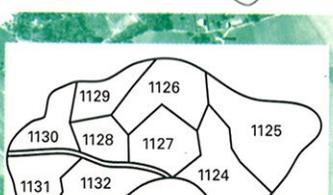
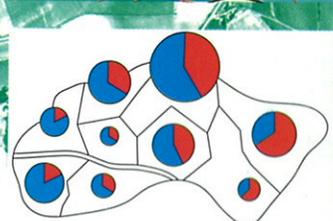
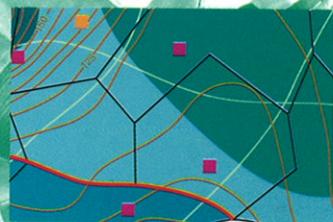
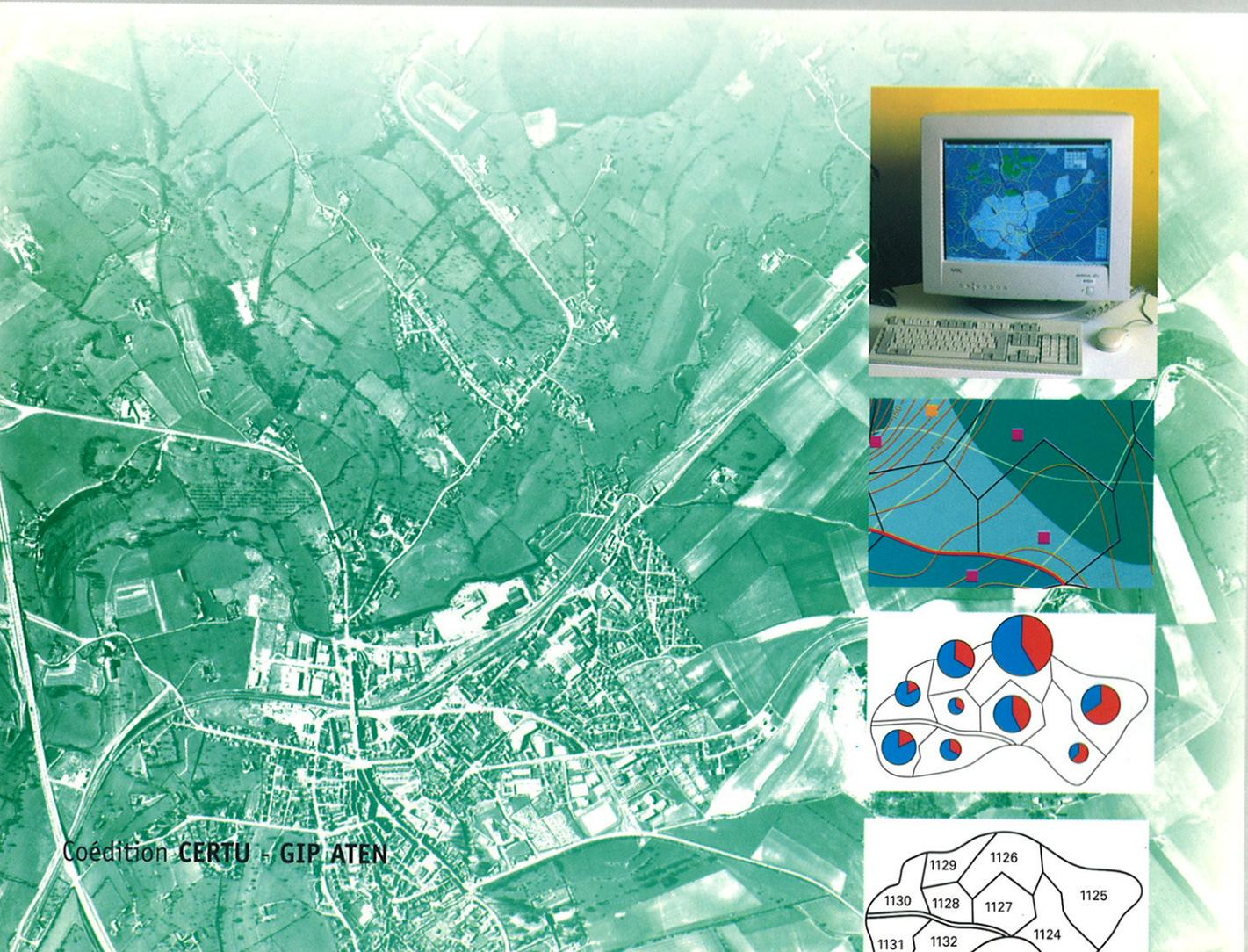


Représentation cartographique

Guide méthodologique

r é f é r e n c e s ■



Représentation cartographique

Guide méthodologique

juin 2001



L'ATELIER
technique des espaces naturels

Ministère de l'Équipement,
des Transports et du Logement



Centre d'études sur les réseaux, les transports,
l'urbanisme et les constructions publiques



Conception et réalisation



Philippe MIELLET, Cécile DELAGE, avec la participation de Sébastien CENDRIER,
Jean-Philippe ROUSSILLON et Cédric MAHE

Comité de rédaction

CERTU : Jacques BALME, Martine CHATAIN et Bernard ALLOUCHE, Laurent COUDERCY
DIREN Bourgogne : Charles HANAUER
GIP ATEN : Jacques CLAUDIN, Michèle SABATIER
MATE : Benoît DAVID

Conception graphique de la maquette

Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement Normandie Centre
Michel BOUVIER

Copyrights illustrations

Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement de Lyon,
Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement de l'Ouest,
Centre de découverte de Scamandre, Communauté urbaine de Brest,
Direction régionale de l'Environnement de la région Alsace,
Direction Départementale de l'Équipement de Seine Saint-Denis,
Direction Départementale de l'Équipement de Savoie,
Institut Géographique National, (©IGN - Paris - 2001 - Autorisation n° 90 - 1027)
Ministère de la Culture, Parc national des Ecrins, Parc national de la Guadeloupe,
Parc national de la Vanoise, Parc national de Port Cros, Parc national des Pyrénées.

*Les illustrations sont présentées à des fins démonstratives dans le cadre de ce guide.
Elles ne peuvent donner lieu à interprétation ou utilisation en dehors de ce contexte.*

«Mode d'emploi»	5
Introduction	7
Chapitre 1 : Cartographier dans un contexte méthodologique et technique en mutation	8
■ Les visages multiples des cartes	8
Les cartes de repérage	8
Les cartes thématiques	9
■ Cartographier en utilisant les bases de données géographiques numériques	13
Quelques bases de données de référentiels géographiques	13
Quelques bases de données de référentiels à destination de thématiques particulières	14
Quelques bases de données d'inventaire	14
Chapitre 2 : Cartographie et systèmes d'information : mariage parfait ou alliance de circonstance ?	15
■ Cartographier avec des outils SIG	15
■ Modèle de données et modèle de représentation	16
Chapitre 3 : Faire une «bonne» carte	19
■ Concevoir une carte	19
La carte : un processus de valorisation de l'information	19
Définir des spécifications cartographiques	20
Tenir compte des spécifications cartographiques existantes	20
Définir de nouvelles spécifications pour la production d'une carte	20
■ Réaliser une carte	23
Savoir généraliser l'information pour optimiser sa carte	23
Choisir les modes de représentation les mieux adaptés au message cartographique	26
Maîtriser le message véhiculé par une carte	26
Connaître les règles de la représentation cartographique	33
La sémiologie graphique	33
Le placement des noms	40
Le cas spécifique de la cartographie noir et blanc	41

Réaliser des cartes statistiques	44
Carte en symboles proportionnels	44
Carte en plages de valeurs	48
La comparaison de deux variables	54
De nouvelles cartographies statistiques	57
■ Adapter ses outils aux objectifs cartographiques	62
La chaîne de traitement des logiciels de cartographie	62
Faire une carte destinée à l'impression professionnelle	64
Chapitre 4 : Des exemples de cartes	70
Exemple 1 : Synthèse de contraintes environnementales pour la réalisation d'un projet d'autoroute	70
Exemple 2 : Représentation en «3D» d'une zone d'étude d'un projet d'autoroute	72
Exemple 3 : Mise en perspective d'un aménagement routier	74
Exemple 4 : Plan d'occupation des sols	76
Exemple 5 : Inventaire et de protection du milieu naturel	78
Exemple 6 : Présentation d'une réserve naturelle en milieu marin	80
Exemple 7 : Physionomie de l'occupation de l'espace sur la Petite Camargue Gardoise	82
Exemple 8 : Les Bouquetins des Alpes	84
Glossaire	86
Bibliographie indicative	87
Méthodes cartographiques	87
Cartographie statistique	87
Réflexions sur la cartographie	87
Autres références	87

A qui s'adresse cet ouvrage ?

Il s'adresse en priorité aux personnels des services de l'Etat confrontés quotidiennement à la lecture, à l'analyse ou à la réalisation de cartes.

Au delà, il peut être utile à toute personne qui manifeste un intérêt pour le message cartographique et les moyens de sa mise en œuvre.

Il n'a pas vocation à remplacer les ouvrages spécialisés particulièrement nombreux sur le thème de la cartographie (cf. bibliographie), mais plutôt à apporter des éléments de réflexion sur les contraintes et les règles de la représentation cartographique dans un contexte de production institutionnel et technique.

Qu'y trouve-t-on ?

A partir des différentes phases de constitution d'une carte, l'ouvrage apporte des éléments méthodologiques illustrés par des exemples extraits notamment de diverses réalisations des services du ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement ou du ministère de l'Équipement du Transport et du Logement.

Le champ des missions des services de ces ministères (aménagement, urbanisme, environnement etc.) est trop étendu pour être abordé de façon exhaustive dans ce guide.

Cependant, la plupart des indications ou conseils apportés peuvent être appliqués à tout type de cartes, même à ceux qui n'apparaissent pas nécessairement ici.

Étant donnée l'évolution du contexte de production de la cartographie par une intégration de plus en plus poussée dans les outils de type Système d'Information Géographique (SIG), il est difficile d'aborder aujourd'hui les règles de constitution d'une « bonne carte » sans évoquer certaines contraintes auxquelles se heurtent les cartographes : collecte des données, fonctionnalités des outils parfois inadaptées etc.

Ce guide évoque certains de ces points qui ont été retenus comme les plus importants mais **il peut s'avérer nécessaire d'en compléter la lecture par l'acquisition d'une connaissance approfondie sur les SIG.**

Parmi les multiples entrées possibles dans le monde de la cartographie, certains choix ont été faits (spécifications préalables, cartographie noir et blanc, impression professionnelle etc.), ils correspondent à l'analyse des besoins rencontrés parmi les services au cours d'études ou de formations.

Comment le lire ?

L'ouvrage s'inscrit dans un contexte de sensibilisation à la cartographie largement développé au sein des services déconcentrés de l'Etat : maquettes pédagogiques, formations, appui méthodologique, recueil de cartes etc. Il en constitue une partie et doit être lu comme un complément à l'ensemble des actions en cours.

La question de la réalisation cartographique est aujourd'hui posée dans un contexte qui a subi de fortes évolutions au cours des dernières années.

Evolution du contexte technique

La cartographie manuelle, toujours utile dans certains cas, tend à disparaître, remplacée par une cartographie informatique aujourd'hui presque essentiellement réalisée par l'intermédiaire de logiciels de type Systèmes d'Information Géographique (SIG).

L'irruption et la diffusion rapide des SIG dits «bureautiques»*, car fonctionnant dans des environnements informatiques familiers des services de l'Etat ou des Collectivités Territoriales, ont bouleversé les chaînes traditionnelles de la production cartographique.

L'utilisation des outils SIG, par ailleurs source de nombreuses innovations, crée des contraintes techniques de représentation cartographique, que ce soit du fait des structures informatiques des données cartographiées ou des fonctionnalités parfois incomplètes des outils logiciels les plus utilisés.

Evolution des métiers

D'un métier identifié : le cartographe, qui avait essentiellement en charge la production au sein de son service, on est passé en peu d'années à l'apparition, aux côtés des professionnels, de cartographes occasionnels, chargés d'études par exemple, qui n'ont pas nécessairement de culture de la représentation cartographique. Celle-ci doit donc leur être apportée tout en prenant en compte le fait qu'ils n'en font pas leur métier.

La multiplication des «producteurs» de cartes induit la nécessité d'adapter des règles jusqu'alors conçues et appliquées par des professionnels, sans pour autant les faire disparaître.

Evolution du contexte de disponibilité des données

Dans le même temps, la multiplication des bases de données géographiques de référence disponibles aujourd'hui dans la plupart des organismes a permis la réalisation plus rapide de cartes mais en introduisant de nouvelles contraintes liées aux principes mêmes des caractéristiques de cette information.

Evolution de la demande sociale

Par ailleurs, ces bouleversements techniques ont lieu dans un contexte de demande sociale en pleine évolution : meilleure transparence des décisions publiques, élaboration d'outils de concertation, nécessité d'accès du citoyen à l'information administrative, notamment par l'intermédiaire d'internet.

Pour toutes ces raisons, il a semblé utile de condenser dans un ouvrage des informations méthodologiques et techniques à destination des non-professionnels de la cartographie.

La vocation de cet ouvrage n'est en aucun cas de remplacer un savoir-faire de spécialiste mais bien de permettre à chacun d'accéder à un langage commun sur la cartographie voire d'acquérir les règles de base permettant d'optimiser la portée d'un message visuel transmis lors de toute réalisation de carte.

■ Les visages multiples des cartes

La modification actuelle des outils techniques de la réalisation cartographique s'inscrit dans la longue histoire de la carte et de ses évolutions.

Sans même remonter aux racines anciennes de la cartographie, le «cartographe d'aujourd'hui» hérite, sans nécessairement en être pleinement conscient, de décennies de pratiques et de cultures des représentations dont il ne peut s'affranchir, au risque de ne pouvoir transmettre le message dont sa carte doit être porteuse.

De nombreuses familles de cartes coexistent. Chacune d'entre-elles véhiculant des habitudes de réalisations et de représentations souvent fort différentes. Ceci se retrouve, entre autres, au sein des services de l'Etat ou des Collectivités Territoriales où la diversité des missions amène à côtoyer, voire à fabriquer des cartes, avec diverses orientations thématiques et des objectifs variés.

Parmi la diversité des familles de cartes, les cartes de repérage et les cartes thématiques sont les plus utilisées dans le cadre des missions de ces organismes.

■ Les cartes de repérage

La fonction de repérage est sans doute celle qui est la plus communément assimilée à la définition instinctive d'une carte par tous les publics.

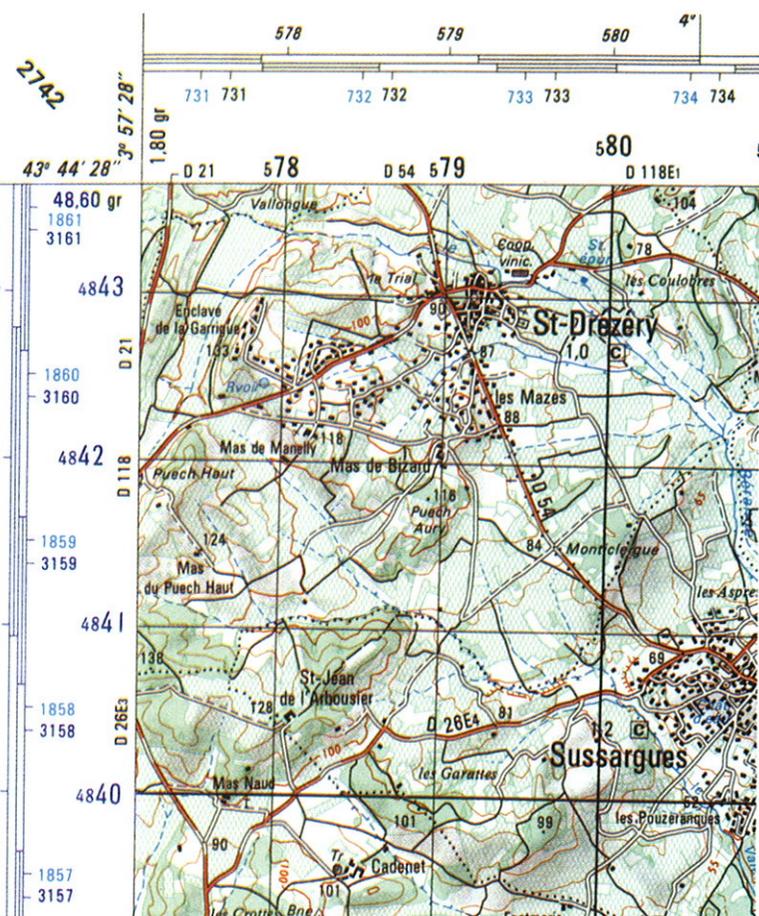
L'objectif militaire, à l'origine des demandes de repérage précis, a évolué largement vers des utilisations civiles et notamment touristiques qui font de la fonction de repérage, aujourd'hui, une référence incontournable de la cartographie.

Les cartes de l'Institut Géographique National (IGN) sont aujourd'hui un des supports le mieux connu par tous les types d'utilisateurs, depuis les spécialistes jusqu'au grand public.

Ce type de carte permet à la fois une lecture d'ensemble, notamment des modes d'occupation des sols, mais aussi une lecture de détail associée à sa fonction d'origine : le repérage.

La carte de repérage devient souvent, du fait de sa double possibilité de lecture, le support de la cartographie thématique ce qui pose la plupart du temps des problèmes de représentations du fait de la charge d'informations que porte déjà une carte de repérage précise.

Les choix de représentation de la carte de repérage constituent un standard auquel il est difficile de déroger au point qu'il peut être considéré aujourd'hui comme un «acquis culturel» de la représentation cartographique.



■ Les cartes thématiques

Toute carte présente au minimum un thème. On peut cependant entendre par carte thématique une carte dont la vocation première est de décrire la répartition d'un ou plusieurs phénomènes localisés sans pour autant nécessairement nécessiter de repérage précis.

C'est essentiellement grâce au développement des enquêtes scientifiques, puis aux études démographiques, que la cartographie, dite thématique, a réellement pris son essor au XIX^{ème} siècle notamment par la réalisation des premières cartes statistiques.

L'évolution récente, qui veut que la plupart des informations détenues par les organismes soient localisables, a produit une multiplication des cartes thématiques dans de nombreux domaines depuis les plus «classiques» (géologie, végétation, pédologie, etc.) jusqu'aux plus nouveaux (cartographie de clientèle par exemple).

Parmi les différents types de cartes thématiques retons par exemple :

La carte d'inventaire

Elle est essentiellement descriptive et constitue une première étape de présentation de l'information, centrée sur un thème précis, quelle qu'en soit l'échelle. Ainsi, les informations répertoriées selon leur présence ou non constituent une «archive spatialisée».

Ce type de carte est généralement de lecture délicate, chaque phénomène étant localisé de façon plus ou moins précise. L'information apparaît essentiellement sous forme de recueil.

La principale contrainte cartographique de la carte d'inventaire réside dans le double impératif de localiser avec précision une information le plus souvent abondante et variée tout en maintenant une lisibilité minimum.

Voir carte page 10

La carte statistique

Elle associe des unités géographiques (communes, parcelles, chefs-lieux, routes, etc.) et des valeurs numériques calculées ou observées.

Cette cartographie nécessite un traitement de l'information qui autorise alors une lecture interprétative.

Elle fait donc appel à des traitements spécifiques, et à des modes de représentation particuliers qui nécessitent des connaissances méthodologiques précises qui sont présentées dans cet ouvrage.

La carte statistique est un moyen aisé de visualiser des phénomènes complexes difficiles à exprimer sous forme de tableaux de chiffres : c'est un complément des études analytiques sur un territoire. L'espace est alors perçu de façon globale ; on peut dire en ce sens que c'est la mise en carte d'un tableau de valeurs.

Ce sont le plus souvent des cartes où les surfaces sont grisées ou coloriées (cartes dites en plages, ou choroplètes*), des cartes dites «symboles proportionnels»* où les valeurs sont représentées la plupart du temps par des cercles de surface proportionnelle.

Voir carte page 11

La carte d'aménagement

Elle associe souvent la cartographie thématique et la représentation d'informations statistiques. De ce fait, elle se situe à la fois entre plan et cartographie, à des échelles diverses. Souvent liée à des études de diagnostic territorial ou d'impact de projet, elle associe phénomènes naturels, informations d'infrastructure ou socio-économiques suivant le type d'aménagement en cours.

Ce type de cartographie peut être utilisé à la fois par des techniciens spécialisés ou, après des modifications de forme, comme support de communication lors de prises de décision. Elle revêt donc une dimension «politique» non négligeable même si elle reste différente de la cartographie de communication qui s'adresse encore à un public plus large.

La cartographie d'aménagement peut évoluer vers une «cartographie de projet» à grande échelle*, elle s'apparente alors souvent au plan.

La contrainte de représentation principale de la cartographie d'aménagement réside dans la nécessité d'assurer un repérage compréhensible par un public non-spécialiste tout en lui superposant les informations spécifiques au projet d'aménagement. Cette superposition peut entraîner des problèmes de lisibilité et parfois d'adéquation d'échelles entre le fond de référence et le thème cartographié.

