyse, en particulier celles que l'on a regroupé sous le vocable impropre de «géographie quantitative». Ni l'analyse des données, ni la cartomatique ou la modélisation ne sont remis en cause par les SIG; au mieux, pourrait-on souhaiter voir une meilleure intégration de ces systèmes de manière à simplifier leur utilisation conjointe (on rêve, sur Macintosh, de passerelles MAP II - Cartographie 2D - DataDesk; sur ce dernier, voir P. Waniez, 1991).

Pourtant, on doit s'inquiéter de voir se multiplier les projets de SIG, sans qu'aucune problématique scientifique,

même limitée, ne soit formulée. De même, comment ne pas regretter de voir certains géographes se jeter à corps perdu dans le montage institutionnel d'un SIG, conçu au départ comme une «grosse affaire», alors même que leur expérience en matière de traitement des données spatialisées demeure rudimentaire. On peut légitimement craindre que la lourdeur de telles opérations ne conduise directement à fabriquer de beaux «éléphants blancs», de superbes outils techniques, extrêmement coûteux, mais présentant un «rendement scientifique» faible au regard des efforts consentis. La réflexion du géographe ne doit-elle pas porter plus sur l'adéquation de l'outil aux questions scientifiques que ce dernier devrait permettre de résoudre?

Cette question des problématiques accessibles avec un SIG n'est pas du tout secondaire. En privilégiant les localisations, les contenus matériels de l'espace, les SIG sont avant tout descriptifs et ne permettent pas de comprendre les processus d'organisation dont seuls les effets se lisent dans les distributions spatiales et leurs transformations. Au chapitre 4, la dynamique spatiale de la vigne a été décrite assez finement, avec ses co-occurrences spatiales, mais cela reste une description. De même que dans un paysage, l'important n'est pas seulement ce qui se voit, de même, dans un espace l'essentiel est rarement ce qui peut être cartographié. Les «cartes-modèles» inventées par R. Brunet se présentent comme une interprétation de l'espace et sont à l'opposé d'un fidèle inventaire localisé. En ramenant la géographie à l'étude de «cartes-inven-

taires», les SIG ne risquent-ils pas d'appauvrir le discours géographique? N'y aurait-il pas quelque paradoxe à voir un instrument nouveau et performant, lié aux plus hauts niveaux de technologie, favoriser le retour à des pratiques désuètes? Que feront les géographes avec les SIG? Avec cet outil nouveau comme avec tous les autres, la réflexion scientifique ne doit pas être escamotée.

Grâce à la diffusion de SIG *raster* conçus dès l'origine pour fonctionner sur Macintosh, le chercheur dispose maintenant de moyens de traitement renouvelés qu'il peut maîtriser sans grande compétence en informatique. La phase d'entrée des données peut sembler encore quelque peu fastidieuse (c'est elle qui nous a demandé le plus de temps). On objectera peut-être que la précision cartographique obtenue est faible, en tout cas inférieure à ce que l'on obtient avec un SIG vectoriel. Cette observation ne tient pas, comme le montre le chapitre 5. La précision cartographique dépend, en effet largement des moyens financiers disponibles: avec MapGrafix, soixante fois plus cher que MAP II, la précision obtenue semble comparable à celle des systèmes proposés pour les stations de travail. Pourtant, faut-il clore ainsi le débat? Non, car la question de la précision est un faux problème dans le cas d'un SIG conçu en fonction d'une problématique particulière: il y a toujours une marge d'erreur, et celle-ci doit être compatible avec la problématique. A l'inverse, dans un SIG conçu pour rassembler des informations, et être interrogé à diverses échelles, l'idéal est, sans doute, une «information précise,

détaillée et parfaitement localisée». Autrement dit, le plus coûteux n'est pas toujours indispensable.

Dans le même ordre d'idée, faut-il désormais faire passer toute étude géographique par le «moule» SIG? Non, bien entendu! Les SIG semblent bien adaptés aux opérations de mesures sur des cartes et aux traitements dont les résultats doivent être communiqués sous forme cartographique. Leur utilisation nécessite des inventaires exhaustifs coûteux dont il est fréquemment possible de se passer, en réalisant, par exemple, des sondages. Sur l'analyse de la relation altitude/exposition/pente dans l'évolution du vignoble, on aurait très bien pu procéder à une enquête par sondage auprès des viticulteurs. Ce qu'apporte spécifiquement le SIG, c'est une carte. Est-ce toujours nécessaire?

Sur un autre plan, on comprend bien l'attrait des SIG auprès des Collectivités Locales: le caractère exhaustif de ce système en fait, *a priori*, des outils de recensement et d'aide à la décision susceptibles de participer à un processus global de gestion et d'aménage-

ment territorial. Si l'on considère le prix élevé de la mise en place et de l'exploitation d'un SIG capable de répondre à de telles attentes, une évaluation du coût vis-à-vis des avantages attendus semble indispensable: «il apparaît très clairement que tout service désirant utiliser un SIG et monter des bases de données cartographiques n'a pas le droit d'économiser la phase "étude préalable et détaillée du projet, évaluation des besoins" (durée 6 mois à un an)» (Tosser, 1989).

Pour conclure ces réflexions tirées de notre expérience limitée à un SIG *raster*, remarquons, tout en soulignant l'immense intérêt des SIG pour la recherche géographique, qu'il ne peut y avoir, à notre sens, de véritable évaluation de cet outil sans une véritable pratique. Gardons nous des jugements péremptaires, dévastateurs ou dithyrambiques, sur un sujet encore nouveau. Multiplions les expériences, mêmes limitées, sur des thèmes divers, avec des moyens informatiques variés (du micro-ordinateur au gros système), afin de banaliser cet outil un peu mythique.



BIBLIOGRAPHIE

- ALMEIDA TEIXEIRA A.L., GOVONE J.S. (1991), *Coleta, codificação e digitação de dados espaciais em um SIG; Avaliação dos erros cometidos*. Rio de Janeiro: IBGE, Cadernos de Geociências, n° 6, pp. 15-21.
- AURIAC F. (1983), *Système économique et espace*. Paris: Economica.
- BERRY B.J.L. (1971), *Géographie des marchés et du commerce de détail*. Paris: Armand-Colin, 254 p.
- BERRY J.K. (1987), "Fundamental operations in computer assisted map analysis", *International Journal of GIS*, vol 1, n° 2, pp. 119-136.
- BOCCO G., VALENZUELA C. R. (1988), "Integration of GIS image processing in soil erosion studies using ILWIS". *ITC Journal 1988-4*, Institut International de levés aérospatiaux et sciences de la Terre, Enschede, Pays-Bas, pp. 309-319.
- BRACKEN I. et al. (1989), *A classification of geographic information systems Literature and applications, concepts and technics in modern geography*. *Catmog*, n° 52, 80 p.
- BRUNET R. (1987), *La Carte, mode d'emploi*. Paris: Fayard/RECLUS, 269 p.
- BURROUGH J. K. (1986), *Principles of Geographical Information systems for land resources assesment*. Oxford: Oxford university Press, 193 p.
- CAUVIN C., RIMBERT S. (1975), *La lecture numérique des cartes thématiques*. Fribourg: Editions Universitaires, 140 p.
- COMPTON B. (1991), "An implementation of Raster-based Spatial Analysis as a Programming Language". *EGIS'91 Proceedings*, Vol 1, Bruxelles, pp. 207-215.
- DIDIER M. (1990), *Utilité et valeur de l'information géographique*. Paris: Economica, 55 p.
- DIDON E. (1989), *Systèmes d'Information Géographique et diversification agricole en Languedoc Roussillon*. Montpellier: Rapport de fin d'études ENGREF.
- DUREAU F., BARBARY O., MICHEL A., LORTIC B. (1990), *Sondages aréolaires sur image satellite pour des enquêtes socio-démographiques en milieu urbain. Manuel de formation*. Paris: ORSTOM, 8 p. et 15 fiches.
- EQUATORIAL (1991), *Mercator 1991, Guide de la cartographie numérique*. Paris: Eurovista, 2 vol.
- EVERS H.W. et al. (1991), "How to integrate raster and vector, formats and standarts, hardware and people". Bruxelles: *EGIS'91 Proceedings*, vol. 1, n° 1, pp. 313-322.
- FERRAS R. (1986), «Le Lunellois: un modèle de "pays" en bas Languedoc». *Mappemonde*, 1986-4, pp. 26-27.