Voir carte page 12

ESPACES NATURELS PROTÉGÉS



Carte réalisée par le Service du Patrimoine Naturel (Institut d'Écologie et de Gestion de la Biodiversité) du Muséum National d'Histoire Naturelle avec la collaboration de l'Institut Français de l'Environnement et la contribution de :

- Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Locaux
- Réserves Naturelles de France
- Fédération des Parcs Naturels Régionaux
- Directions Régionales de l'Environnement
- Office National de la Chasse

LÉGENDE

Parc national :

- zone centrale
- zone périphérique
- réserve intégrale

Parc naturel régional

Réserve nationale de chasse et de faune sauvage

Réserve naturelle, réserve naturelle volontaire

Acquisition du Conservatoire du littoral :

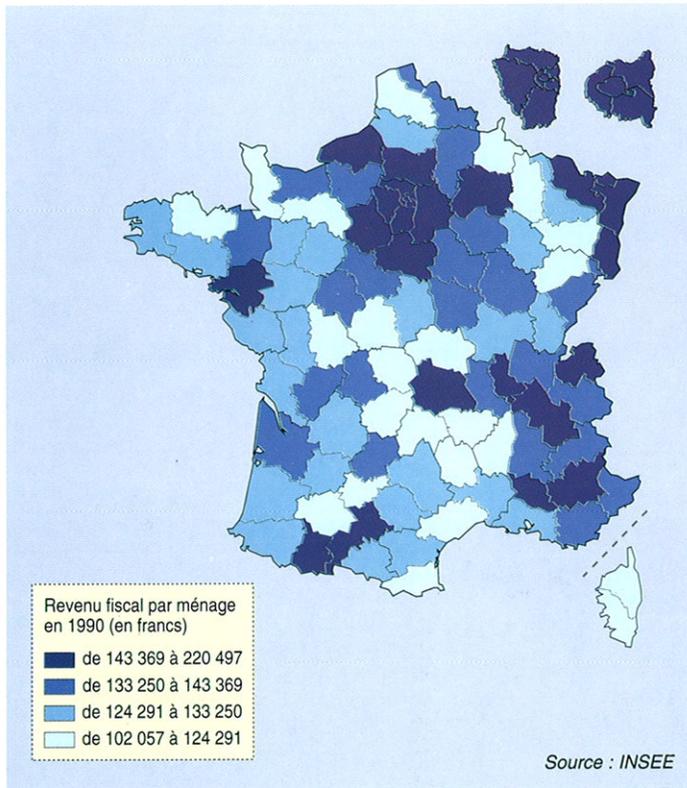
- littoral
- grands lacs

Arrêté préfectoral de protection de biotope

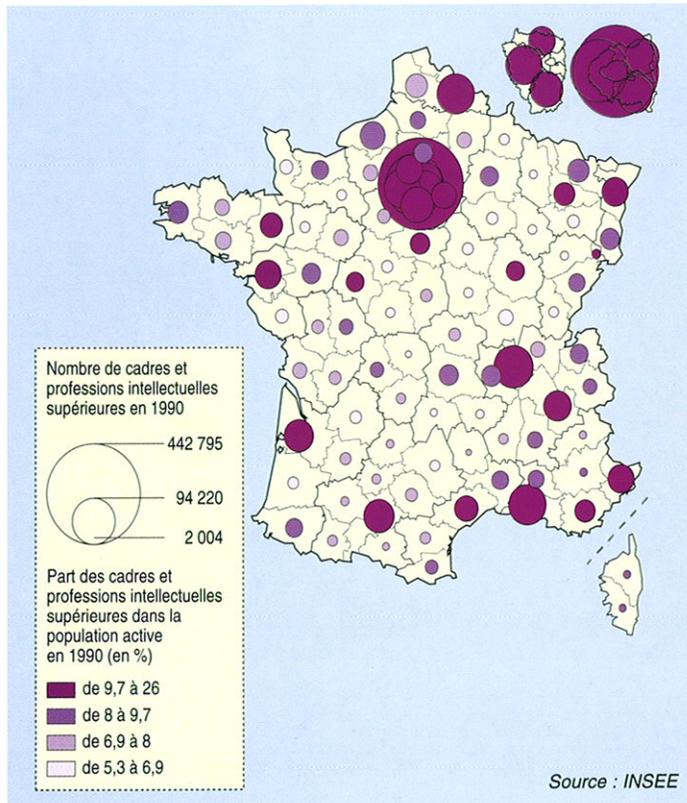
Les sites classés au titre de la loi du 2 mai 1930, au nombre de 2700 environ, ne peuvent être représentés sur la carte.

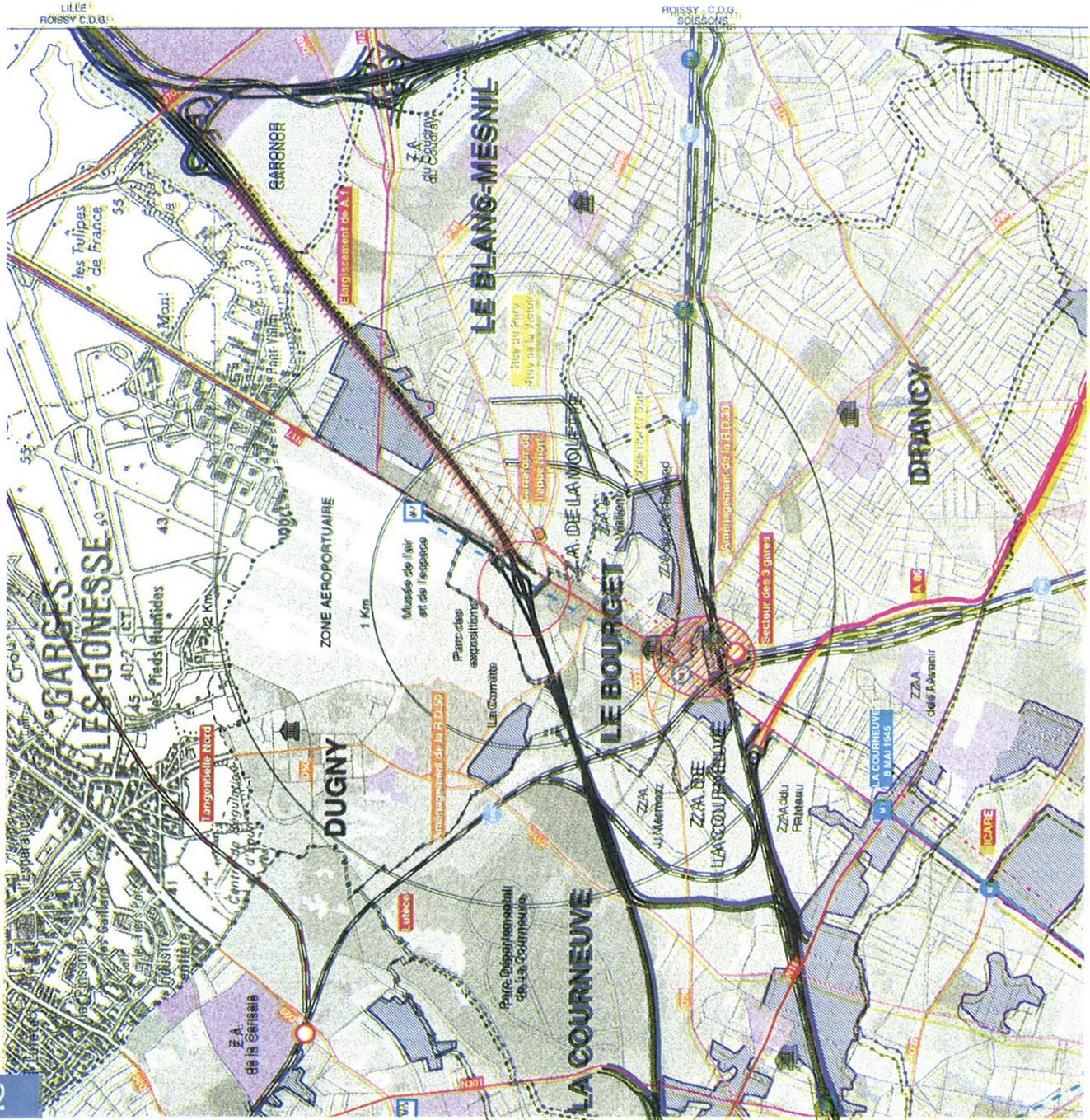


Le revenu fiscal par ménage en 1990



Les cadres et professions intellectuelles supérieures en 1990 et leur part dans la population active





UN SECTEUR DE PROJETS

PROCEDURE

- ZONE D'AMENAGEMENT CONCERTÉ
- ZONE D'AMENAGEMENT CONCERTÉ
- PERIMETRE DETUDE
- PERIMETRE DETUDE

INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS

- AUTOROUTE EXISTANTE
- AUTOROUTE EXISTANTE
- AUTOROUTE PROJETEE
- AUTOROUTE PROJETEE
- VOIE RAPIDE SOUTERRAINE
- VOIE RAPIDE SOUTERRAINE
- ROUTE NATIONALE
- ROUTE NATIONALE
- ROUTE DEPARTEMENTALE EXISTANTE
- ROUTE DEPARTEMENTALE EXISTANTE
- ROUTE DEPARTEMENTALE PROJETEE
- ROUTE DEPARTEMENTALE PROJETEE
- AUTRE VOIRIE EXISTANTE
- AUTRE VOIRIE EXISTANTE
- AUTRE VOIRIE PROJETEE
- AUTRE VOIRIE PROJETEE
- VOIE FERREE
- VOIE FERREE
- VOIE FERREE PROJETEE
- VOIE FERREE PROJETEE
- LIGNE DE METRO EXISTANTE
- LIGNE DE METRO EXISTANTE
- LIGNE DE METRO PROJETEE
- LIGNE DE METRO PROJETEE

LIMITES ET REPERES

- LIMITE ADMINISTRATIVE
- LIMITE ADMINISTRATIVE
- HOTEL DE VILLE
- HOTEL DE VILLE
- STATION RER EXISTANTE
- STATION RER EXISTANTE
- TERMINUS METRO EXISTANT - PROJETE
- TERMINUS METRO EXISTANT - PROJETE
- STATION METRO EXISTANTE - PROJETEE
- STATION METRO EXISTANTE - PROJETEE
- GARE S.N.C.F. VOYAGEURS - PROJETEE
- GARE S.N.C.F. VOYAGEURS - PROJETEE
- GARE DE MARCHANDISES
- GARE DE MARCHANDISES
- LOCALISATION DU CARREFOUR LINDBERGH
- LOCALISATION DU CARREFOUR LINDBERGH

Source : DDE 93 / GEP
SCAN 25[®] de l'IGN

■ Cartographeur en utilisant les bases de données géographiques numériques

Durant les premières années de la diffusion des Systèmes d'Information Géographique au début des années 1990, la principale question était de constituer les données nécessaires à la carte, essentiellement d'ailleurs en termes de référentiels géographiques*.

Aujourd'hui, le développement des bases de données géographiques de référence* internationales, nationales ou locales, accessibles pour la plupart des services de l'Etat et des Collectivités Territoriales, a modifié les objectifs de travail. Cette disponibilité permet aux utilisateurs de mettre l'accent sur la constitution d'informations thématiques propres aux objectifs de leurs missions.

Cependant, même si du fait de la diffusion généralisée de ces bases, le contexte de fabrication d'une carte a considérablement changé en quelques années, il convient de ne pas oublier que la structure préformatée des référentiels cartographiques (le contenu ainsi que la précision et la validité des données étant par nature prédéterminés) influence directement les traitements et par là même les représentations cartographiques qui en découlent.

Certaines de ces bases comportent même des représentations plus ou moins standardisées en termes de symboles ou de couleurs.

Parmi les bases de données cartographiques de référence les plus couramment utilisées, on peut évoquer (sans volonté d'exhaustivité) :

■ Quelques bases de données de référentiels géographiques

les bases de données présentées ci-dessous sont essentiellement celles qui sont référencées dans les réseaux des ministères et qui peuvent servir de supports à la réalisation cartographique. Elles ne représentent qu'une partie des bases de données disponibles.

■ Base de Données Cartographique (BDCarto®) réalisée par l'Institut Géographique National

La BDCarto® constitue un référentiel pour des échelles d'application de l'ordre du 1 : 50 000 et 1 : 100 000.

Cette base comprend des données concernant les découpages administratifs, le réseau hydrographique

ou le maillage du territoire par le réseau routier. Elle est complétée par une couche d'information de description de l'occupation des sols simplifiée.

Par sa diffusion dans de nombreux services techniques, et par sa disponibilité sur l'ensemble du territoire, la BDCarto® est un référentiel de fait aux échelles moyennes. Elle sert souvent de calage aux informations thématiques constituées par ailleurs par les utilisateurs de SIG.

■ Base de Données Topographique (BDTopo®) réalisée par l'Institut Géographique National

C'est la base de données la plus complète et la plus précise de l'IGN. Elle a été constituée à partir des photos aériennes de l'IGN au 1 : 20 000 ou au 1 : 30 000 complétée par un important travail de terrain. Sa disponibilité actuelle est partielle, son déploiement sur l'ensemble du territoire national devrait prendre plusieurs années.

Son échelle d'application est de l'ordre du 1 : 5 000 au 1 : 25 000 selon la précision des différents thèmes.

Elle se distingue par l'importance des informations fournies et la saisie des objets en trois dimensions (chaque objet de la base de données comporte une valeur en élévation).

Sa richesse en fait un outil intéressant en termes d'analyses spatiales mais sa représentation cartographique est délicate du fait du volume et de la diversité d'informations à cartographier.

■ Les SCAN25®

Il s'agit de fichiers numériques scannés des cartes au 1 : 25 000 de l'IGN qui peuvent servir de fond de plan dans les SIG. Ils sont largement répandus dans les services techniques.

■ L'orthophotoplan

La disponibilité de photos aériennes orthorectifiées* est aujourd'hui de plus en plus fréquente. Il s'agit d'images souvent à très haute résolution (parfois inférieure au mètre). L'IGN propose sa base BDOrtho®, mais d'autres fournisseurs de données sont en mesure de fournir des données de ce type.

■ Quelques bases de données de référentiels à destination de thématiques particulières

■ Géoroute©

Base de données vectorielle* de l'IGN essentiellement destinée à l'organisation des déplacements en milieu urbain. En effet, elle contient notamment des informations géographiques structurées concernant le détail des rues des agglomérations de plus de 100 000 habitants et le réseau routier principal en dehors de ces zones.

■ BD Carthage

Dérivée du fond hydrographique de la BDCarto® a fait l'objet d'enrichissements de codification et de structuration. C'est aujourd'hui le référentiel pour les acteurs gestionnaires du réseau hydrographique français.

■ Quelques bases de données d'inventaire

■ Corine Land Cover

C'est une base de données vectorielle élaborée à l'échelle de l'Europe dans le cadre d'un programme ayant pour objectif la cartographie de l'occupation biophysique des sols à l'échelle du 1 : 100 000 (à partir d'images satellites SPOT ou LANDSAT). Elle est disponible sur l'ensemble du territoire et diffusée en France par l'IFEN (Institut Français de l'Environnement).

■ La base de l'Institut Forestier National

C'est une base de données conçue afin de décrire les peuplements forestiers sur le territoire national.

■ SPOT Théma agglomération

C'est une base de données réalisée principalement à partir d'exploitation d'images satellites SPOT, elle présente une nomenclature d'occupation du sol à deux niveaux de précision.

Beaucoup d'autres bases de données sont aujourd'hui utilisées comme support de la cartographie (Inventaire Général de la Conservation des Sols, bases de données géologiques du BRGM etc.), toutes impliquent un travail de cartographie spécifique lié aux caractéristiques d'origine de ces bases.

CARTOGRAPHIE ET SYSTEMES D'INFORMATION : MARIAGE PARFAIT OU ALLIANCE DE CIRCONSTANCE?

■ Cartographeur avec des outils SIG

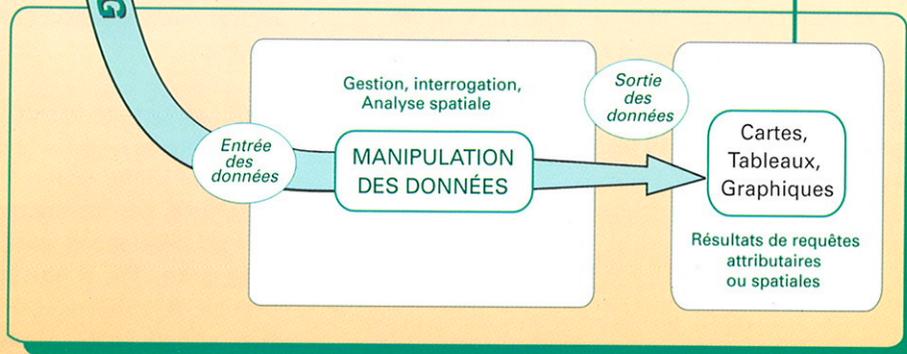
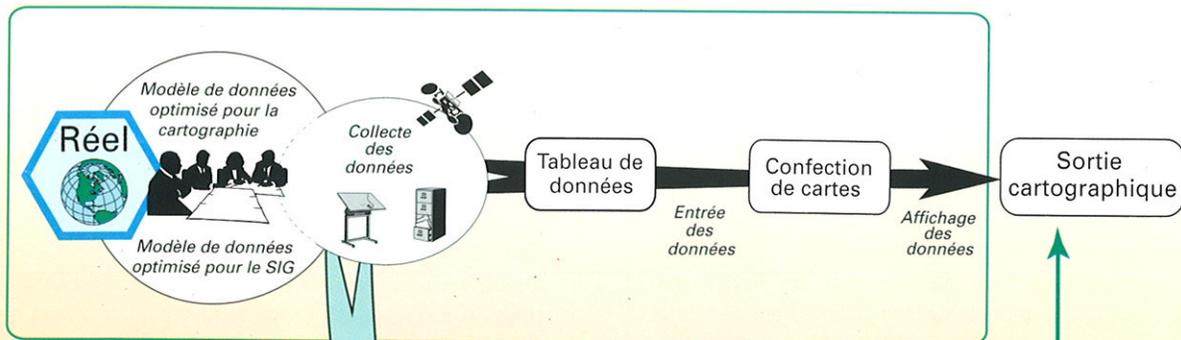
Les logiciels SIG étant aujourd'hui les principaux outils techniques de la réalisation cartographique, il est important de rappeler leurs caractéristiques afin de mieux comprendre quelle est la place donnée dans ces outils aux fonctionnalités spécifiquement dédiées à la représentation cartographique.

Un logiciel SIG est avant tout un outil permettant la constitution et le traitement d'un Système d'Information. A ce titre, il trouve son principal intérêt dans la complémentarité des fonctionnalités qu'il offre aux

utilisateurs pour réaliser l'ensemble des tâches, depuis la collecte de données jusqu'à leur restitution sous diverses formes valorisées.

Ainsi, alors que dans un processus traditionnel de cartographie l'objectif est de confectionner une carte (ce qui explique que l'ensemble des opérations de collecte et de structuration de l'information soit entièrement orienté à cette fin), lors de la constitution d'une base d'information constituée à l'aide d'un SIG, l'objectif est d'abord de structurer une base de données géogra-

Processus cartographique traditionnel



Processus cartographique SIG

phiques. Celle-ci doit pouvoir répondre à de multiples usages, dont bien sûr les représentations cartographiques, qui ne constituent cependant qu'un des modes de valorisation possible parmi d'autres.

Le contexte d'utilisation de l'outil SIG entraîne la mobilisation de plusieurs types d'intervenants ayant des objectifs complémentaires mais différents :

Ainsi les **priorités d'un administrateur de données** sont-elles d'abord de :

- 1- constituer une base de données permettant de répondre aux besoins généraux et spécifiques ;
- 2- faciliter l'accès à l'information par la constitution d'un catalogue qui documente et qualifie les données dont dispose le service ;
- 3- gérer l'information en facilitant les mises à jour et en assurant le maintien de la qualité des données ;
- 4- faciliter les traitements d'analyse spatiale par la mise en relation de différents plans d'information etc.

Alors que les **priorités d'un cartographe** sont d'abord de :

- 1- faciliter la manipulation graphique en permettant la modification des attributs graphiques à partir d'une sélection rapide des objets ;
- 2- optimiser les paramètres de visualisation en structurant l'information pour permettre une meilleure représentation afin d'assurer une qualité graphique facilitant la reproduction sous diverses formes.

Dans le contexte des applications utilisant les outils SIG, la cartographie n'est qu'un des modes de valorisation de l'information parmi d'autres. Les fonctionnalités disponibles dans ces logiciels sont souvent insuffisantes pour réaliser la carte, dès lors qu'on souhaite atteindre un niveau de représentation suffisamment élaboré.

Parmi les fonctionnalités cartographiques les plus souvent absentes dans les SIG (cf. chapitres suivants du guide), on peut noter :

- le manque de fonctionnalités de généralisation* ;
- des fonctions de sémiologie limitées (tramage, gestion des symboles, placement des noms, etc.) ;
- la difficulté à gérer certains formats graphiques, et notamment ceux requis, par exemple, pour l'impression professionnelle.

La solution permettant de surmonter ces faiblesses, et donc d'optimiser la réalisation cartographique, réside alors souvent dans l'utilisation combinée d'autres familles d'outils complémentaires comme, par exemple, la D.A.O* (Dessin Assisté par Ordinateur).

■ **Modèle de données et modèle de représentation**

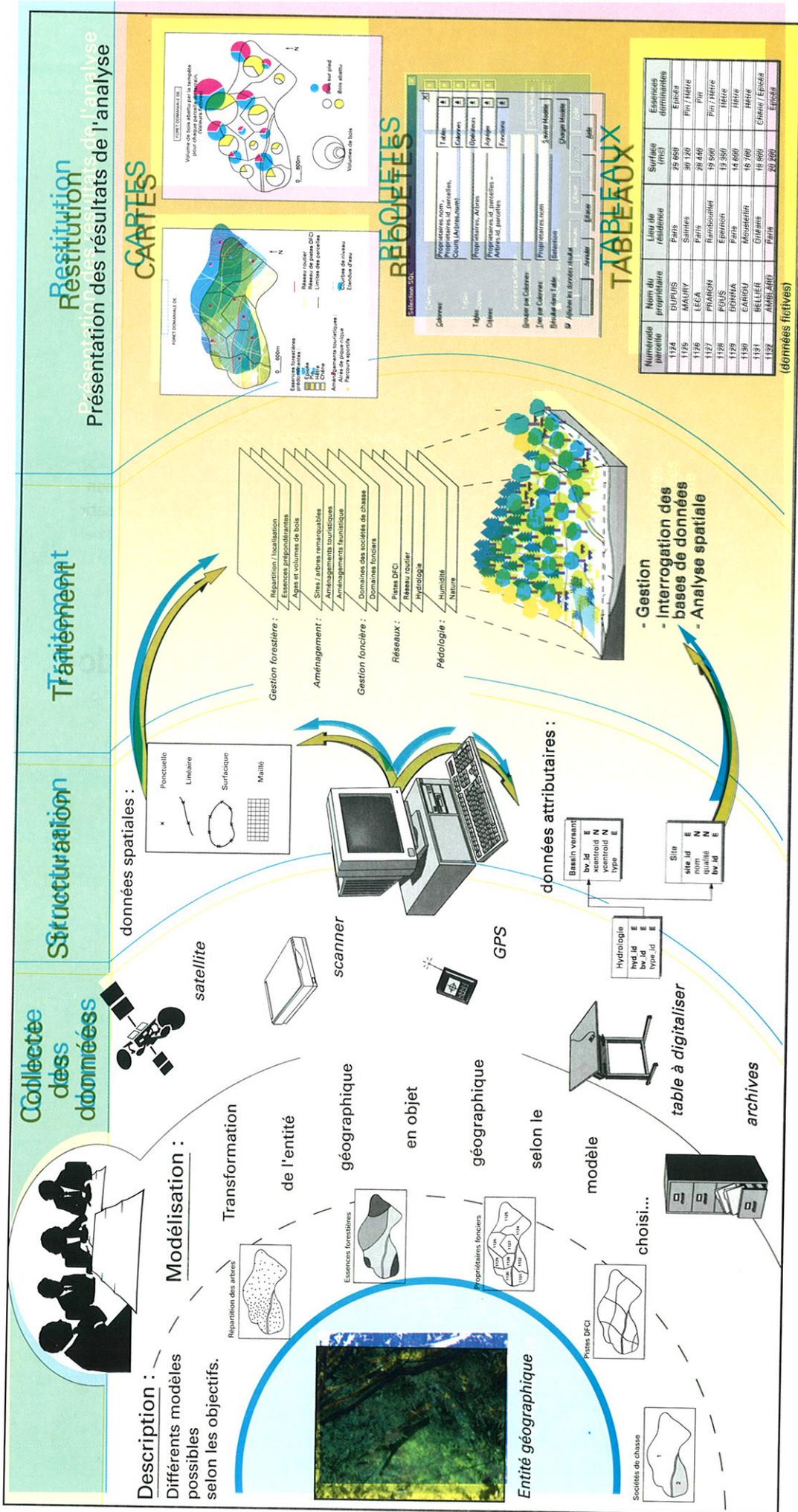
Au delà des questions de fonctionnalités, le choix du logiciel SIG comme outil technique de confection de la carte induit d'autres contraintes dont tout cartographe doit être conscient. Elles sont liées principalement à l'étape de modélisation de l'information indispensable dans les SIG.

Dans la mise en place d'une application utilisant les logiciels SIG, l'essentiel du travail réside dans la structuration préalable de l'information sous la forme d'un modèle de données* approprié aux données collectées et aux objectifs attendus du Système d'Information.

Cette structuration d'informations a une influence directe sur les possibilités de représentation cartographique.

Ainsi, en cartographiant avec un logiciel SIG, il est impossible de s'abstraire de la contrainte de structuration de l'information introduite par cet outil. La spécificité des contraintes de représentation (par ailleurs développée dans ce guide) doit donc être prise en compte, si possible, dès les étapes de modélisation, de collecte et de structuration de l'information, afin de faciliter la réalisation des cartes.

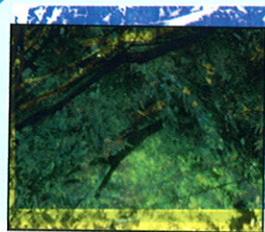
Les différentes étapes de la démarche SIG



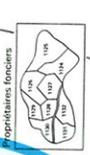
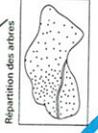
Description :
Différents modèles possibles selon les objectifs.

Modélisation :

Transformation de l'entité géographique



Entité géographique

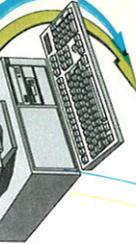
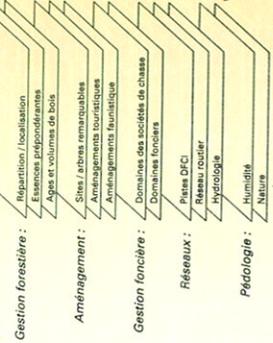
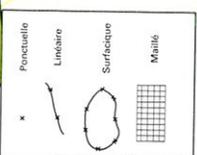


Traitement

Structuration

Restitution

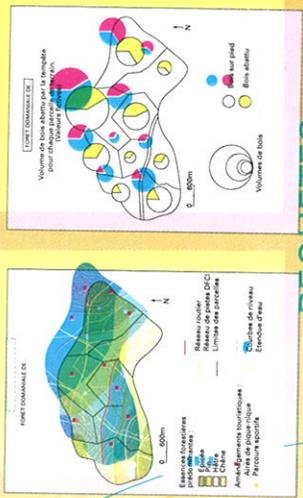
données spatiales :



données attributaires :



- Gestion
- Interrogation des bases de données
- Analyse spatiale



REQUÊTES

TABLEAUX

Numéro parcelle	Nom du propriétaire	Long du ruisseau	Surface (m²)	Essences dominantes
1174	BURUIS	Paris	25 650	Épicéa
1175	MALURY	Saintes	39 120	Pin / Hêtre
1176	LECA	Paris	28 450	Pin
1177	FRASCH	Rembouillet	19 500	Pin / Hêtre
1178	FOUS	Entraun	13 350	Hêtre
1179	COURRA	Paris	14 600	Hêtre
1180	CARIGU	Mussetin	16 700	Hêtre
1181	BELEIR	Ornans	18 800	Chêne / Epicéa
1182	ABBLÉTU	Paris	30 300	Epicéa

(données fictives)

3

FAIRE UNE «BONNE» CARTE

Faire une «bonne carte» c'est réfléchir à la production cartographique selon trois axes :

1- concevoir ; 2- réaliser ; 3- adapter ses outils.

Plusieurs personnes interviennent, la plupart du temps, aux différents stades de la réalisation d'une carte.

De ce partenariat, riche d'enseignements, peut cependant naître la difficulté, si les principes cartographiques sont mal partagés.

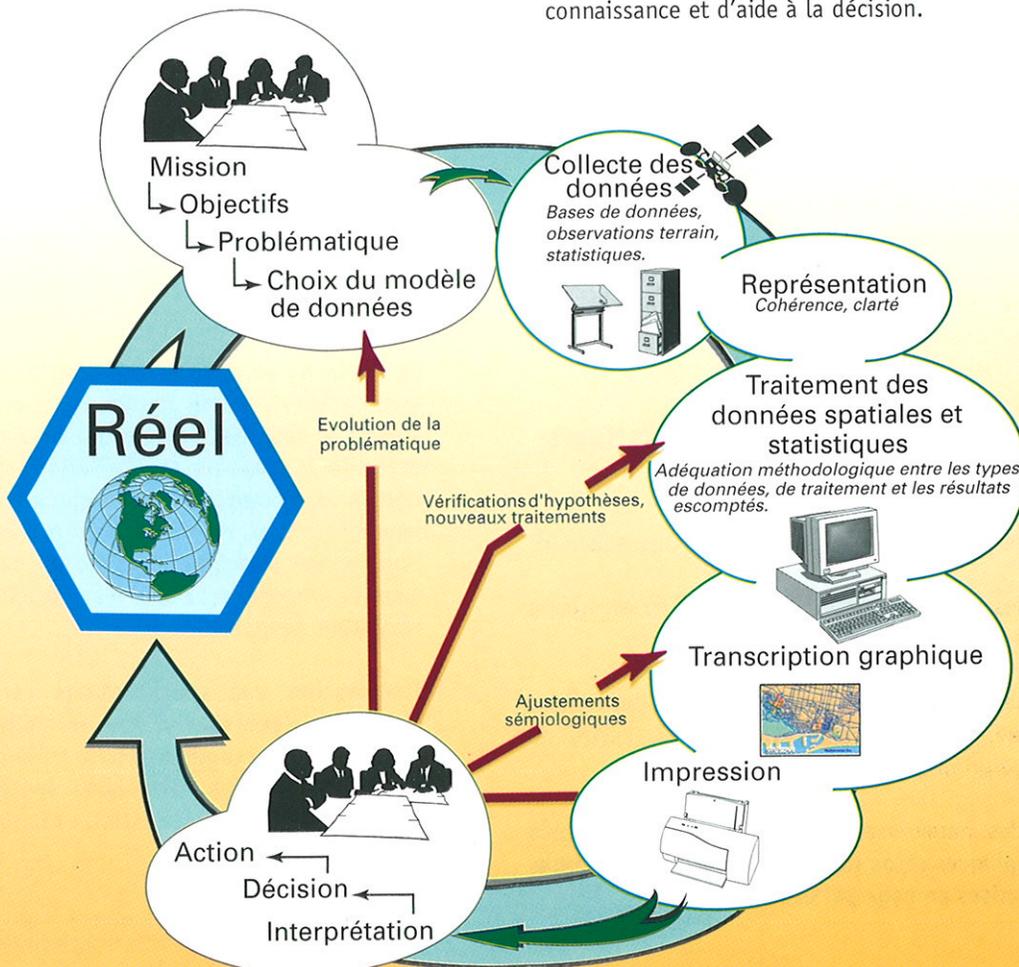
■ Concevoir une carte

■ La carte : un processus de valorisation de l'information

Cartographeur «c'est organiser une information pour montrer des différences dans l'espace et rendre perceptibles d'un seul coup d'œil les structures qu'introduisent ces différences». (R. Brunet).

La réalisation d'une carte est une modélisation du monde réel à des fins d'étude ou de communication d'un savoir. C'est bien plus qu'une simple opération technique.

La carte ne doit donc pas être un simple dessin, mais le produit de la valorisation de l'information au terme d'un processus de réflexion : partant d'objectifs définis, on aboutit à un document interprétable, support de connaissance et d'aide à la décision.



Le travail de conception de la carte consiste donc à mener une réflexion en amont permettant de définir les objectifs, le message, puis le contenu attendu de la carte.

Ce travail repose sur la compréhension exacte de la demande et des besoins du demandeur (ou commanditaire). Il s'agit souvent d'un processus de travail itératif qui conduit à produire plusieurs versions d'une même carte au fur et à mesure que s'affinent la demande et les modes de représentation.

Cette chaîne de travail nécessite, le plus souvent, d'associer plusieurs acteurs depuis le chargé d'études jusqu'au lecteur en passant par l'administrateur de données et le cartographe. Elle doit toujours débiter par une formalisation précise de la part du demandeur quel qu'il soit (demande interne ou externe au service du réalisateur de la carte).

Pour faciliter cette démarche, il est indispensable d'entreprendre au préalable la rédaction **des spécifications de la carte** permettant d'intégrer les contraintes du cartographe et celles du commanditaire.

■ Définir des spécifications cartographiques

Quel que soit le niveau de professionnalisation attendu dans la réalisation cartographique, la notion même de spécification* est de première importance.

Il existe plusieurs niveaux de spécifications. Certaines préexistent, d'autres sont à définir au début de chaque travail cartographique.

Tenir compte des spécifications cartographiques existantes

Parmi les spécifications préexistantes, on peut penser :

- à des spécifications de forme liées par exemple à des codes couleur admis ou référencés ;
- à des règles de représentation liées à des thématiques précises (cartes géologiques, cartes de végétation par exemple) ;
- à des harmonisations prescrites par « chartes » graphiques et/ou cartographiques (spécifications de mises en page par exemple).

Cependant, la cartographie nécessite la plupart du temps un complément de spécifications liées au type d'information représenté ou au document en cours de réalisation.

Définir de nouvelles spécifications pour la production d'une carte

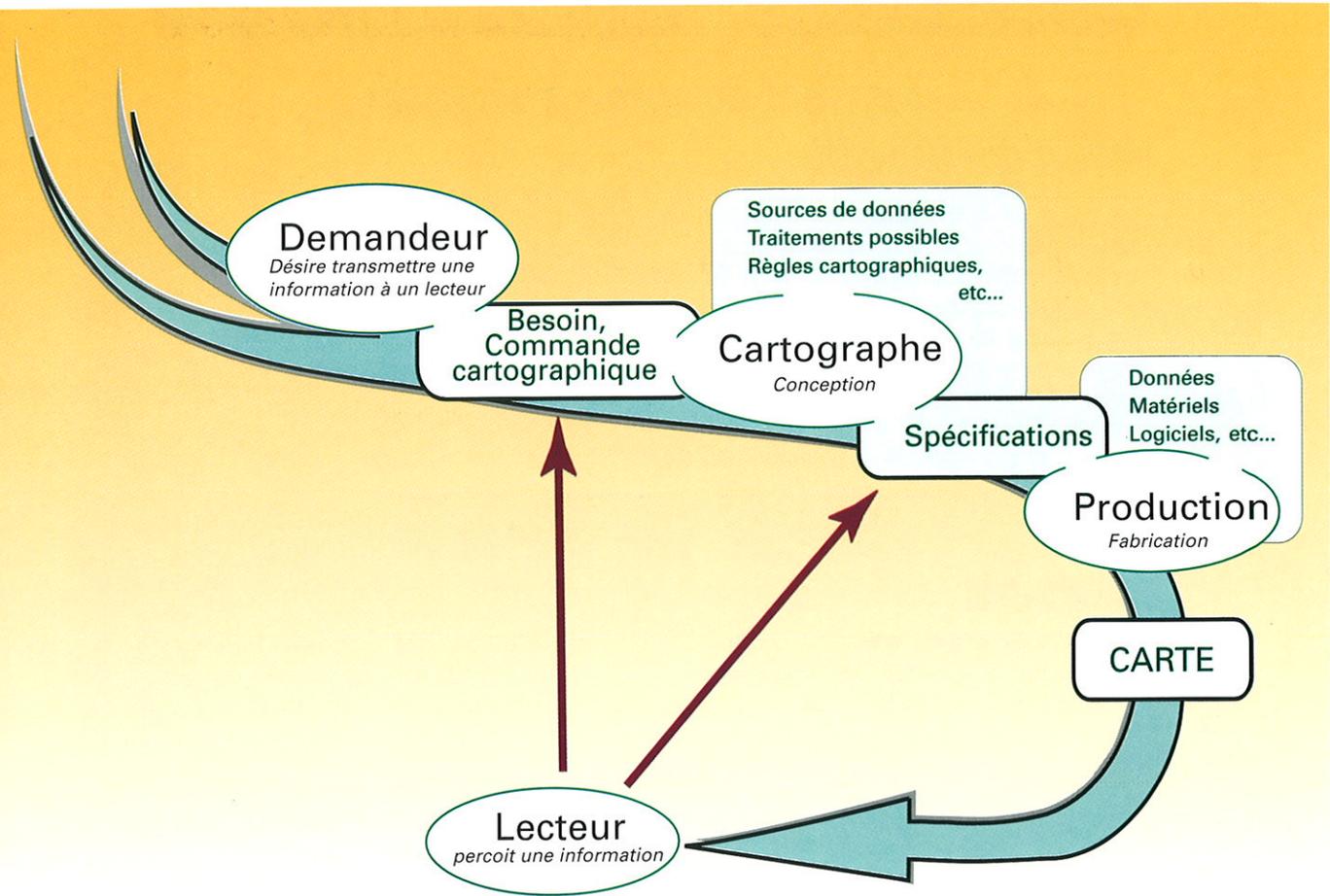
Les spécifications de la carte se divisent en quatre thèmes principaux¹ :

- **Les spécifications générales** qui fixent le tirage et la fréquence de la mise à jour, le format du papier ainsi que l'échelle et la projection adoptée à la zone cartographiée ;
- **Les spécifications de contenu** qui cherchent à identifier la nature de l'information à représenter (zonale, linéaire/quantitative, différentielle) et posent la question des différents niveaux de lecture de la carte (dans quel ordre les informations doivent-elles être perçues par le lecteur). Elles évoquent également le problème des données en terme de précision souhaitée, d'origine et de traitements à effectuer ;
- **Les spécifications techniques** qui portent sur l'aspect graphique et s'intéressent à la sémiologie thématique (couleurs et symboles en fonction des thèmes représentés) et au fond de carte ;
- **Les spécifications de présentation** qui concernent l'orientation du papier (portrait, paysage), le pliage, la couverture, la position relative des pavés et du titre.

La démarche de spécification permet au commanditaire de formaliser ses besoins dans un cadre dont le niveau de complexité est à ajuster en fonction des objectifs à atteindre (spécifications moindres pour une carte de rapport d'étude que pour une carte à imprimer). Ainsi, certains paramètres de la spécification devront prendre en compte la chaîne de traitement et proposer les outils les plus adéquats pour la réalisation proposée.

L'expression des spécifications cartographiques doit être l'occasion d'une formalisation de la demande par le commanditaire de la carte qui doit considérer que les paramètres spécifiés influent directement sur la production et la représentation cartographique.

¹ source : mallette pédagogique sémiologie graphique du CERTU



Une des traductions opérationnelles de la démarche de spécification peut-être résumée par la mise en place d'une fiche de commande cartographique qui sert de lien entre le demandeur de la carte et son concepteur (quand ils sont différents !).

Les avantages pour le cartographe sont multiples : gain de temps, adéquation de la demande aux données, respect des délais, prise en compte des contraintes techniques et des observations émises par les organismes administratifs.

L'exemple montré ici présente une trame de fiche qui peut bien évidemment être adaptée aux particularités de chaque organisme.

La mise en place d'une telle fiche est un gage de bonne gestion de la production cartographique en instaurant un dialogue entre le demandeur de la carte et son réalisateur et permet une meilleure planification ainsi qu'un suivi des demandes, autant de facteurs de rationalisation de la démarche de conception et de réalisation.

Voir fiche de commande page suivante ▶

FICHE DE COMMANDE CARTOGRAPHIQUE TYPE

Titre de la carte :

OBJECTIFS / PROBLÉMATIQUE :

1- Public visé :

- Spécialistes
- Grand Public
- Particulier (préciser)

2- Utilisation de la carte :

- Travail interne
- Communication / Rapports
- Edition / Publication
- Autre (préciser)

3- Que voulez-vous montrer? Détaillez :

PRÉSENTATION :

1- Tirage prévisible :

- Moins de 10
- Entre 10 et 50
- Entre 50 et 100
- Plus de 100 (préciser)

2- Retirage prévu ultérieurement :

- oui
- non

3- Format :

- <A4
- A4
- A3
- >A3 (préciser)

4- Mise en page :

- "basique"
- soignée
- intégration PAO

5- Réalisation cartographique :

- Couleur
- Noir et blanc
- Les deux

ORIGINE ET TRAITEMENT DE L'INFORMATION :

1- Fond de référence :

- Inexistant
- A déterminer
- Existant, préciser lequel : BD Topo BD Carto Spot Scan 25 BD Carthage

1- Données thématiques :

- Inexistant
- A déterminer
- Existant, préciser lequel : ZNIEFF POS PPR ZICO ZPS

Détermination
des
variables
selon
les organismes.

■ Réaliser une carte

Réaliser une carte, c'est adapter le message en fonction de l'objectif en appliquant un certain nombre de règles de base relatives au traitement des données ou à des notions de représentations validées et admises par les professionnels.

Une carte est avant tout une image qui fait appel à **plusieurs niveaux de perception** qui sont :

- **l'esthétique** qui conditionne tout rapport à l'image (ne parle-t-on pas d'ailleurs de «belle carte»);
- **le rationnel** qui permet de faire passer un message par l'intermédiaire de l'image tout en s'assurant de sa compréhension correcte par le lecteur (particulièrement important pour une carte);
- **le symbolique** qui apporte une compréhension rapide et quasi-instinctive de certains éléments du message (très courant en cartographie).

La difficulté de toute réalisation cartographique réside dans l'équilibre entre ces niveaux de perception ajustés en fonction des objectifs de la carte.

C'est bien l'objectif de réaliser des documents cartographiques séduisants mais fiables qui nécessite d'appliquer quelques règles de réalisation graphiques et cartographiques décrites ci-dessous.

■ Savoir généraliser l'information pour optimiser sa carte

Pourquoi généraliser ?

«La généralisation est l'opération qui reconstitue sur une carte la réalité de la surface représentée dans ses traits essentiels en fonction :

- du but de la carte ;
- de son thème ;
- de son échelle ;
- et des particularités de la région cartographiée»².

Cette étape est nécessaire lorsqu'on décide de changer le degré de précision d'un contour ou lorsqu'on modifie l'échelle d'une carte. Dans ce cas, l'échelle de la carte ou la densité des données augmente aussi bien sur le plan sémantique que sur le plan géométrique. Il est alors primordial de réaliser des ajustements.

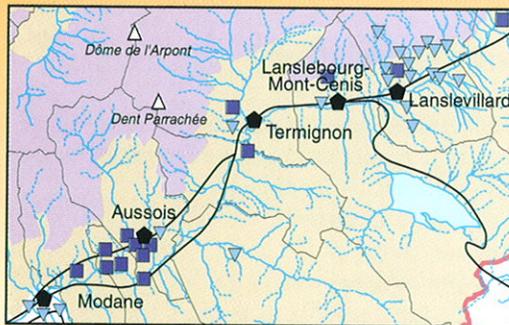
Seule la généralisation permet d'assurer une lisibilité maximum du volume d'information porté sur la carte en fonction des variations d'échelles et des modes de représentation. C'est une opération de base dans la cartographie manuelle, mais difficile à réaliser en cartographie automatique.

² D'après M. Béguin, D. Pumain, 1994, *la représentation des données géographiques*.

Grille des opérations de généralisation

	Ponctuel	Linéaire	Surfacique	
Sélection				S
Schématisation				Sch
Déplacement				D
Harmonisation				H

Généralisation de cartes d'atlas

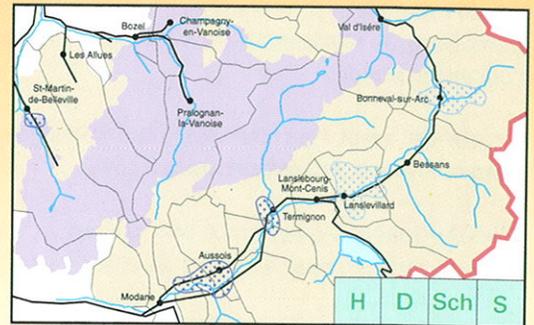


1 : 400 000

Objectifs : Visualisation de l'ensemble des sites et monuments classés et inscrits.

Carte d'origine :

Extrait de l'Atlas du Parc national de la Vanoise. Sites et monuments classés et inscrits.



1 : 800 000

Objectifs : Souligner la présence de regroupements de sites à plus petite échelle

Action :

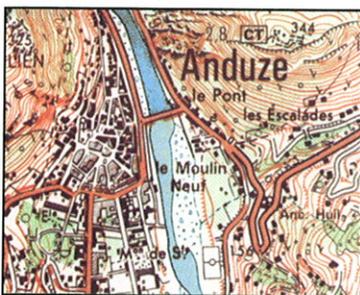
Déplacement des routes.

Sélection des limites de communes, des monuments et sites classés, du réseau hydrographique principal et des routes.

Schématisation des objets linéaires, des villages et des monuments et sites classés.

Harmonisation des objets géographiques.

Généralisation de cartes IGN



Carte IGN 1 : 25 000



Carte IGN 1 : 50 000



Carte IGN 1 : 100 000

Comment faire³ ?