- GOODCHILD M.F. (1987), "A spatial analytic perspective on Geographical Information Systems". *International Journal of GIS*, Vol 4, Oct-Dec, pp. 327-334.
- GREEN N.P.A., SHEPHERD J.W., HUBERT M. (1991), «Les systèmes d'information géographique au service de l'aménagement et de la gestion des ressources». *L'Espace Géographique*, tome XIX-XX, n° 1, pp. 9-17.
- GREENLEE D. (1987), "Raster and Vector Processing for Scanned Linework". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol 53, n° 10, pp. 1 383-1 387.
- Groupe Cassini (1990), *La Gisette de Cassini*. Publication irrégulière, Maison de la Géographie de Montpellier, 2 numéros parus.
- KILCHENMANN A., LENZ M. (1991), «L'algèbre des cartes avec OSU Map for the PC». *Mapemonde*, 1991-1.
- MAFFINI G. (1987), "Raster versus vector encoding and handling: a commentary". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 53, n° 10, pp. 1397-1398.
- MAGUIRE D.J. (1989), *Computers in Geography*. London: Longman Scientific Technical, 250 p.
- MAGUIRE D.J. (1991), "Integrated Geographical Information Systems: the importance of raster". London: *Mapping Awareness Proceedings*, pp. 153-163.
- MAGUIRE D.J., GOODCHILD M., RHIND D. (1991), *Geographic Information Systems : principles and applications*. London: Longman, (à paraître).
- MALING D.H., *Measurements from maps-Principles and methods of cartometry*. Oxford: Pergamon Press, 577 p.
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE (1989), «Systèmes d'information géographique», *Bulletin Technique d'Information*, n° 445 spécial, pp. 441-573.
- PELLETIER F. (1991), *Outils de traitement des données urbaines, Logiciels*. Paris: ORSTOM, Réseau ADOC, document de travail n° 2, 90 p.
- PEUQUET D.J., MARBLE D.F. eds (1990), *Introductory readings in Geographic Information Systems*. London: Taylor and Francis, 371 p.
- PIWOWAR J.M. et al (1990), "Integration of spatial data in vector and raster formats in a Geographic Information System environment". *International Journal of GIS*, Vol 4, n° 4, Oct-Dec, pp. 429-444.
- PORNON H. (1990), *Systèmes d'information géographique*. Paris: Hermès et STU, 108 p.
- RAPER J. (1991), "Using the Macintosh in mapping and GIS". *Dutch Cartographic Journal* (à paraître).
- SALGÉ F. (1991), «Le système d'informations géographiques de l'Institut Géographique National». *L'Espace Géographique*, tome XIX-XX, n° 1, pp. 18-23.
- SMITH T.R. et al (1987), "Requirements and principles for implementation and construction of large-scale Geographic Information Systems". *International Journal of GIS*, Vol 1, n° 1, Jan-Mar, pp. 13-31.
- TOMLIN C.D. (1990), *Geographic Information Systems and Cartographic Modelling*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 250 p.
- TOSSER M.F. (1989), «Les SIG: fonctionnement et coûts, in Ministère de l'Agriculture, Systèmes d'information géographique», *Bulletin Technique d'Information*, n° 445 spécial, pp. 465-479.
- WANIEZ P. (1990), *Système d'information géographique, initiation pratique sur Macintosh*. Paris: Eyrolles, Col. «Informatique», 152 p.
- WANIEZ P. (1991), *Analyse exploratoire des données*. Montpellier: GIP RECLUS, Col. «Reclus Modes d'Emploi», n° 17, 160 p.
- WORRALL L. (1990), *Geographic Information Systems : developments and applications*. London: Belhaven Press, 256 p.

Adresses utiles

Canvas est une marque déposée de Deneba Software, 3305 N.W. 74th Avenue, Miami, Florida 33122.

GIST est une marque déposée du Birkbeck College, Department of geography, 7-15 Gresse Street, London W1P 1PA, Royaume-Uni.

MacGis est une marque déposée du Computing Center, University of Oregon, Eugene, Oregon 97403, USA. Tel. 19 (1) 503 686 43 94, M. Kit Larsen.

Map II est une marque déposée de John Wiley & Sons Ltd., Baffins Lane, Chichester, West Sussex, PO19 1UD, Royaume-Uni.

MapGrafix est une marque déposée de ComGraphix INC., 616 E Street, Clearwater, Florida 34616, USA.

G.I.P. RECLUS

LISTE DES PUBLICATIONS - BON DE COMMANDE

avril 1991

Adresser à: Annie Tritsch, Maison de la Géographie, 17, rue Abbé de l'Epée,
34000 Montpellier - Tel: 67 72 46 10 - Fax 67 72 64 04

	prix unitaire	nombre	total			
<u>Edition RECLUS</u>						
Le redéploiement industriel, analyse géographiques des phénomènes du développement industriel en France (R. Brunet)	épuisé					
Etat de l'urbanisation. Constats et tendances 1987 J.P. Cheylan, M. Vigouroux	épuisé					
Les données et le territoire. Initiation au traitement des données spatialisées Ph. Waniez.	épuisé					
Comprendre et maîtriser l'espace ou la science régionale et l'aménagement de l'espace A.S. Bailly, B. Guesnier, J.H.P. Paelinck, A. Sallez	épuisé					
Les données et le territoire. Initiation à la numérisation pour la cartographie statistique V. Cabos, Ph. Waniez (54 p., 58 fig.) épuisé (copies à la demande)	40 F					
France : les dynamiques du territoire R. Brunet, J. Sallois (dir.) (256 p., 21 fig.)	115 F					
Cartes et modèles à l'école M. Clary, G. Dufau, R. Durand, R. Ferras (112 p., 6 tabl., 50 fig.)	85 F					
L'Atlas des pêches et des cultures marines en France J. Chaussade, J.P. Corlay (104 p., coul.)	154 F					
Montpellier Europole R. Brunet, L. Grasland, J.P. Garnier, R. Ferras, J.P. Volle (315 p.)	110 F					
La France dans l'espace Européen R. Brunet (32p., 32 cartes coul.)	58 F					
<u>Collection Territoires</u>						
Le Laos, stratégie d'un Etat tampon Ch. Taillard (200 p., 12 fig., 15 tabl., 16 pl. coul.)	120 F					
<u>Collection Alidade</u>						
L'analyse des données appliquée à la géographie L. Sanders (268 p., 12 cartes, 53 fig., 39 tabl.)	95 F					
<u>Atlas permanent de la région Languedoc Roussillon</u> (100 planches couleurs, 500 cartes)				450 F		
<u>Collection Géographiques</u>						
Médiance. De milieux en paysages A. Berque (164 p.)	92 F					
Ville paraître, être à part R. Ferras (144 p.)	88 F					
Le territoire dans les turbulences R. Brunet (224 p.)	95 F					

sous total

	prix unitaire	nombre	total
<u>Collection Reclus Modes d'Emploi</u>			
N° 1. Observatoire de la dynamique des localisations Création de l'information, manuel (48 p.)	200 F		
N° 2. Pour la Géographie Universelle Charte de la rédaction (56 p.)	58 F		
N° 3. La diffusion spatiale des innovations Th. Saint-Julien (40 p., 19 fig.)	48 F		
N° 4. L'effet régional: les composantes explicatives dans l'analyse spatiale F. Durand-Dastès, L. Sanders (48 p., 22 fig.)	48 F		
N° 5. L'Espagne, écriture de géographie régionale R. Ferras (64 p., 40 fig., 2 cartes coul.)	58 F		
N° 6. Nouvelles méthodes en cartographie C. Cauvin (54 p., 28 fig.)	48 F		
N° 7. Bulgarie: les systèmes de peuplement J.P. Volle (75 p., 31 fig.)	58 F		
N° 8. Atlas structurel des climats de la France A. Dauphiné, J.Y. Ottavi (56 p., 39 fig.)	48 F		
N° 9. Discrétisation et représentations cartographiques C. Cauvin, H. Reymond (120 p., 29 tab.)	68 F		
N° 10. Emplois, entreprises et équipements en Ile-de-France: une géographie de la turbulence ouvrage coordonné par A.-M. Lakota et Ch. Milelli (112 p., 83 cartes, 2 phot.)	78 F		
N° 11. Carte géomorphologique de la France au 1:1 000 000 (N-O) F. Joly (40 p., 1 carte h. t. coul., 3 fig.)	58 F		
N° 12. Variogrammes et structures spatiales A. Dauphiné, C. Voiron-Canicio (56 p., 30 fig., 3 cartes)	48 F		
N° 13. Carte géomorphologique de la France au 1/1 000 000 (N-E) F. Joly (22p., 1 carte h. t. coul., 3 fig.)	58 F		
N° 14. Les Géographies Universelles et le monde de leur temps R. Ferras (112p., 28 ill., 7 tab., 6 fig.)	78 F		
N° 15. Pratique de l'analyse statistique SAS sur PC/PS, mini et gros systèmes M. Cosinschi, Ph. Waniez (150 p.)	95 F		
N° 16. L'Ile-de-France en mouvement, colloque novembre 1989 ouvrage coordonné par A.-M. Lakota et Ch. Milelli (370 p.)	130 F		
N° 17. L'analyse exploratoire des données Ph. Waniez (160 p., 187 fig.)	120 F		
N° 18. Pratique des systèmes d'information géographique raster J. Charre, Ph. Miellet, Ph. Waniez (56 p., 31 fig.)	80 F		