Il est important, avant de débiter ce travail, de prendre en compte les données relatives à la nouvelle échelle afin de déterminer le degré de simplification et la précision géométrique à assurer. On doit également connaître la région cartographiée pour en conserver les traits et caractéristiques essentiels. Généraliser ne doit jamais aboutir à la caricature.

La généralisation combine quatre opérations de base : la sélection, la schématisation, l'harmonisation et le déplacement. Le poids relatif de ces opérations varie selon le type, le but de la carte et en fonction de l'échelle de constitution ou de restitution des données.

- **La sélection :** c'est choisir les données nécessaires à la constitution du fond de carte compte tenu de l'échelle de production de la carte.

La sélection doit retenir les éléments essentiels (toujours en fonction d'une problématique).

Pour cela il faut s'assurer qu'ils sont appropriés au thème cartographié et que leur superposition est autorisée par l'échelle de la représentation. La sélection peut être d'ordre qualitatif (choix du contenu) ou quantitatif (adaptation du contenu au niveau de représentation).

³ D'après Béguin, Pumain, 1994, la représentation des données géographiques

- **La schématisation** : opère une simplification selon deux niveaux : elle est dite structurale lorsqu'il s'agit de simplifier des tracés, ou conceptuelle quand elle transforme le mode de représentation de l'objet.

La schématisation structurale élimine les détails inutiles, mais on doit toujours pouvoir identifier les objets représentés. Ainsi, par exemple, un contour communal dessiné à l'origine avec 250 segments de droite le sera avec 10 après schématisation.

La schématisation conceptuelle opère des regroupements en fonction des niveaux de perception (ou des buts de la carte). Ainsi, par exemple, la représentation élaborée d'une ville à grande échelle se réduira à un simple point à petite échelle.

- **L'harmonisation** : «c'est la recherche d'un équilibre entre les simplifications, le souci de maintenir une localisation précise des phénomènes représentés et les choix graphiques opérés.» (M. Béguin, D. Pumain).

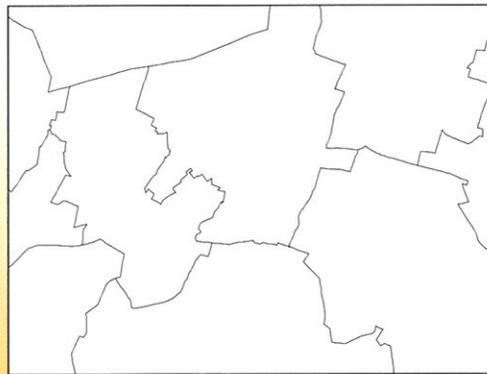
L'harmonisation doit permettre malgré l'opération de généralisation de conserver l'homogénéité ou l'hétérogénéité de la distribution des objets géographiques (un bourg centre dense ou au contraire un semis de maisons isolées).

- **Le déplacement** : c'est l'opération qui, par souci de lisibilité et de simplification de l'information cartographique, permet des déplacements d'objets. On veille alors à toujours respecter la position relative des objets les uns par rapport aux autres ainsi que leur ordre de priorité (on décale des objets ponctuels plutôt que linéaires). Il est nécessaire de garder un type d'objet non déplacé, le plus souvent le réseau hydrographique.

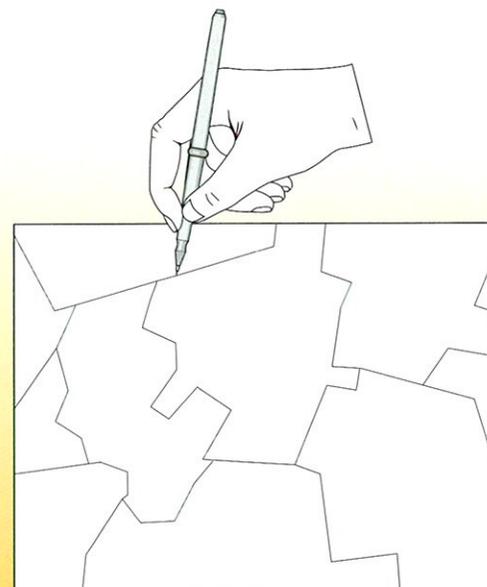
Bien que la généralisation soit un outil fondamental du cartographe, sa réalisation reste délicate que ce soit en mode manuel ou automatique. Seule l'opération de sélection semble réalisable par tout utilisateur non-spécialiste. La schématisation structurale quant à elle reste délicate à réaliser.

- **La schématisation structurale manuelle** : une procédure fiable mais laborieuse. Elle consiste en fait à établir une numérisation spécifique à chaque niveau de généralisation souhaité. Elle demande alors de s'assurer de l'homogénéité du traitement sur l'ensemble des données géographiques traitées.

La schématisation manuelle



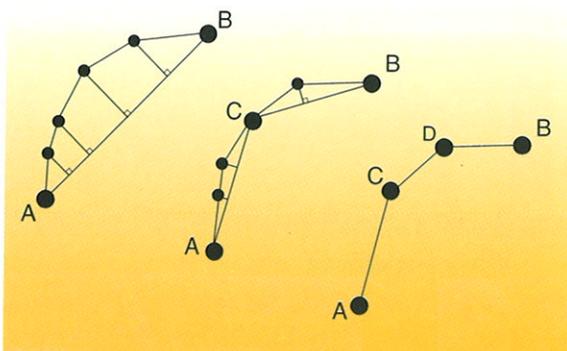
Carte d'origine
670 points nodaux



Carte généralisée
70 points nodaux

- La **schématisation structurelle automatique** est rendue possible sur certains outils notamment SIG (généralement pas au niveau des versions bureautique des outils), elle opère le plus souvent par suppression de points en fonction de paramètres fournis par l'opérateur comme, par exemple, une tolérance d'angle de la ligne entre deux points en dessous de laquelle un des points est supprimé. C'est une procédure facile à mettre en œuvre mais qu'il convient de réaliser avec circonspection et il est conseillé de vérifier systématiquement le résultat, souvent destructeur en termes de reconnaissance d'objets.

La schématisation automatique



■ Choisir les modes de représentation les mieux adaptés au message cartographique

Maîtriser le message véhiculé par une carte

Optimiser une carte, c'est pouvoir utiliser des paramètres graphiques en fonction des objectifs de communication qu'on lui assigne.

La combinaison de ces paramètres : couleur, trames, épaisseur, placement des noms etc. permet, à partir d'un même jeu de données, de produire plusieurs cartes véhiculant des messages différents.

C'est par l'ajustement optimisé de ces paramètres graphiques qu'on parvient à adapter une représentation aux différentes spécifications qui ont été édictées avant d'entamer la réalisation.

La perception «immédiate» d'une carte est un élément clé de la lecture. L'objectif de tout cartographe est d'éviter de «travestir» le message par un choix de représentation inadapté à la réalité du phénomène décrit.

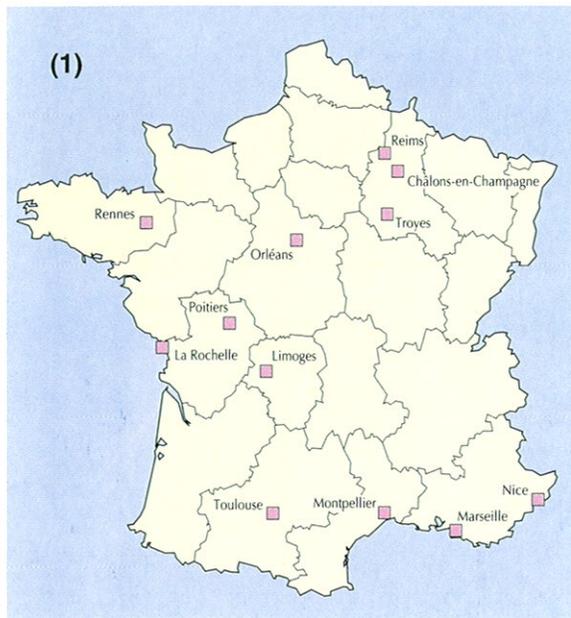
Ainsi, dans l'exemple ci-contre, la carte (2) en lecture «immédiate» fait passer deux messages au lecteur : une forte densité de phénomènes (l'implantation des bibliothèques) d'une part et une répartition homogène de ces bibliothèques sur le territoire d'autre part.

Cette impression est donnée par le choix d'un pictogramme de taille importante qui prime visuellement sur l'emplacement réel des bibliothèques (information initiale de la carte).

La carte (1) moins «communicante» rétablit pourtant la perception exacte du phénomène, c'est à dire un nombre restreint d'emplacements assez disséminés sur le territoire... soit l'opposé de la première carte !

Par ailleurs, et sans nécessairement introduire de «message travesti», l'utilisation variée des modes de représentation associés à des effets de sélection de l'information permet d'orienter une carte en fonction des objectifs et des publics attendus.

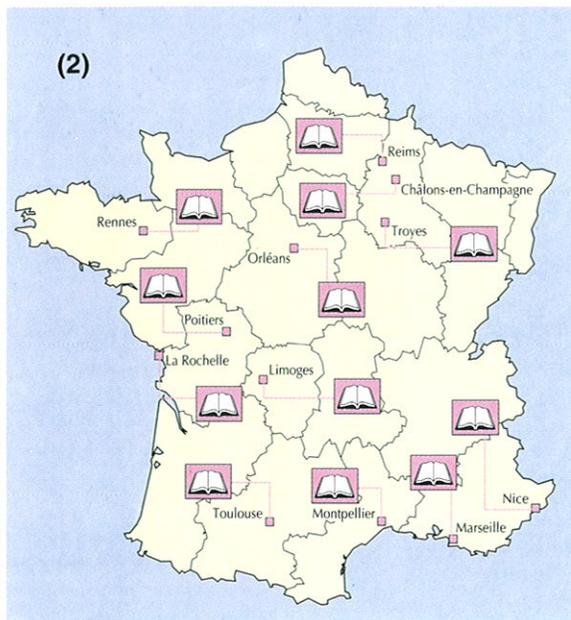
Les bibliothèques municipales à vocation régionale en 1996



Source : Ministère de la Culture

Commentaire possible :

Localisation hétérogène de ce type de bibliothèques : forte concentration dans la région de Champagne-Ardenne.



Source : Ministère de la Culture

Commentaire possible :

Message travesti

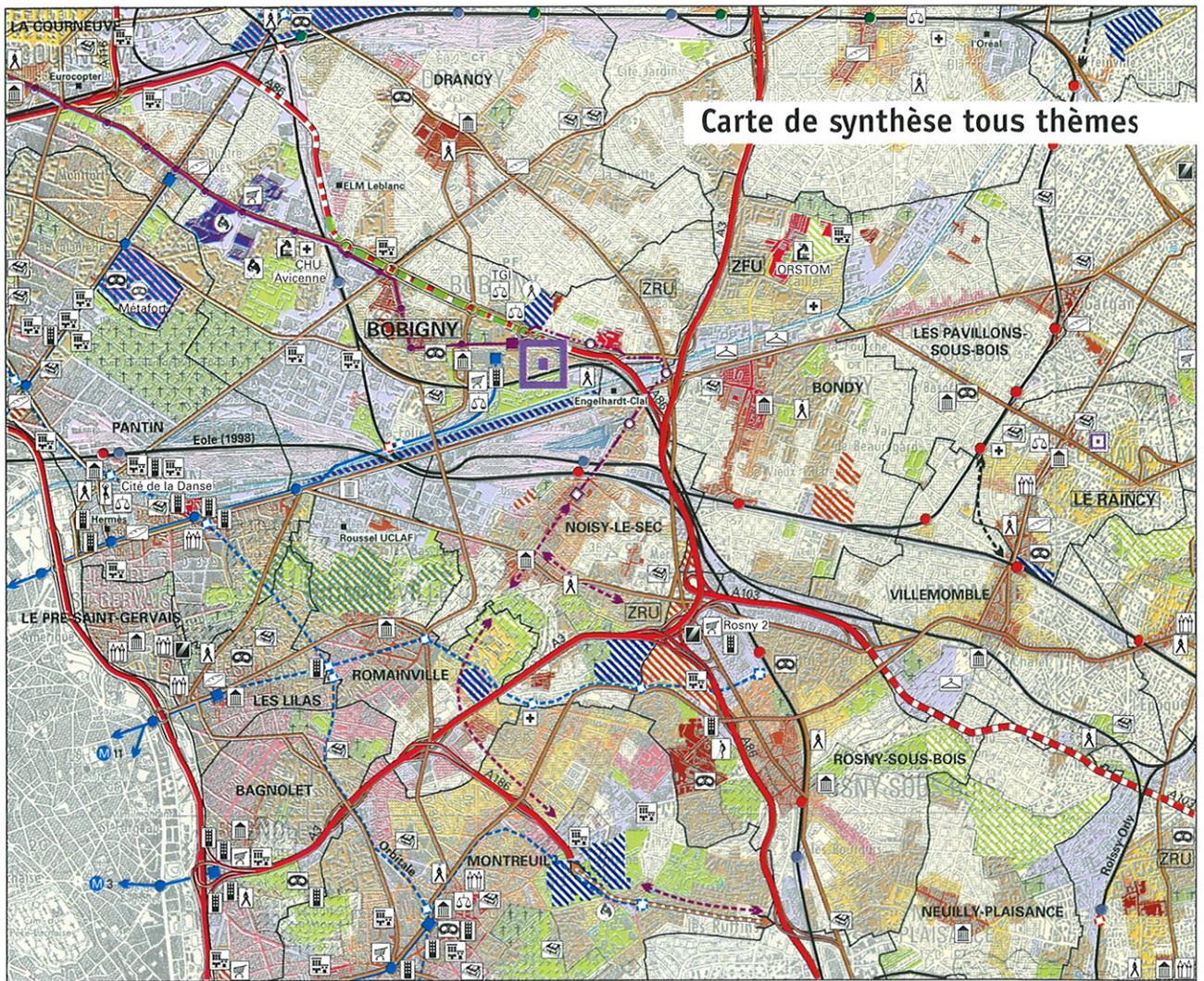
Répartition homogène à travers la France : on retrouve ce type de bibliothèques sur l'ensemble du territoire.

Les différents exemples qui suivent, montrent comment, à partir d'un ensemble d'informations donné, il est possible de produire plusieurs cartes correspondant à des objectifs différents.

Carte de synthèse tous thèmes

Objectif	Carte de synthèse de diverses thématiques sur l'aménagement, l'urbanisme et l'environnement
Public prioritaire	Services techniques, nouveaux arrivants en services déconcentrés
Choix de représentation	Le volume d'information (plus de 80 couches d'information) fait l'objet d'une représentation complexe. Les pictogrammes sont multiples les tracés précis. Le choix de maintenir un fond scanné de type IGN souligne la volonté de repérage.
Commentaire	Il s'agit d'un extrait d'une carte d'inventaire multi-thèmes réalisée par la DDE 93. Elle doit permettre une lecture d'ensemble de la complexité urbaine tout en autorisant en seconde lecture une localisation précise des phénomènes. Elle est descriptive et ne cherche pas une hiérarchisation précise des thèmes (même si leur agencement est organisé de façon à préserver une lecture maximum de l'ensemble de l'information).

Voir carte de synthèse page suivante



Carte de synthèse tous thèmes

<p>Etat / Collectivités locales et territoriales</p> <ul style="list-style-type: none"> — Limite administrative Centre administratif départemental Sous-préfecture Mairie <p>Urbanisation</p> <ul style="list-style-type: none"> Zone centre Zone d'habitat collectif discontinu Zone d'habitat individuel et d'immeubles collectifs de caractère continu Zone d'habitat pavillonnaire et d'immeubles collectifs de caractère discontinu Zone pavillonnaire Zone mixte d'activités et d'habitat Zone d'activités ou grand équipement <p>Dynamique de l'aménagement</p> <ul style="list-style-type: none"> Zone d'habitat en cours Zone mixte d'activités et d'habitat en cours Zone d'activités en cours Zone d'aménagement projetée Contrat de Développement Urbain (CDU) Zone potentielle d'aménagement, de restructuration ou de mise en valeur <p>Politique de la ville</p> <ul style="list-style-type: none"> Grand Projet Urbain (GPU) Zone Franche Urbaine (ZFU) Zone de Redynamisation Urbaine (ZRU) <p>Espaces verts</p> <ul style="list-style-type: none"> Espace vert, jardin familial ou équipement sportif Espace vert projeté Base de loisir projetée Terrain agricole Cours d'eau ou plan d'eau principal Cimetière 	<p>Infrastructures de transport</p> <ul style="list-style-type: none"> Autoroute, voie express Couverture aménagée Voirie principale Réseau fluvial à grand gabarit Réseau fluvial à petit gabarit Piste aéroportuaire Voie ferrée Gare et terminus SNCF marchandises Gare et terminus SNCF voyageurs Gare et terminus RER Station, ligne et terminus Métro Station, ligne et terminus Tramway ou site propre Emprise ferroviaire Zone de fret Zone aéroportuaire <p>Contraintes d'aménagement</p> <ul style="list-style-type: none"> Plan d'Exposition au Bruit (PEB) approuvé - zone de bruit Zone inondable - crue de référence : 1910 Carrière en cours d'exploitation Ancienne carrière Entreprise soumise à un périmètre de protection Zone de risque technologique 	<p>Administration centrale</p> <ul style="list-style-type: none"> Délégation Interministérielle à la Ville (DIV) <p>Equipement</p> <ul style="list-style-type: none"> DDE (arrondissements) <p>Education</p> <ul style="list-style-type: none"> Université Centre de recherche ou laboratoire Institut Universitaire de Technologie (IUT) Lycée d'enseignement général, technique ou professionnel <p>Sécurité / Justice</p> <ul style="list-style-type: none"> Commissariat Tribunal ou juridiction spécialisée Maison d'arrêt <p>Santé</p> <ul style="list-style-type: none"> Hôpital <p>Immobilier d'entreprises</p> <ul style="list-style-type: none"> Entreprise de plus de 500 salariés Unité de bureaux locatifs de plus de 5 000 m² Ensemble mixte ou hôtel industriel locatifs de plus de 5 000 m² <p>Commerce</p> <ul style="list-style-type: none"> Centre commercial de plus de 50 boutiques et / ou hypermarché de plus de 5 000 m² Concentration de commerces de proximité Concentration de magasins spécialisés <p>Traitement des déchets</p> <ul style="list-style-type: none"> Centre de transfert et de tri Usine d'incinération Station d'épuration Usine de traitement de l'eau <p>Tourisme / Culture / Loisirs</p> <ul style="list-style-type: none"> Camping Golf Patrimoine remarquable Théâtre ou centre culturel
---	--	---

B.I.P. : Boulevard Intercommunal du Paris
 B.P. : Boulevard Périphérique
 R.E.R. : Réseau Express Régional
 SK : Transport en commun hectométrique
 V.D.E. : Voie de Désenclavement Est
 V.D.E.V.P. : Voie de Désenclavement Epinay, Villetaneuse, Pierrefitte

Carte orientation transports

Objectif	Présenter les atouts de la zone en termes de maillage des réseaux de transports et des liens avec les zones d'activités
Public prioritaire	Services techniques, responsables logistique
Choix de représentation	Après sélection de l'information (processus de généralisation), des choix de représentations mettent l'accent sur le linéaire et la mise en valeur des zones d'activités. Les modes de représentation des linéaires sont renforcés, les couleurs vives, le reste de l'information est sciemment passé au second plan.
Commentaire	On cherche à rendre une impression de maillage et d'échanges possibles. Le territoire est d'abord présenté comme support de réseaux de transports dans une dominante de desserte d'activités.

Voir carte page 30

Carte orientation projets

Objectif	Il s'agit d'une carte de projets qui met l'accent sur les réalisations futures.
Public prioritaire	Elus, décideurs de l'aménagement
Choix de représentation	L'intensité des couleurs est atténuée, excepté sur les symboles des projets d'aménagement, une généralisation importante est réalisée notamment sur le linéaire existant. L'utilisation des pointillés met l'accent sur la notion de projet. Les zonages deviennent indicatifs et n'ont pas de contours.
Commentaire	Il s'agit d'une carte de projets, «non-agressive» dont l'aspect «flou» incite à la discussion et cherche à montrer un territoire en mouvement.

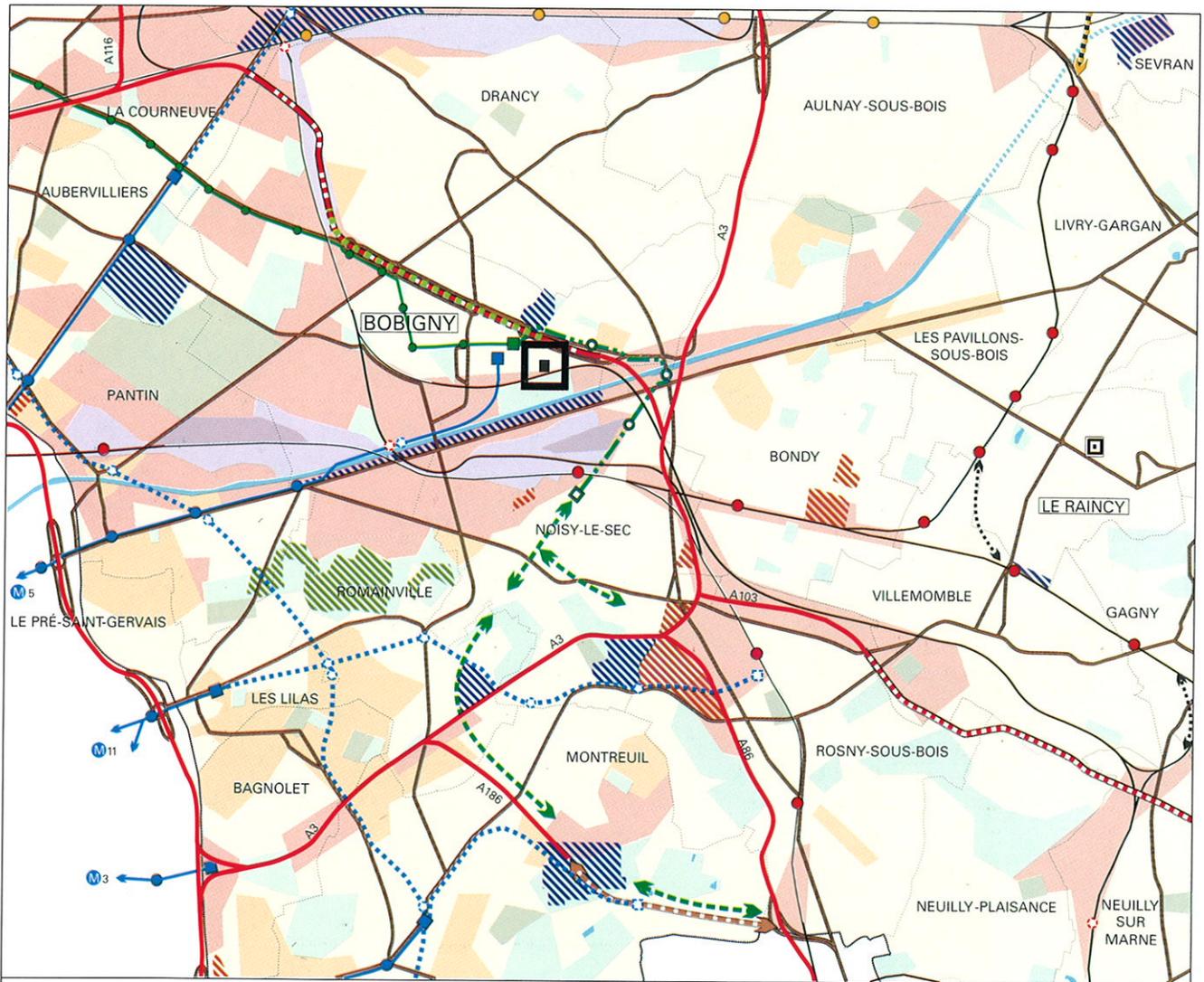
Voir carte page 31

Carte orientation occupation du sol

Objectif	Carte de l'occupation des sols
Public prioritaire	Aménageurs, grand public
Choix de représentation	La priorité est donnée aux polygones d'occupation des sols. Une généralisation au niveau des linéaires routiers et des pictogrammes d'équipements est réalisée.
Commentaire	La carte montre la mixité de la morphologie de l'urbanisation, elle accentue la présence des espaces verts et minimise la présence des zones d'activité. Elle pourrait appuyer un commentaire sur la complémentarité des espaces urbanisés du territoire représenté et leur desserte.