sous total

	prix unitaire	nombre	total
<u>Coédition</u>			
<u>Fayard / RECLUS</u>			
Atlas d'Espagne R. Ferras (96 p., coul.)	95 F		
Atlas du Brésil Hervé Théry (80 p., noir)	79 F		
Atlas mondial des Zones Franches Roger Brunet (80 p., coul.)	120 F		
La carte mode d'emploi R. Brunet (270 p., 269 illustrations, coul.)	198 F		
Chine : un atlas économique P. Gentelle (112 p., 213 cartes, coul.)	180 F		
Atlas des sports en France D. Mathieu, J. Praïcheux (120 p., 167 cartes, coul.)	140 F		
<u>Publisud / RECLUS</u>			
Atlas des Iles et Etats du Pacifique B. Antheaume, J. Bonnemaïson (128 p., 103 cartes, coul.)	182 F		
<u>La Documentation française / RECLUS</u>			
Atlas des villes de France D. Pumain, Th. Saint-Jullien (176p., 117 cartes, 28 phot. coul.)	190 F		
Les villes européennes R. Brunet (80p., 26 cartes coul.)	120 F		
Ile-de-France, un nouveau territoire ouvrage coordonné par A.-M. Lakota et Ch. Milelli (280 p., 69 fig. coul., 28 tabl.)	180 F		
Nord-Pas-de-Calais, une région d'Europe en mouvement D. Paris (dir.) (185 p., 50 cartes coul., 18 tabl.)	150 F		
Atlas mondial des multinationales P. Grou (168 p., 89 fig.)	190 F		
La science et les régions M. Brocard (268 p., 100 fig.)	220 F		
<u>STU/RECLUS</u>			
Chiffres et cartes : une union réfléchie J.P. Cheylan (dir.), (55 p. cartes coul., tabl.)	100 F		
<u>AFDG / RECLUS</u>			
Enseigner la géographie (158 p.)	80 F		
<u>Anthropos / RECLUS</u>			
Modèles graphiques et représentations spatiales Y. André, A. Bailly, M. Clary <i>et al.</i> (218 p., 38 fig.)	95 F		
<u>MEN / RECLUS</u>			
L'enseignement supérieur en cartes (10 cartes et comm.)	58 F		
sous total			

	prix unitaire	nombre	total
<u>Hachette / RECLUS</u>			
<u>Collection Géographie universelle</u>			
Souscription aux 10 volumes (en cadeau: une carte du fond des océans et le 11 ^e volume d'index à la fin de la parution de la collection) (paiement complet à la commande, livraison immédiate des volumes 1 et 2, ensuite livraison de 3 volumes par an)	3480 F		
Vol. 1. Mondes nouveaux	398 F		
Livre 1: Le déchiffrement du Monde (R. Brunet)			
Livre 2: Le système Monde (O. Dollfus, avec F. Durand-Dastès, R. Ferras, R. Knafou) (550 p., 126 cartes, 119 photos)			
Vol. 2. France, Europe du Sud	398 F		
Livre 1: France (D. Pumain, Th. Saint-Julien)			
Livre 2: Europe du Sud (R. Ferras, avec A. Dauphiné, M. Drain, M. Sivignon) (480 p., 148 cartes, 92 photos)			
sous total			

G.I.P. RECLUS

Périodiques

Mappemonde Revue trimestrielle internationale sur la carte et l'image géographique depuis 1986, 4 fascicules de 48 pages couleurs 21x29,7

Abonnement : (France)		1991
	Particuliers	210 F
	Institutions	290 F
	Etudiants	130 F
Abonnement : (Etranger)	Particuliers	220 F
	Institutions	300 F
	Etudiants	140 F

Abonnement : Maison de la Géographie, 17, rue Abbé de l'Epée, 34000 Montpellier
Rédaction : R. Ferras, Th. Panouillères (même adresse)

L'Espace Géographique

Revue trimestrielle internationale depuis 1972, 4 fascicules de 96 pages 20x26

Abonnement : (France)		1990-1991
	Particuliers	350 F
	Institutions	525 F
	Etudiants	260 F
Abonnement : (Etranger)	Particuliers	410 F
	Institutions	610 F
	Etudiants	260 F

Abonnement : Editions Doin, 8 Place de l'Odéon, 75006 Paris
Rédaction : R. Vanduick, Maison de la Géographie

La Lettre d'Odile

 Dynamique des localisations et des implantations

Revue trimestrielle, 4 fascicules de 16 pages 21x29,7

Abonnement : (France)		1991
	France	225 F
	Etranger	280 F
	au numéro	72 F

Abonnement : La Documentation Française, 124, rue Henri Barbusse, 93308 Aubervilliers Cedex
Rédaction : N. Jean, Maison de la Géographie

Informations Reclus

 Lettre gratuite, sur demande

Contact : A. Tritsch, Maison de la Géographie
Rédaction : G. Roques, Maison de la Géographie

COLLECTION RECLUS MODES D'EMPLOI

1. Observatoire de la dynamique des localisations. Création de l'information. Manuel pour l'emploi du bordereau d'enregistrement des données (avril 1985).
2. Pour la Géographie Universelle, charte de la rédaction (juillet 1985).
3. Thérèse SAINT-JULIEN, La diffusion spatiale des innovations (septembre 1985).
4. Lena SANDERS, François DURAND-DASTES, L'effet régional: les composantes explicatives dans l'analyse spatiale (novembre 1985).
5. Robert FERRAS, L'Espagne, écritures de géographie régionale (décembre 1985).
6. Colette CAUVIN, Henri REYMOND, Nouvelles méthodes en cartographie (janvier 1986).
7. Jean-Paul VOLLE, Bulgarie: les Systèmes de peuplement (février 1986).
8. André DAUPHINÉ, Jean-Yves OTTAVI, Atlas structurel des climats de la France (mai 1986).
9. Colette CAUVIN, Henri REYMOND, Abdelaziz SERRADJ, Discrétisation des données et représentation cartographique (mars 1987).
10. Anne-Marie LAKOTA, Christian MILELLI (coord.), Emplois, entreprises et équipements en Ile-de-France (avril 1987).
11. Fernand JOLY, Carte géomorphologique de la France au 1:1 000 000, quart Nord-Ouest (juin 1987).
12. André DAUPHINÉ, Christine VOIRON-CANICIO, Variogrammes et structures spatiales (février 1988).
13. Fernand JOLY, Carte géomorphologique de la France au 1:1 000 000, quart Nord-Est (novembre 1988).
14. Robert FERRAS, Les Géographies Universelles et le monde de leur temps (mai 1989).
15. Micheline Cosinschi, Philippe Waniez, Pratique de l'analyse statistique SAS sur PC/PS, mini et gros systèmes (juillet 1989).
16. Anne-Marie LAKOTA, Christian MILELLI (coord.), L'Ile-de-France en mouvement, colloque de novembre 1989 (mai 1990).
17. Philippe WANIEZ, L'analyse exploratoire des données (avril 1991)
18. Joël CHARRE, Philippe MIELLET, Philippe WANIEZ. Pratique des systèmes d'information géographique *raster* (mai 1991)