Voir carte page 32

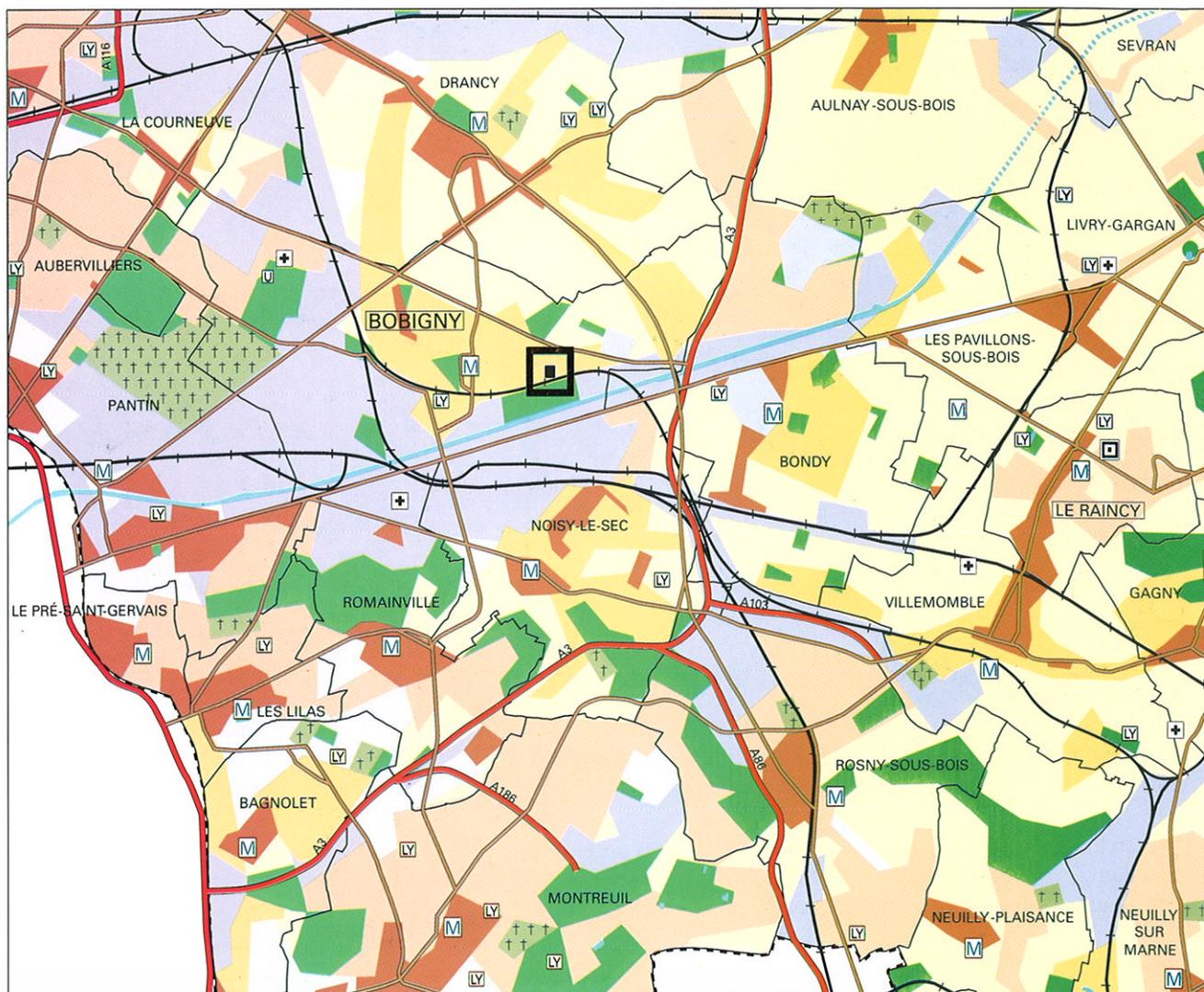
Carte orientation évolution



- | | | | |
|---|---------------------|---|--------------------------------|
|  | Zone d'activité |  | Zone d'aménagement projetée |
|  | Zone mixte |  | Zone potentielle d'aménagement |
|  | Zone d'habitat |  | Base de loisirs projetée |
|  | Emprise ferroviaire | | |
|  | Zone de frêt | | |
|  | Cimetières | | |
|  | Espaces verts | | |

BD carto[®] de l'IGN Source : DDE 93, 1997

Carte orientation occupation du sol



- | | | | |
|---|---|---|------------------------------------|
|  | Zone centre |  | Centre administratif départemental |
|  | Zone d'habitat individuel et collectif dense |  | Sous-préfecture |
|  | Zone d'habitat individuel et collectif diffus |  | Mairie |
|  | Zone pavillonnaire |  | Hôpital |
|  | Zone d'activité |  | Lycée |
|  | Zone mixte |  | Université |
|  | Cimetières | | |
|  | Espaces verts | | |

BD carto® de l'IGN Source : DDE 93, 1997

■ Connaître les règles de la représentation cartographique

«Nous avons été formés et habitués au langage sonore, nous n'avons jamais appris le langage visuel. Il convient d'en connaître les lois, la grammaire, la syntaxe, avant de s'exprimer correctement, de se faire comprendre et de transmettre les messages que nous voulons communiquer. A ce moment, l'exercice graphique [doit consister] à construire une image nouvelle, efficace, rapidement compréhensible et mémorisable, une image utile» Serge Bonin.

La sémiologie graphique

Les différents outils de la représentation cartographique ont été théorisés et recensés sous le nom de «variables visuelles*» par Jacques Bertin et son équipe dans les années 1970.

La modification des paramètres de représentation d'une carte utilise de fait tout ou partie de ces variables visuelles.

Il existe des variables visuelles dites :

- **Séparatives** : capacité à différencier les phénomènes sans laisser d'ambiguïté de lecture ;
- **Hiérarchiques** : capacité à organiser la lecture en fonction du niveau d'importance visuelle accordée à certains phénomènes ;
- **Associatives** : capacité à lier les phénomènes visuellement tout en maintenant une séparativité de lecture.

Leur utilisation simple ou combinée permet de jouer sur tous les types d'implantation (point, ligne ou zone), et de traduire le dénombrement, l'ordre ou la classification selon la variable utilisée.

Variable visuelle forme

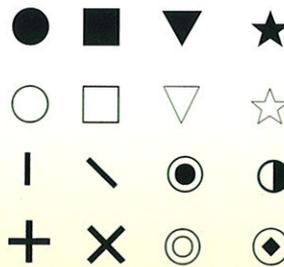
Elle est définie par les contours des éléments. Théoriquement, il en existe une infinité mais il est souvent nécessaire que le nombre de formes employées soit limité (une dizaine de formes sur une même carte maximum) afin de conserver une forte capacité de séparation.

La forme peut être utilisée dans les trois types d'implantation graphique (points, lignes, polygones) mais elle sert le plus souvent à identifier des informations ponctuelles symbolisées.

La variation de forme (à surface égale) n'implique aucune relation d'ordre et de hiérarchie (un carré n'est pas avant ou après un triangle) ; ainsi utilisée c'est une variable uniquement séparative traduisant une information qualitative.

Dans la lecture globale d'une carte, la différence entre les signes est souvent faible, seule leur densité peut réellement introduire un effet visuel.

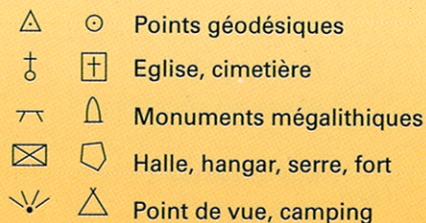
Les principaux types de formes



Géométriques



Symboliques (pictogrammes)



Symboliques Conventionnelles

Réaliser une carte

Le cas des pictogrammes

Le recours à une symbolique de forme de type pictogramme est fréquent, favorisée par l'existence de bibliothèques informatiques disponibles. Outre que ces bibliothèques sont le plus souvent orientées vers des symboliques de culture nord-américaine (du fait de l'origine de la plupart des logiciels SIG), il est rare de disposer de suffisamment de pictogrammes aisément compréhensibles pour qualifier l'ensemble des éléments de légende.

Le recours aux pictogrammes est aisé quand il s'agit d'acquis culturels dont on peut supposer qu'ils sont partagés par la plupart des lecteurs. Il est plus délicat au fur et à mesure que le phénomène représenté est, soit plus abstrait, soit ne s'appuie pas sur une représentation symbolique pré-établie.

Leur utilisation est de ce fait délicate et doit faire l'objet de précautions afin de s'assurer d'un décodage correct par les différents lecteurs.

Exemples de pictogrammes



Hôpital



Usine



Camping



Golf



Penderie ?
Magasin spécialisé ?



Bibliothèque ?
Université ?

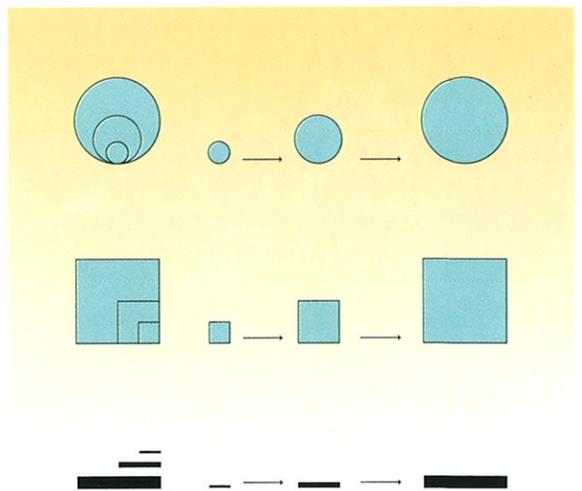
Variable visuelle taille

Elle est définie par les variations de longueur, hauteur, surface ou volume des figurés géométriques ou symboliques.

Elle s'applique aux objets cartographiques ponctuels et linéaires.

C'est une variable hiérarchique dès le premier niveau de lecture mais elle reste néanmoins soumise à de fortes contraintes essentiellement techniques : contraintes liées au fond de carte, à la proximité des unités géographiques, à la disparité des formes et des surfaces, à la visibilité et à la perception du plus petit figuré...

Exemple de variation de taille

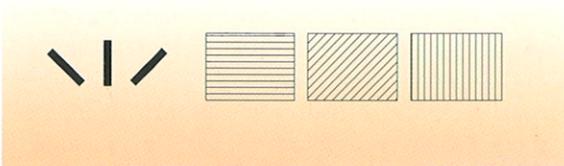


C'est la meilleure façon de traduire des quantités puisque c'est une variable à la fois ordonnée et quantitative (qui permet de hiérarchiser) ; cependant elle ne peut représenter que des nombres bruts.

Variable visuelle orientation

On peut jouer sur les angles que font les figurés avec la verticale pour introduire des différences. Cependant, afin de s'assurer une lisibilité optimale, ces variations sont limitées en général à quatre directions (verticale, horizontale, et deux obliques à 45°).

Exemple de variation d'orientation



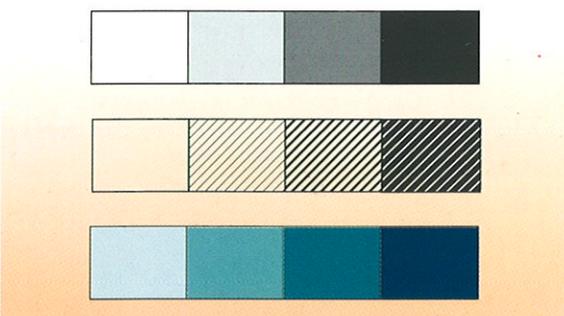
L'efficacité est maximum sur des figurés ponctuels (elle permet de distinguer les différentes natures d'objets ou de caractères) mais elle est de peu d'utilité sur les surfaces, si ce n'est en combinaison avec la valeur ou le grain car c'est avant tout une variable associative.

De plus, c'est une variable uniquement séparative qui ne permet à elle seule aucun classement. Elle peut être combinée avec la valeur pour représenter les seuils quantitatifs.

La variable visuelle valeur

C'est le rapport entre les quantités de blanc et de noir sur une surface donnée. La variation est continue en passant du blanc au noir par une infinité de gris. De même cette variation peut être exprimée avec la couleur que l'on peut éclaircir ou foncer.

Exemple de variation de valeur



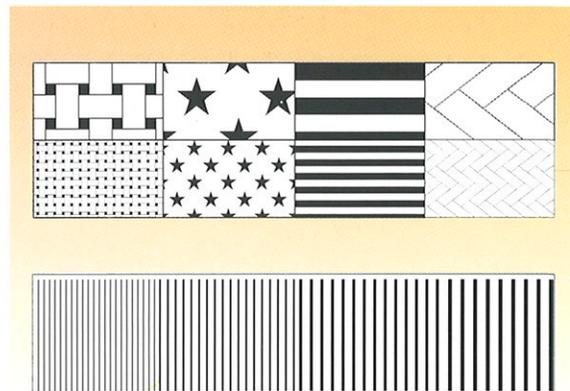
La valeur permet donc d'exprimer un ordre mais elle ne peut jamais traduire directement des effectifs bruts. En revanche, elle est utilisée pour représenter des valeurs relatives et des données qualitatives (classes de valeurs, typologie, appartenance...). Son efficacité est maximale sur des surfaces.

La variable visuelle grain

C'est la structure d'un figuré, l'agencement de ses composantes: tiretés, hachures, points. En ce sens, il constitue un cas particulier de la variable forme puisque l'on choisit une forme que l'on répète de façon à couvrir une surface en faisant varier la taille de l'élément constitutif tout en conservant un même rapport de noir et de blanc à l'intérieur du figuré.

Ainsi, on peut par exemple jouer sur l'espacement, l'empatement. Il y a alors seulement une variation de grain.

Exemple de variation de grain



De ce fait, si le changement de taille du grain introduit une modification de la valeur, on peut alors exprimer des ordres même si le grain semble mieux adapté à une distinction sans hiérarchisation introduisant plutôt la notion de familles d'éléments de par ses propriétés associatives.

La variable visuelle couleur

La couleur perçue par l'œil est un phénomène complexe qui peut se caractériser par la luminosité, la teinte (ou tonalité) et la pureté (ou saturation). La coloration d'un corps est conditionnée par sa composition chimique qui induit des réactions différentes à la lumière.

Bien qu'elle puisse s'employer pour tous les types de figurés, l'utilisation de la couleur demeure d'une gestion difficile car de nombreux facteurs sont susceptibles de venir perturber l'appréciation et la perception visuelle des couleurs (taille du figuré, implantation du figuré, voisinage, éclairage, support de la carte, qualité des encres d'impression...).

Les principales difficultés résident dans l'utilisation de la couleur dans un contexte technologique variable (différents logiciels, passage de l'écran à l'imprimante etc.) qui rend souvent le calage de gammes de couleur difficile à assurer tout au long de la production d'une carte.

Ajoutons que les différents modes de codage de la couleur (Rouge Vert Bleu – RVB dans le cas des écrans d'ordinateur, Cyan, Magenta, Jaune, Noir – CMJN dans le cas de l'impression en quadrichromie) et les différences de fonctionnalités rencontrées d'un logiciel à l'autre ne facilitent pas son utilisation.

Les couleurs sont sélectives et naturellement ordonnées, mais à valeur égale elles sont seulement associatives. De ce fait, on ne les utilisera que pour représenter des valeurs relatives ou des données qualitatives sachant que c'est avec ce type de données qu'elles sont les plus efficaces.

Pour la représentation de phénomènes ordonnés, la couleur seule ne suffit pas ; il faut alors jouer sur les valeurs (exemple : du bleu clair au bleu foncé) pour hiérarchiser des phénomènes en n'utilisant de préférence qu'une seule couleur.

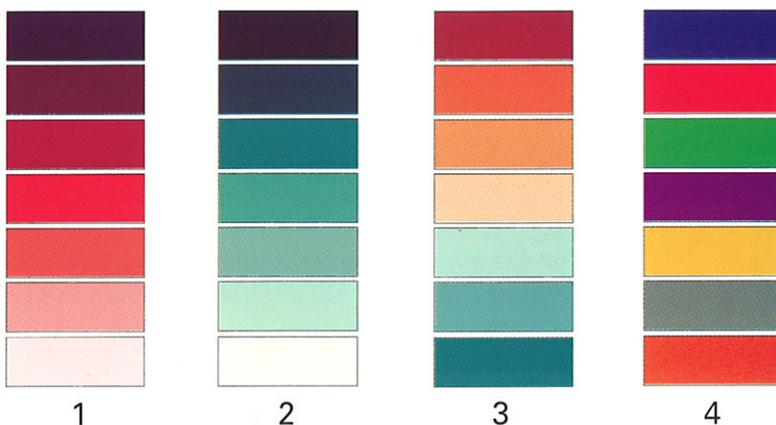
La couleur



Le spectre de la couleur



Exemple de gammes de couleur



1 et 2 = exemples de camaïeux
3 = gammes opposées dite bipolaires
4 = différentes teintes

La perception des couleurs

La perception visuelle des couleurs est assez différente d'un individu à l'autre. Sans même introduire des différences liées à des déformations de vision comme le daltonisme, le spectre du visible par l'œil humain, et surtout sa capacité de différenciation indispensable en cartographie est variable selon les couleurs.

De plus les acquis culturels et les sensibilités rendent certaines personnes plus réceptives que d'autres à certaines couleurs.

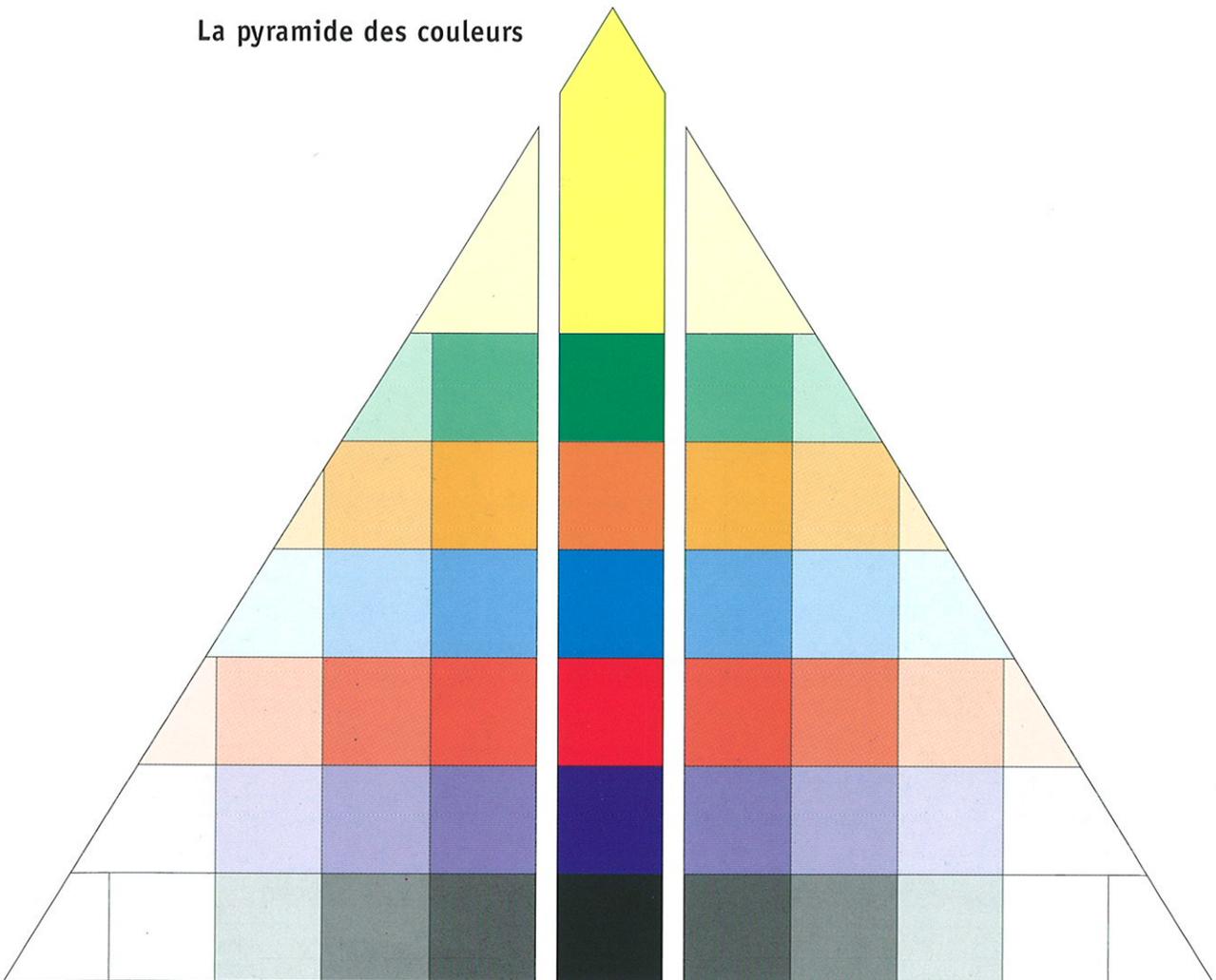
Ainsi, il est difficile de percevoir plus de deux nuances de jaune, trois de vert, quatre de bleu, cinq ou six de rouge etc.

La symbolique des couleurs

Outre qu'elles font appel à notre sens esthétique, les couleurs sont fortement chargées de perceptions symboliques (d'ailleurs variables selon les pays et les cultures) parmi lesquelles on peut noter à titre d'exemple :

- le blanc : pureté, vide, silence, vertu (souvent synonyme de valeur manquante dans le tableau de données en cartographie, il est cependant fort utile pour laisser respirer le lecteur ou allonger une gamme en cartographie noir et blanc) ;
- le bleu : couleur du ciel, de la mer, symbolique royale et plus généralement de l'eau (il est difficile de faire une carte sans que les réseaux hydrographiques soit bleus, à l'exception des qualités des eaux par exemple qui font alors appel à une autre symbolique, pensons aussi aux cartes électorales où le bleu est la couleur des partis de droite) ;

La pyramide des couleurs



Réaliser une carte

- le rouge : le sang , le feu, la passion, la violence, la révolution (et par extension la couleur des partis de gauche), mais aussi les interdictions, l'alarme...
- le jaune : l'or, le soleil et par extension la chaleur, l'été, le luxe mais aussi la couleur maudite, le souffre...
- le vert : la nature (la chlorophylle), l'éveil, le printemps, l'espoir
- le noir : la nuit, l'énigme, l'autorité, la religion, le deuil...

Au-delà des symboliques générales les symboliques cartographiques déjà établies sont nombreuses. Celles de la carte topographique sont devenues un inconscient culturel de fait qu'il est difficile de transgresser.

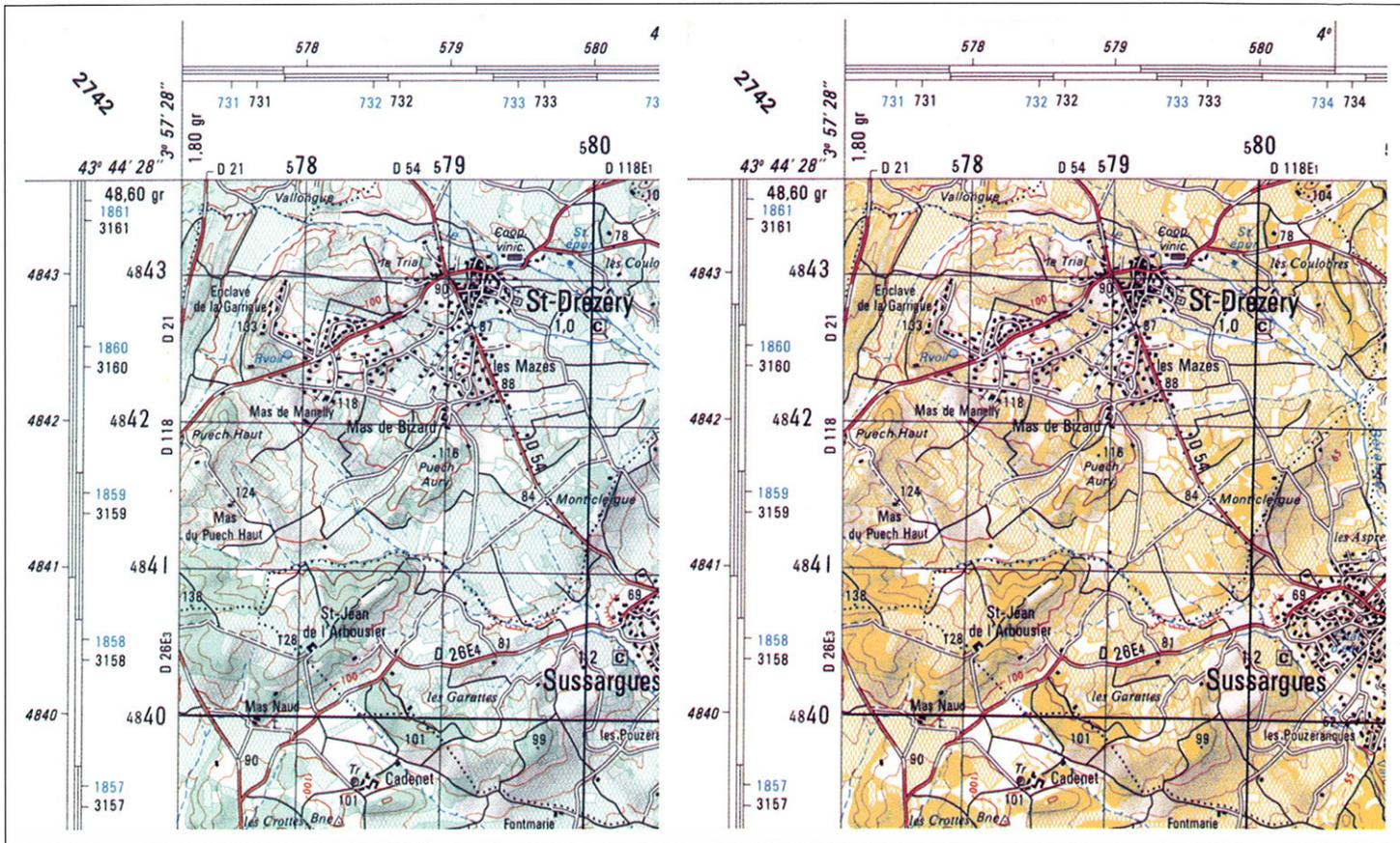
Le choix des couleurs

Ainsi, le choix des couleurs doit-il faire appel à la fois à des critères techniques d'utilisation mais aussi à des notions plus difficiles à contrôler que sont, par exemple, l'attraction, le goût, les styles, etc.

Quoiqu'il en soit, la capacité de transmission visuelle de la couleur est importante et le choix d'ambiances de couleur différentes, comme dans l'exemple ci-contre, permet de réaliser deux cartes fort différentes par les perceptions qu'elles induisent.

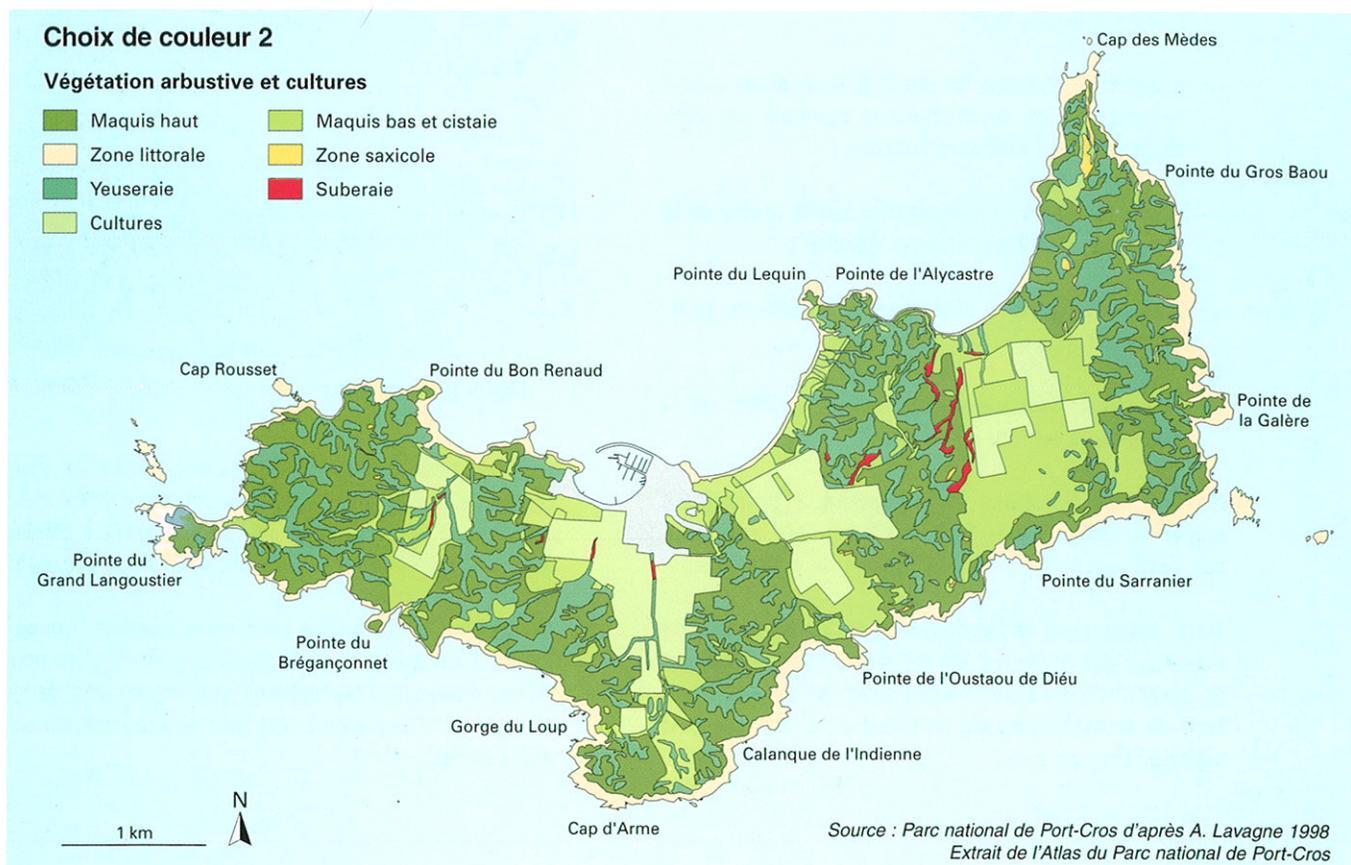
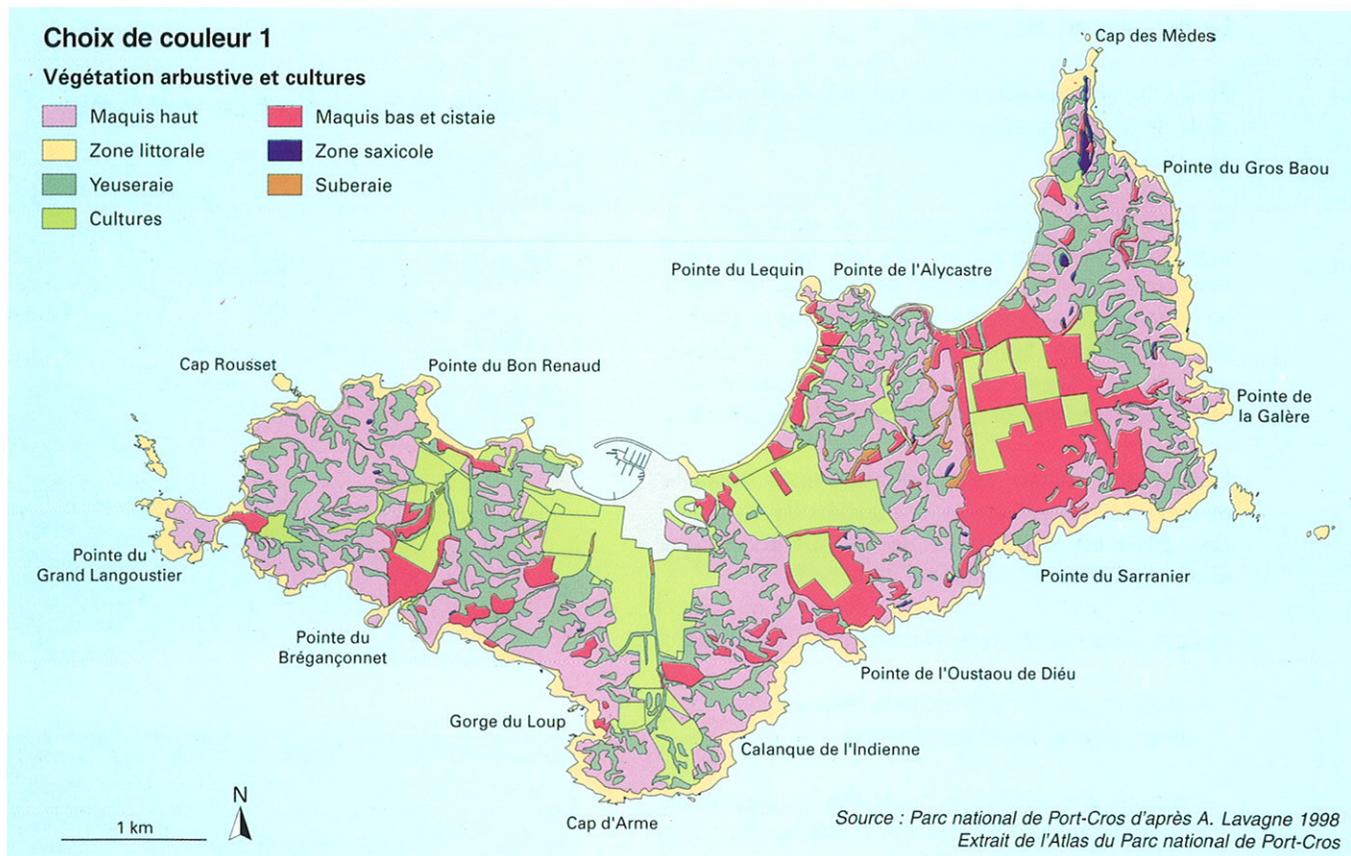
Voir cartes page ci-contre

La symbolique de la carte topographique



Extrait de carte au 1 : 25 000 IGN

Carte de la végétation de l'île de Porquerolles



Réaliser une carte

Le placement des noms

Dans l'optique d'une lisibilité maximum de la carte, le placement de l'ensemble des toponymes et écritures est primordial.

Le placement automatique proposé par les logiciels de type SIG «bureautique» produit une uniformisation liée par exemple au placement parallèle qui ne prend pas en compte le contexte des objets et de la composition graphique. Seuls certains logiciels spécialisés utilisant notamment des algorithmes spécialisés parviennent à automatiser de façon correcte ces procédés.

La plupart du temps, cette opération reste manuelle et de ce fait longue et souvent fastidieuse car itérative. Elle n'est alors pas ou peu réalisée provoquant ainsi des difficultés de lecture de la carte.

Les principes essentiels du placement des noms sont :

- toujours permettre de relier le texte au point qu'il décrit (éviter les «flottements») ;
- assurer une relative homogénéité en plaçant les indications caractérisant des points toujours à la même place (quand cela est possible, ce qui est rarement le cas !) ;
- orienter le texte en fonction du linéaire auquel il se rapporte en privilégiant si possible les portions droites (meilleure lecture) ;
- placer les noms «descendants» sur la droite de la ligne, les «montants» sur la gauche ;
- placer des noms à l'intérieur des surfaces qu'ils décrivent ;
- paramétrer l'étendue du texte en fonction de la taille de la surface qu'il décrit.

Au delà des questions de placement à proprement parler la lisibilité des écritures peut-être améliorée par l'utilisation de certaines polices de caractères.

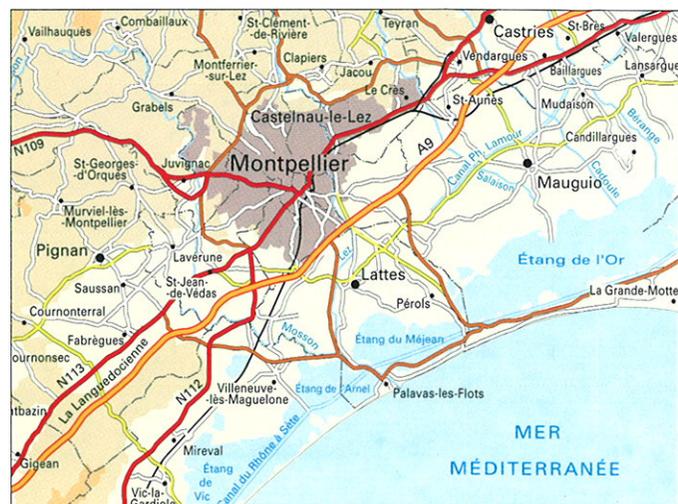
Tout cartographe recherche en priorité une lisibilité maximum des écritures. On regroupe donc les polices de caractères en deux familles selon qu'elles présentent de bons critères de lisibilité et d'aptitude à la signalisation ou non.

Exemple de placement de toponymes



Mauvais placements

BD carto® de l'IGN



Bons placements

BD carto® de l'IGN

Généralement, on considère qu'une police de caractères comme l'Univers sans empattement (dite «police bâton») et pourvue d'une bonne graisse (ni trop fine, ni trop épaisse) est idéale pour la cartographie.

Au contraire, une police avec empattement comme le Times, bien que très agréable à lire au fil d'un texte, risque d'apporter rapidement une impression de surcharge ou d'apparaître un peu «baroque» au sein d'une carte.

Les polices à utiliser

Polices sans empattement



Helvetica



Univers



Futura

Helvetica

Mer Méditerranée

Univers

Mer Méditerranée

Futura

Mer Méditerranée

Les polices à ne pas utiliser

Polices avec empattement



~~Times~~



~~Garamond~~



~~Sabon~~

Times

Mer Méditerranée

Garamond

Mer Méditerranée

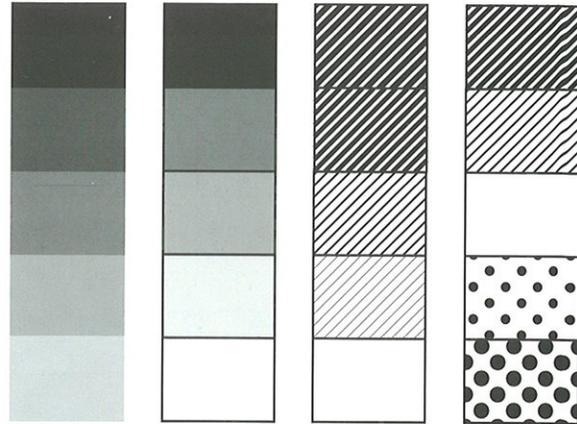
Sabon

Mer Méditerranée

Le cas spécifique de la cartographie noir et blanc

La question de la cartographie en noir et blanc est le plus souvent posée d'abord pour des questions de coûts (notamment de reproduction) mais aussi du fait que tout document réalisé à l'origine en couleurs est appelé à être dupliqué de façon plus ou moins contrôlée en noir et blanc (notamment par photocopie).

Il est d'ailleurs intéressant de constater que la plupart des variables visuelles proposées par J. Bertin ont été développées pour des réalisations de cartes en noir et blanc, la couleur étant à l'époque de leur diffusion (années 1970) réservée à l'imprimerie professionnelle.

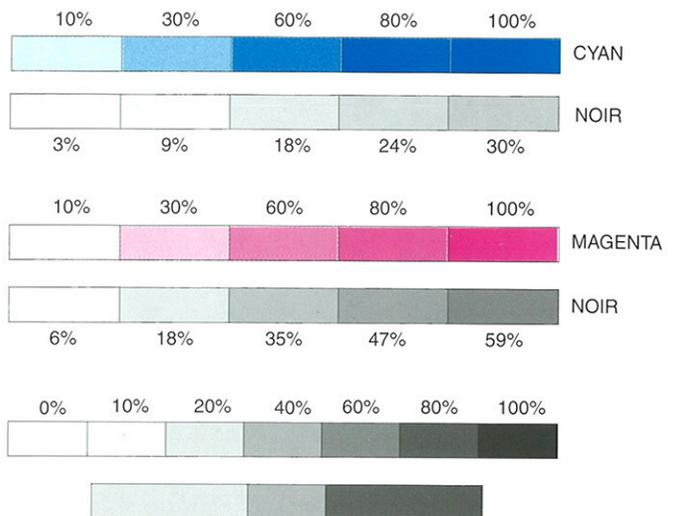


La cartographie noir et blanc fait le plus souvent appel à la variable visuelle valeur facilement utilisable avec des gammes en niveau de gris. De ce fait, il est beaucoup plus facile de réaliser des cartes noir et blanc pour des phénomènes nécessitant une représentation hiérarchique ou ordonnée que pour des phénomènes séparatifs.

En fait, le principal problème réside aujourd'hui dans la duplication en noir et blanc de cartes réalisées à l'origine en couleurs.

A chaque couleur correspond en fait une valeur qui peut se traduire par une nuance de gris.

Cependant les niveaux de gris ne sont pas proportionnels aux intensités exprimées en pourcentage et varient d'une couleur à l'autre.

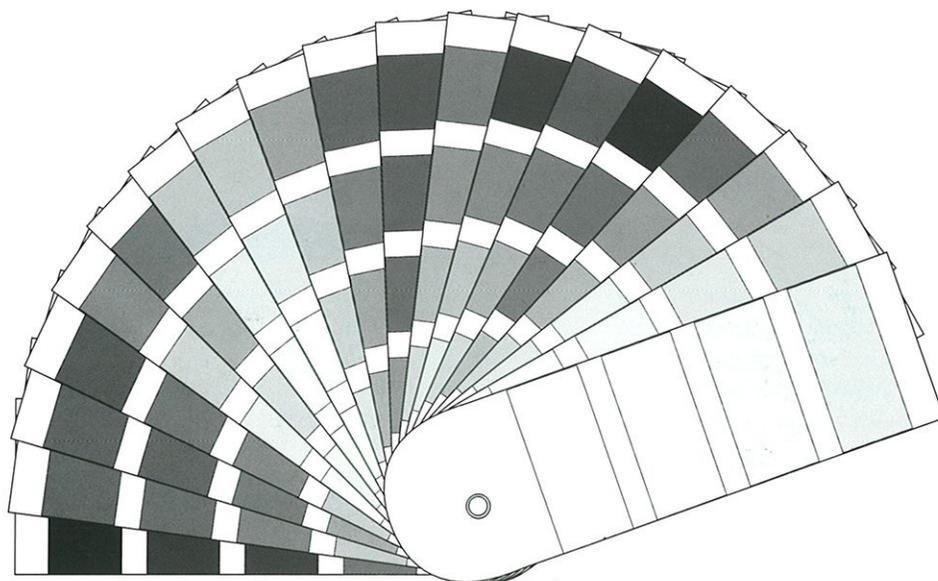
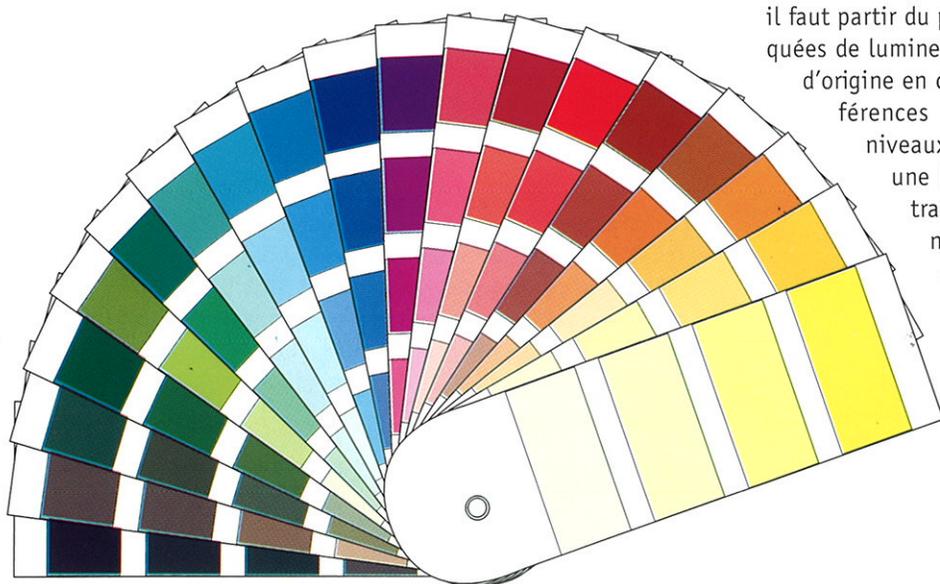


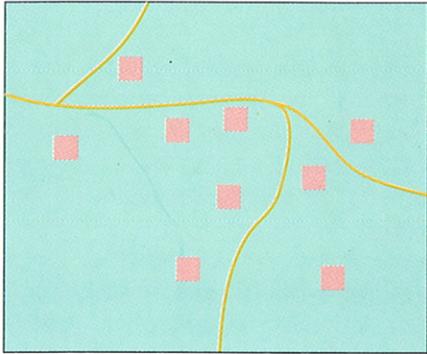
La difficulté tient à la faible capacité de discernement par l'œil humain des différents niveaux de gris.

En effet, même s'il existe en théorie un grand nombre de niveaux de gris (souvent paramétrables pourcent de noir par pourcent de noir dans les logiciels !) l'œil ne peut en distinguer que sept (en incluant le blanc et le noir).

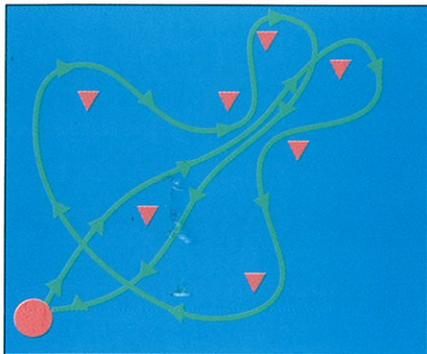
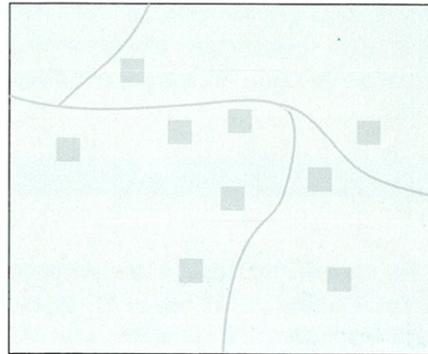
En fait, comme les montrent les exemples ci-contre, il faut partir du principe que seules des nuances marquées de luminosité et de tonalité dans une carte d'origine en couleur permettent d'obtenir des différences importantes de valeur dans les niveaux de gris, permettant de maintenir une lisibilité suffisante à une carte ainsi transformée, et ce quel que soit le niveau de saturation des couleurs choisies.

Cependant, même en prenant d'importantes précautions, le passage en noir et blanc est souvent destructif et peut entraîner des effets fâcheux («disparitions» de certains éléments devenus non discernables).

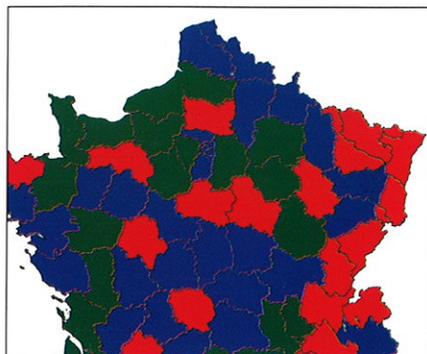
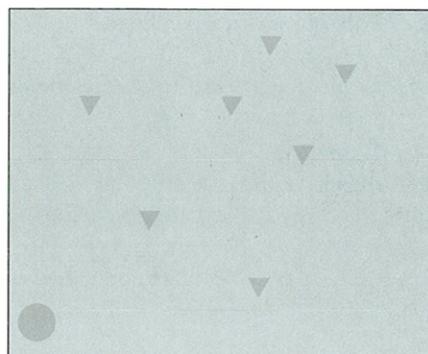




Implantation de lotissements.



Parcours de course maritime.



Simulation de résultats d'élection.



■ Réaliser des cartes statistiques

La cartographie statistique est aujourd'hui pratiquée dans de nombreux services. Elle concerne tout autant les thématiques de la démographie, de l'économie, de l'emploi que des thématiques environnementales comme la gestion de l'eau, le recensement d'espèces protégées etc.

Voir carte page ci-contre

Dans tous les cas elle fait appel à des méthodes de traitement des données et des règles de représentation associées importantes à connaître. Leur utilisation permet d'assurer, qui plus est, une fiabilité aux représentations cartographiques toujours délicates dans le cas de la cartographie statistique.

Carte en symboles proportionnels

La première règle de la représentation cartographique statistique consiste à représenter des séries quantitatives (population dénombrée par exemple) en symboles proportionnels, et des séries de variables relatives (densité par exemple) en plages de valeurs ou de couleurs.

Cette règle est dictée par un principe simple : l'œil est toujours attiré d'abord par les surfaces. Ainsi, un aplat de couleur pâle sur une grande surface sera généralement lu avant un aplat de couleur vive mais de plus petite surface.

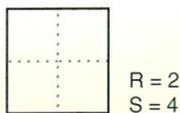
La représentation cartographique étant par nature conditionnée par les surfaces cartographiées (par exemple taille des communes) il est indispensable, dans le cas de variables quantitatives, de rendre la représentation indépendante de la taille du territoire cartographié.

Dans le cas des symboles dont la surface varie en fonction de la valeur, la perception visuelle des masses les plus importantes est plus immédiate.

Ainsi, dans l'exemple de représentation erronée proposé à la page 46 ce sont les communes d'Arrens-Marsous et Cauterets qui attirent l'œil les premières du fait de leur surface importante alors qu'elles sont placées dans la même catégorie qu'Argelès-Gazost peu discernable du fait de sa petite surface. La représentation en cercles proportionnels rend à chaque commune son poids réel en terme de population.

Voir carte page 46

Symboles proportionnels



R = Rayon, S = Surface

C'est la surface des symboles qui doit être proportionnelle aux valeurs à cartographier et non le rayon

Calcul des cercles proportionnels

$$R' = R \sqrt{\frac{N'}{N}}$$

N = Valeur de référence (généralement la plus petite d'un tableau de données)

N' = Valeur pour laquelle on cherche le rayon

R = Rayon du cercle choisi pour la valeur de référence (1 est avantageux)

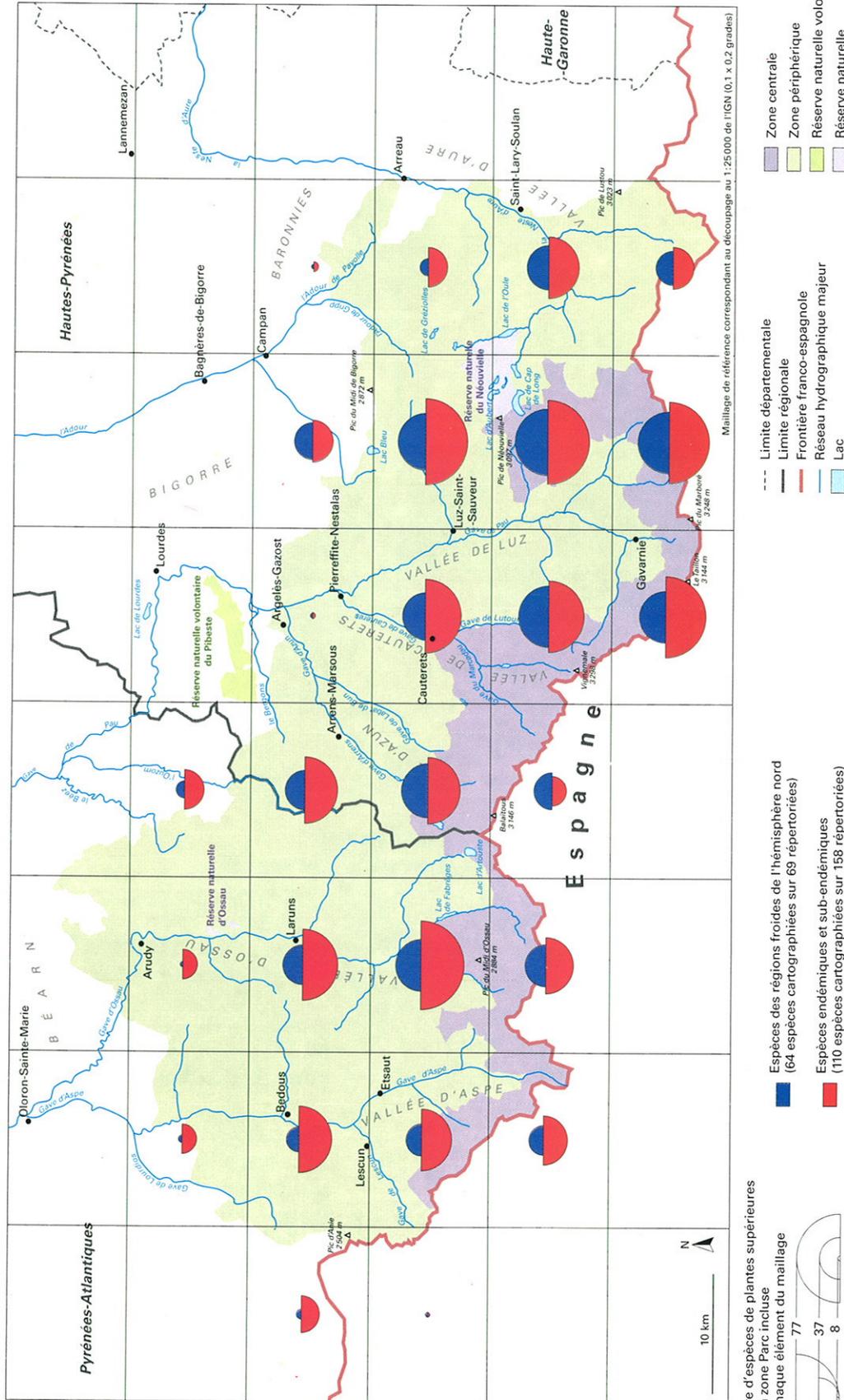
R' = Rayon du cercle cherché pour N'

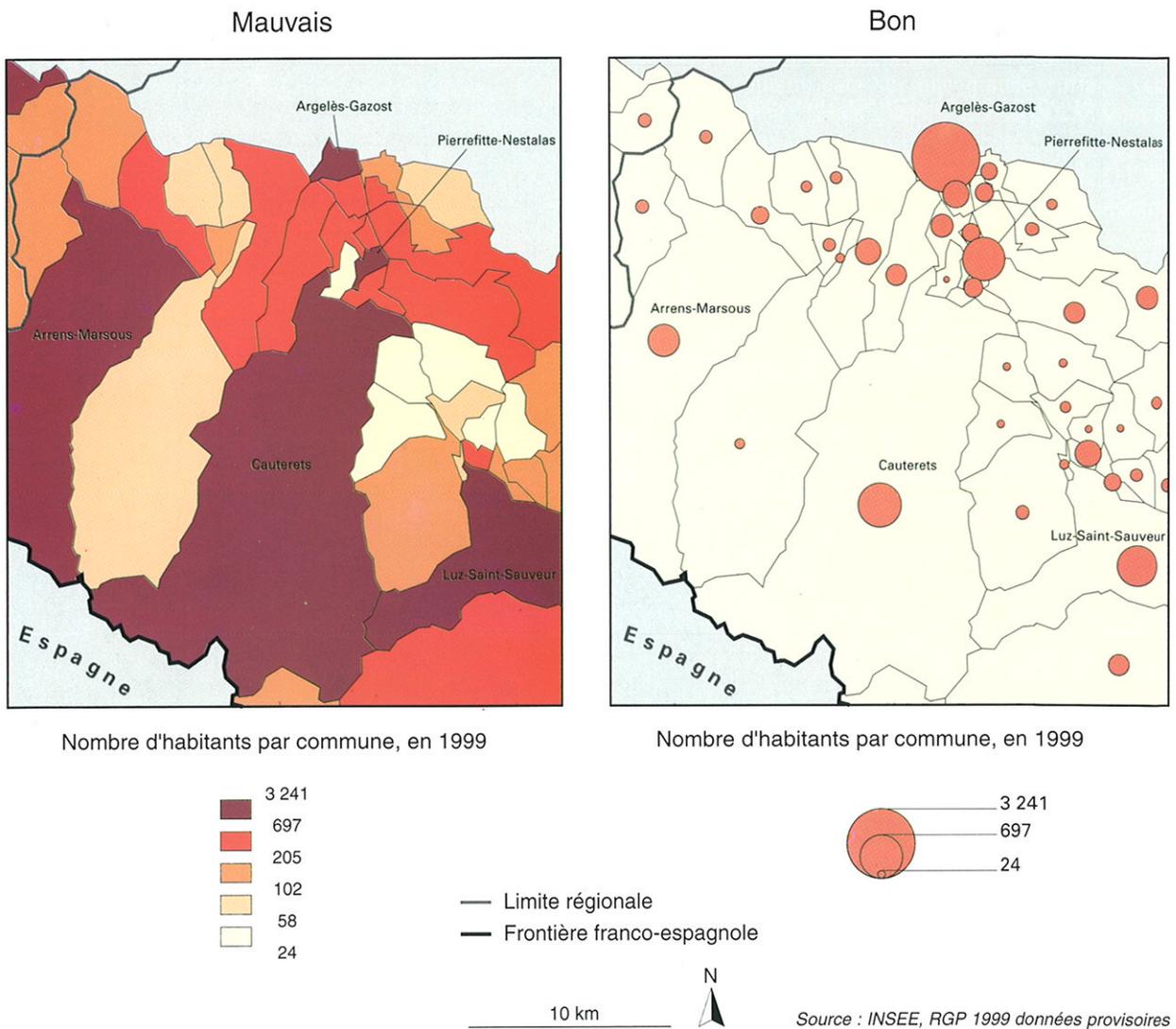
Détourage



Le détourage permet de faire apparaître les chevauchements de symboles proportionnels

La diversité floristique





Il est bon de signaler que très peu de logiciels proposent des symboles dont la surface est proportionnelle à la valeur représentée. La plupart utilisent des variations de taille de polices de caractères ou au mieux de variations de rayon et non de surface. La différence est parfois notable et peut entraîner des différences d'interprétation importante pour des commentateurs non avertis.

Voir cartes page ci-contre

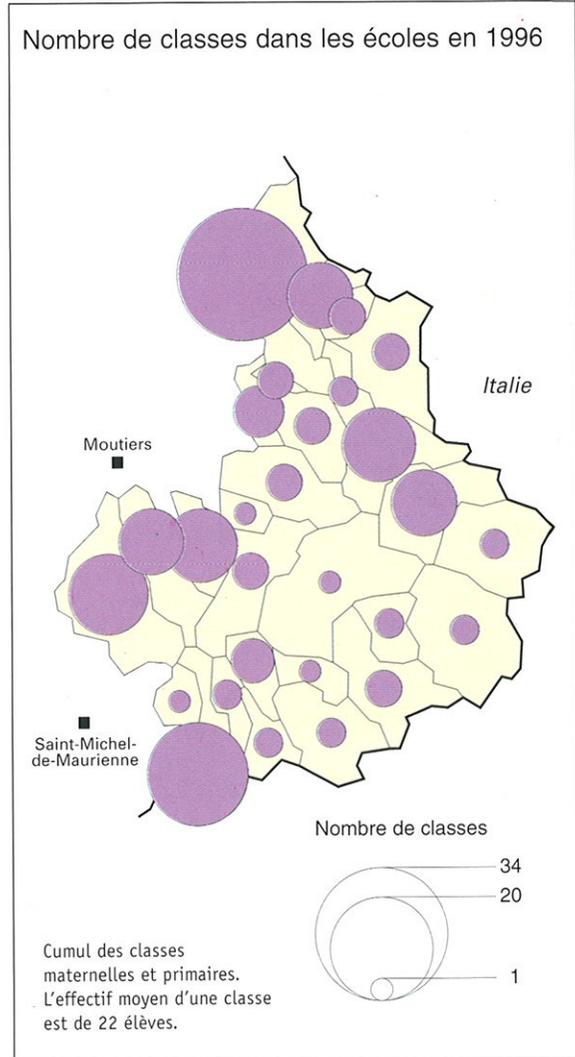
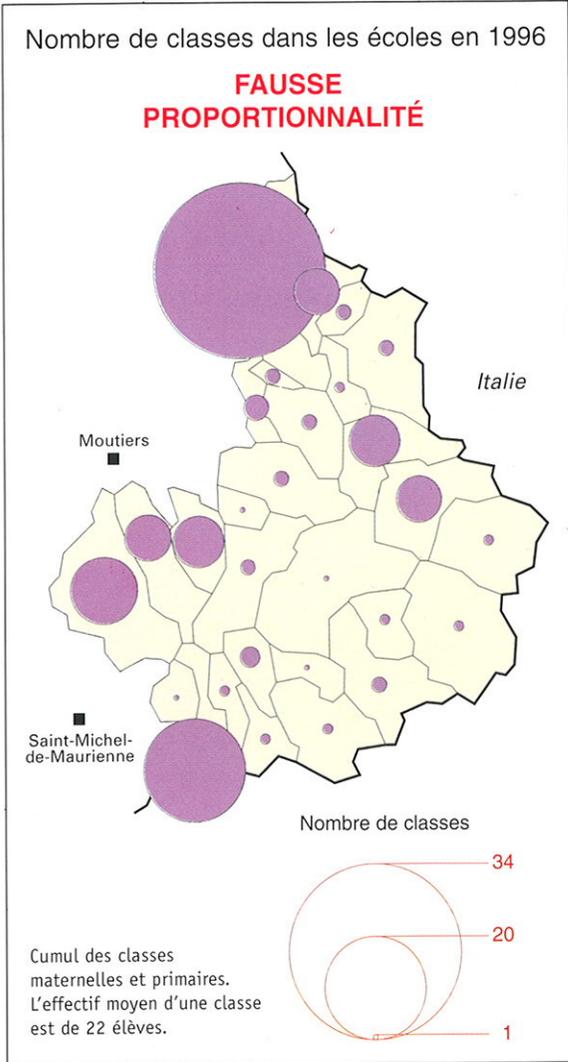
Le problème des distributions étendues dans le cas des symboles proportionnels

Un des écueils de la cartographie statistique en symboles proportionnels réside dans l'étendue de la distribution souvent constatée lorsqu'on s'intéresse par exemple aux variables descriptives de la démographie ou de la socio-économie où il est fréquent de rencontrer des valeurs extrêmes, que ce soit dans les valeurs très faibles ou très fortes (on peut penser par exemple à une population communale sur une région administrative comportant de petites communes rurales et une agglomération de taille nationale).

Ainsi les valeurs extrêmes «tirent» souvent la représentation en nécessitant des symboles de grande taille qui masquent souvent les informations avoisinantes.

Cercles dits proportionnels réalisés dans un logiciel non spécialisé

Cercles réellement proportionnels à la surface



Plusieurs solutions existent. Certaines nécessitent une transformation des données, d'autres sont de simples astuces de représentation.

1- Les méthodes nécessitant une transformation des données

Elles consistent à transformer la distribution, sous une forme logarithmique par exemple afin de rétrécir l'étendue de la distribution (option proposée par de nombreux logiciels). Cette solution, assez efficace, présente néanmoins l'inconvénient de produire une carte «lissée» où les différences entre extrêmes sont bien évidemment fortement atténuées. Par ailleurs, il convient de ne pas oublier de retraduire les valeurs logarithmiques en unités d'origine dans la légende.

2- Les méthodes qui privilégient des astuces de représentation

Une autre solution consiste à supprimer les valeurs extrêmes du calcul de proportionnalité afin de permettre une progression visible sur le reste de la distribution.

Sur la carte, les symboles correspondant aux valeurs extrêmes ne sont pas représentés proportionnellement même si ce sont bien évidemment les plus importants. Il est aussi possible de choisir un mode de représentation particulier afin d'alerter sur le traitement effectué.

Il ne faut pas oublier de signaler cette astuce dans la légende.

Carte en plages de valeurs

La représentation en plages de valeurs est recommandée dans trois cas :

- variables traduisant une typologie (type de sol par exemple) ;
- variables pour lesquelles l'effet de la surface des territoires a été pris en compte dans le calcul, rendant ainsi toutes les données comparables (comme dans le cas de la densité de population par exemple) ;
- de façon plus générale pour des variables composées ou des taux.

Dès lors, la réalisation d'une cartographie statistique passe par un exercice délicat de «découpage en classes de valeurs» pour lequel le respect d'un certain nombre de règles permet d'optimiser le résultat.

Pour ceci, il est nécessaire de connaître ce que l'on veut cartographier, en l'occurrence la série de valeurs à représenter.

Sans entrer dans des traitements statistiques spécialisés (qui peuvent parfois s'avérer nécessaires) rappelons que connaître une série de valeurs consiste à décrire leur distribution afin d'en optimiser le traitement.

Faire appel aux résumés statistiques

Une première façon d'appréhender la distribution est de faire appel aux résumés statistiques de la variable que sont les minimum, maximum, moyenne et écart type par exemple.

Cependant, dans le cas de la cartographie, ces résumés bien qu'en partie proposés en standard par la plupart des logiciels SIG, s'avèrent souvent insuffisants pour guider les choix de façon précise.

Connaître la distribution des valeurs

La meilleure façon d'approcher la distribution des valeurs consiste en fait à la visualiser sous la forme d'un diagramme en bâton (difficile à lire dans le cas d'un nombre important d'individus) ou d'histogrammes de fréquence (solution la plus simple à utiliser).

Attention : un histogramme des fréquences consiste à placer en ordonnée l'étendue de la distribution

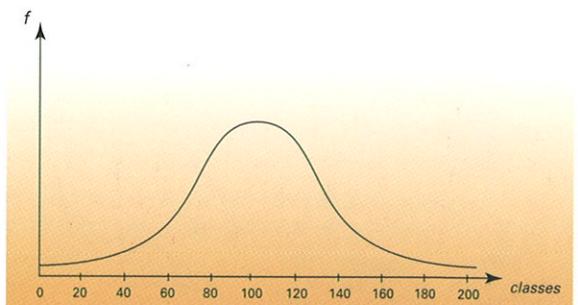
regroupée selon les intervalles choisis et en abscisse le nombre d'individus pour chaque intervalle. Il est par exemple réalisable en utilisant des fonctions avancées de certains tableurs, qui existent rarement dans les logiciels de SIG.

La distribution une fois visualisée, il est nécessaire de rapprocher la série statistique à cartographier de modèles de distribution connus.

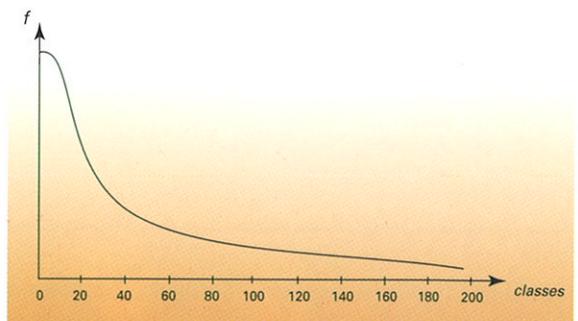
C'est à partir de ce rapprochement que des choix de discrétisation (découpage en classes de valeurs) adaptés pourront être faits.

On distingue trois familles de distribution⁴ :

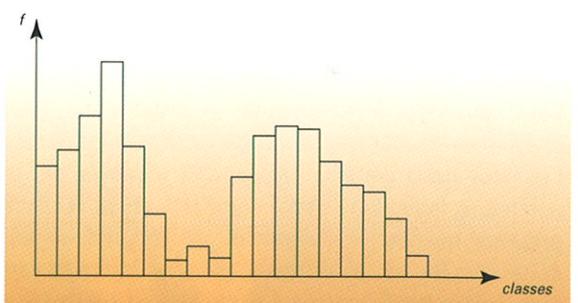
Distribution normale



Distribution asymétrique



Distribution plurimodale



⁴ d'après CAUVIN, RAYMOND, SERRADJ, 1987, *Discrétisation et représentation cartographique*

■ Les distributions dites normales (ou Gaussiennes) :

Le plus grand nombre d'individus se trouve dans les classes centrales, ce nombre s'amenuisant progressivement de part et d'autre de la valeur moyenne.

■ Les distributions asymétriques :

Elles traduisent une concentration des fréquences plus ou moins accentuée vers les petites valeurs (dissymétriques «à gauche») ou les grandes valeurs (dissymétriques «à droite») selon les cas. Elles expriment le fait que le phénomène s'accroît de manière multiplicative dans une direction, contrairement à un phénomène suivant une loi normale qui décrit un accroissement additif.

■ Les distributions plurimodales :

La variable est en fait composée de sous-populations plus ou moins imbriquées. Le traitement de ces distributions est en général délicat.

Déterminer le nombre de classes à appliquer

Le choix d'un nombre de classes revient à déterminer la meilleure partition d'un ensemble de valeurs afin d'assurer, d'une part la meilleure différenciation d'une classe par rapport à une autre (maximiser la variance inter-classes), tout en assurant l'homogénéité des individus statistiques au sein d'une même classe (minimiser la variance intra-classe).

Cet exercice délicat nécessite de déterminer d'abord le nombre de classes que l'on souhaite représenter. A ce stade, rappelons qu'il existe des moyens statistiques pour connaître le nombre de classes optimum en fonction de plusieurs critères, dont le nombre d'observations à représenter.

Une solution mathématique pour le découpage de classes

Des statisticiens ont proposé des solutions mathématiques au découpage

Par exemple, d'après **Huntsberger** :

Avec **K** = le nombre de classe
et **n** = l'effectif total

$$K = 1 + 3,3 \log_{10} n$$

Voir l'exemple décrit dans le tableau :

Effectif total n	K
10	4
20	5
30	5
40	6
50	6
60	6
70	7
80	7
90	7
100	7
140	8
160	8
260	8
270	9
400	9

Cependant, dans le cas des statistiques appliquées à la cartographie, les contraintes de représentation sont importantes et rien ne sert de découper en classes si on ne peut toutes les représenter !

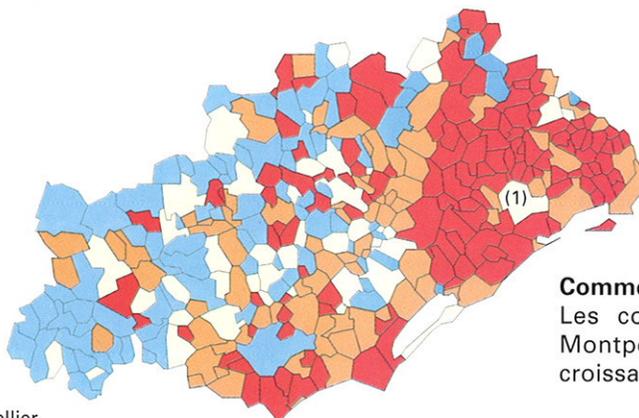
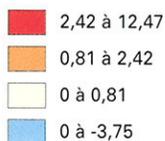
Que ce soit en cartographie noir et blanc ou en couleur, il est délicat de dépasser 6 ou 7 classes (hors techniques de représentation professionnelle). C'est donc la plupart du temps entre 4 et 7 classes qui sont utilisées.

Le choix du nombre de classes détermine la lecture de phénomènes spatiaux : avec trop peu de classes on caricature les différences entre territoires, avec trop de classes on noie les structures éventuelles.

Voir cartes page 50

4 classes : des regroupements importants.

Taux d'évolution annuelle
de la population (1982-1990)
en %



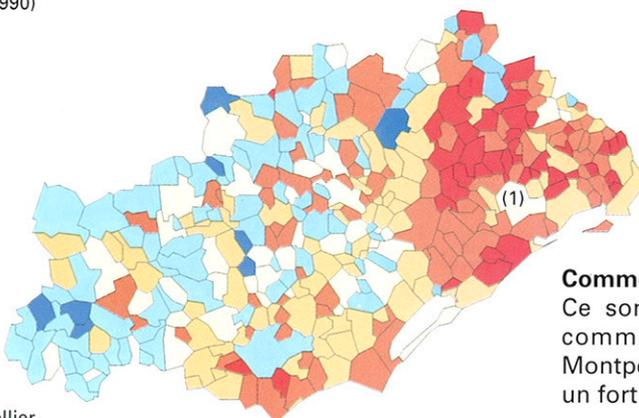
(1) commune de Montpellier

Commentaire possible :

Les communes autour de Montpellier sont en forte croissance.

6 classes : une discrétisation plus adaptée.

Taux d'évolution annuelle
de la population (1982-1990)
en %



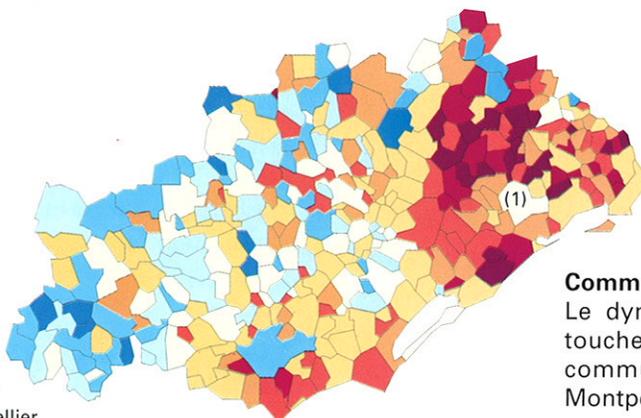
(1) commune de Montpellier

Commentaire possible :

Ce sont principalement les communes autour de Montpellier qui connaissent un fort dynamisme.

9 classes : affinement des structures spatiales. (solution mathématique d'après Huntsberger)

Taux d'évolution annuelle
de la population (1982-1990)
en %



(1) commune de Montpellier

Commentaire possible :

Le dynamisme le plus fort touche essentiellement les communes au Nord de Montpellier.

Il existe différentes méthodes de discrétisation, aucune d'entre elles n'étant applicable dans n'importe quelle situation.

La plupart des logiciels ont implémenté des discrétisations standards comme :

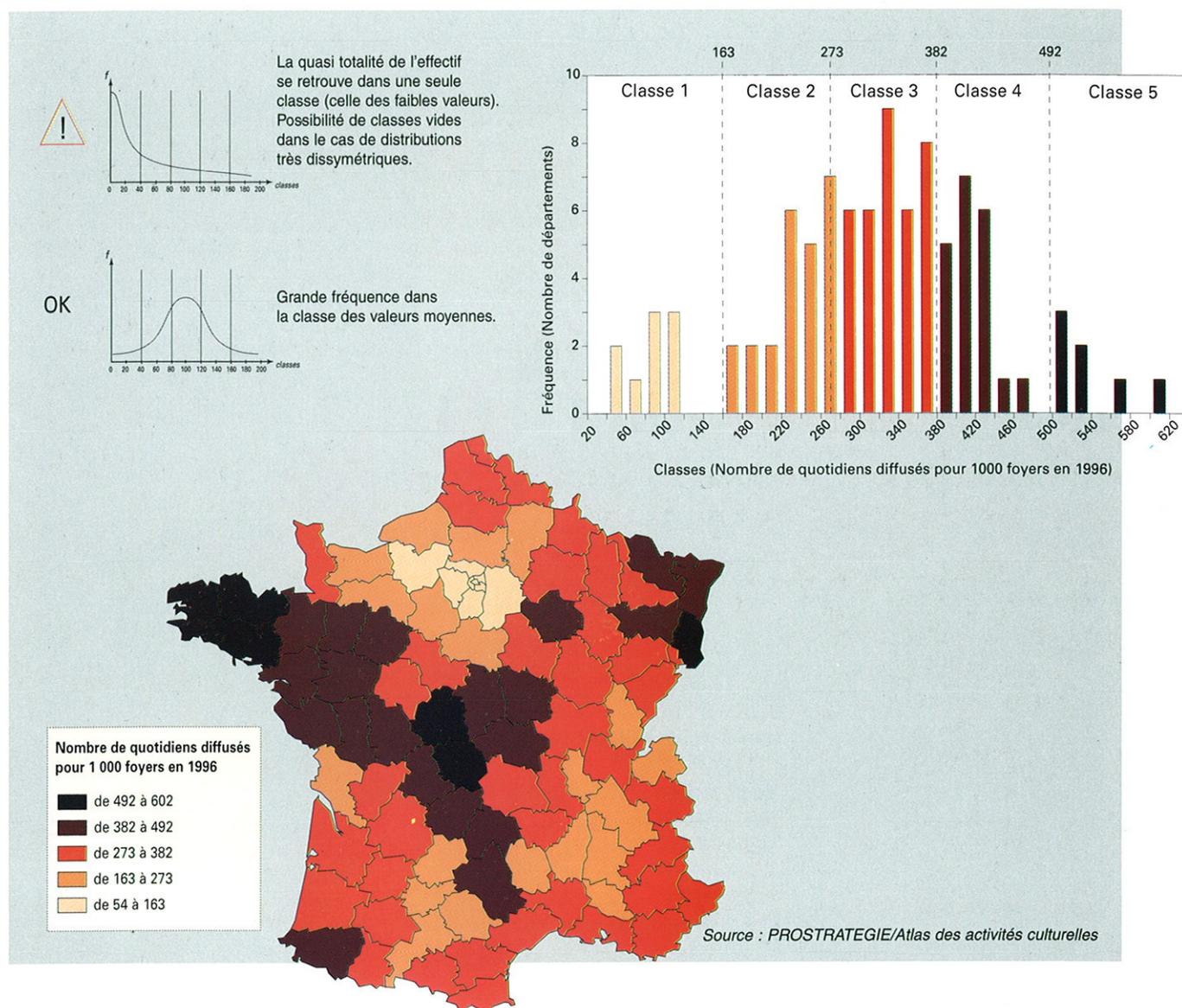
■ La discrétisation en classes d'égal étendue

Elle consiste à établir des bornes régulières en découplant la distribution à partir des extrêmes.

C'est sûrement la plus répandue car elle est d'un emploi relativement simple et d'exécution facile.

Elle est satisfaisante si chaque classe est bien représentée, donc si la distribution n'est pas trop dissymétrique (d'où l'importance de vérifier l'allure de la distribution avant sa représentation cartographique !). Elle est donc à utiliser avec une très grande prudence car, si la distribution contient des discontinuités marquées, certaines classes risquent d'être vides.

La discrétisation : classes d'égal amplitude, exemple du taux de pénétration des quotidiens de province



■ La discrétisation en égal effectif (ou en quantiles)

C'est le mode de discrétisation qui préjuge le moins de l'allure de la distribution ; cette méthode ne nécessite pas la normalité de la distribution. Elle retient des effectifs égaux dans chaque classe car le découpage s'effectue en nombre constant d'individus selon le nombre de classes choisi.

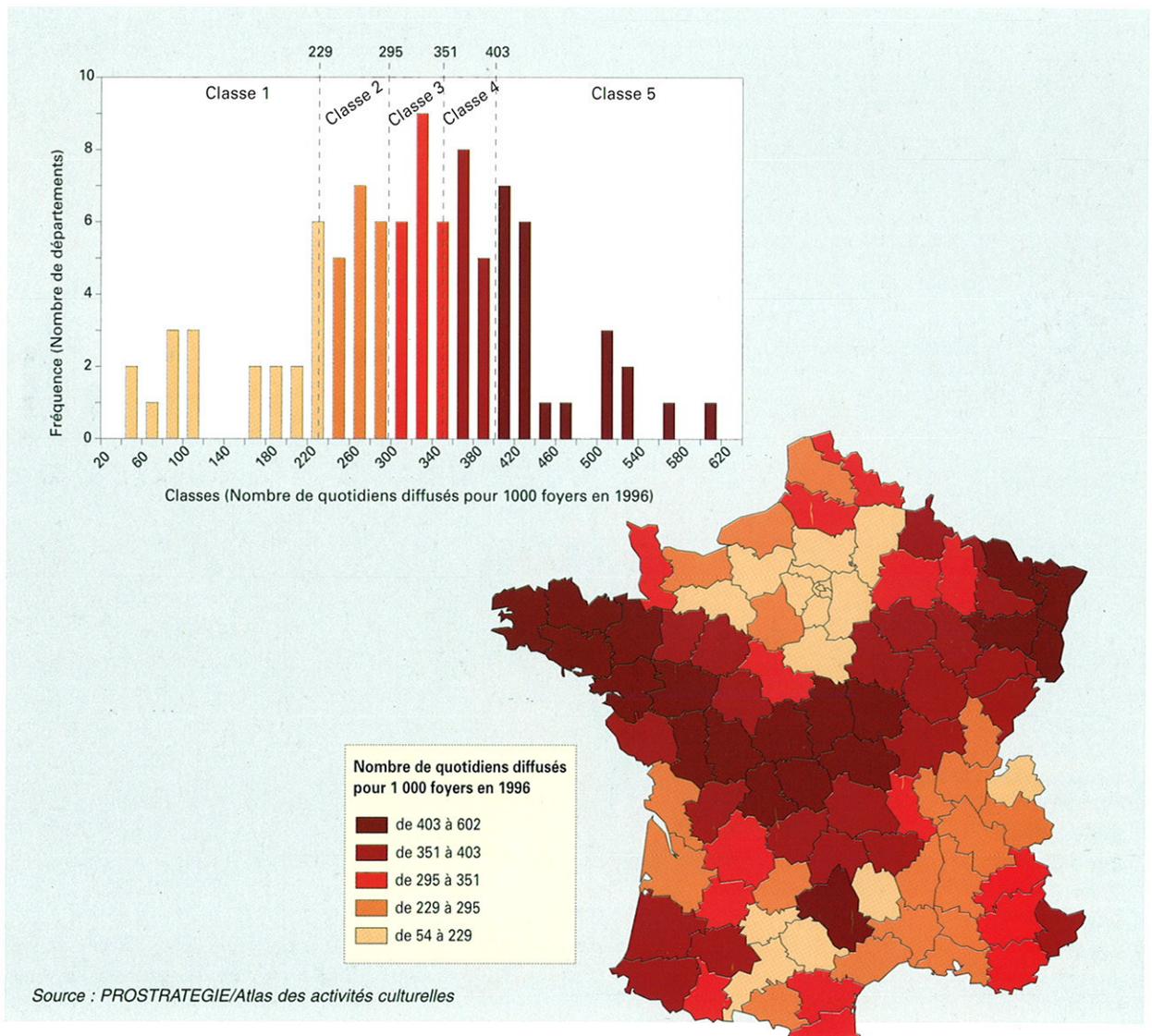
Cette méthode présente l'avantage de fournir un classement tout en éliminant le poids des valeurs extrêmes. On considère désormais les observations selon leur ordre et non plus selon leurs valeurs. De ce fait, cette méthode est recommandée pour la compa-

raison de plusieurs distributions (dans l'espace ou dans le temps) mais en sachant bien que ce sont des ordres que l'on confronte et non les valeurs proprement dites.

Par ailleurs, cartographiquement on obtient une image plus lisible : si les unités spatiales ne sont pas trop différentes en surface, la carte est «équilibrée» dans le sens où toutes les plages de couleur apparaissent avec une surface égale en quantité.

Néanmoins, cette méthode présente l'inconvénient de ne pas tenir compte d'éventuelles discontinuités dans la distribution (puisque'elle donne à chaque classe la même importance) et pose aussi des problèmes lorsque de nombreuses valeurs sont identiques.

La discrétisation : classes d'égal effectif, exemple du taux de pénétration des quotidiens de province



■ La discrétisation selon la moyenne et l'écart type

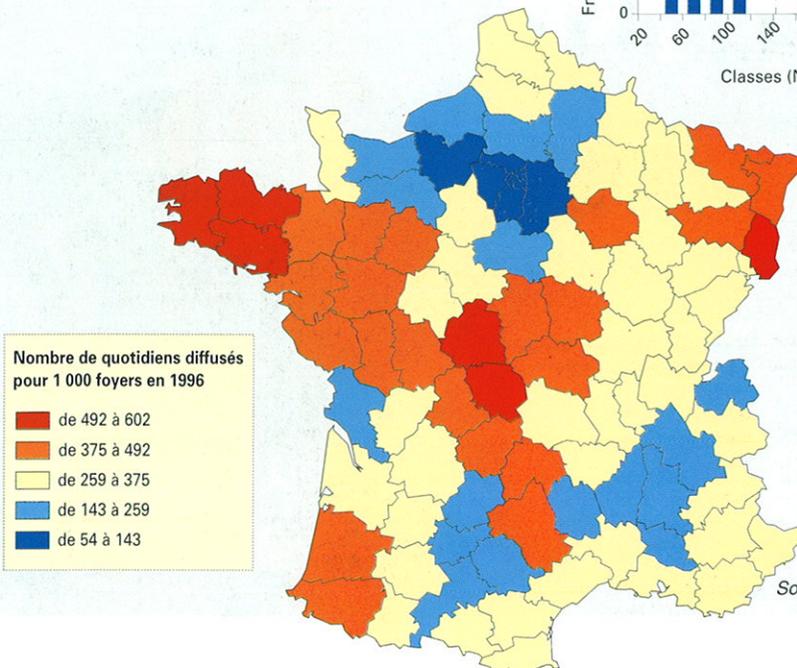
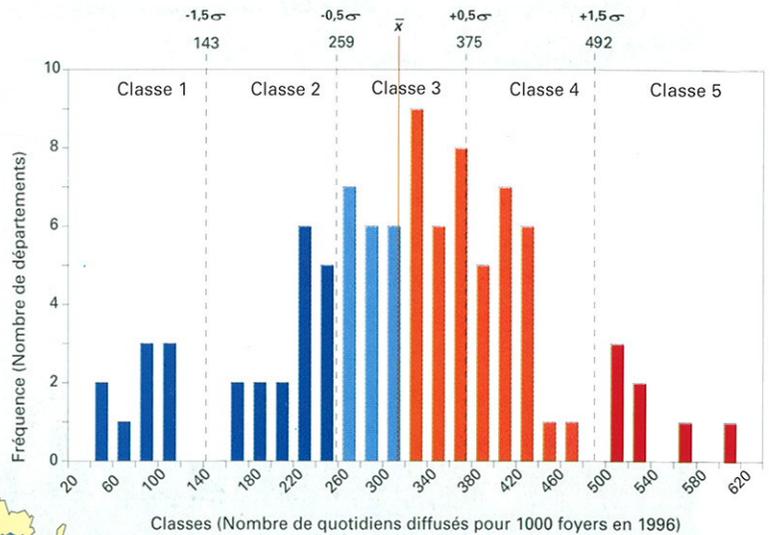
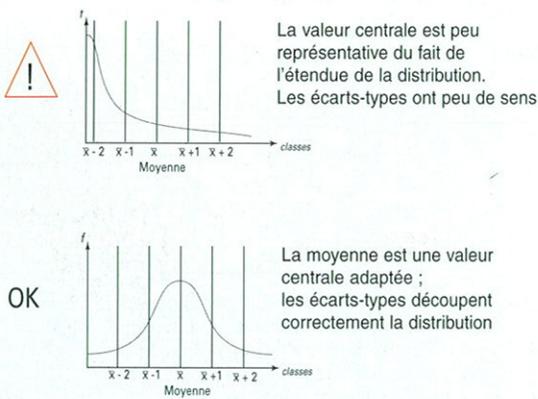
Cette technique de discrétisation nécessite en principe une distribution d'allure normale ou approchante.

Le principe consiste à créer une classe centrale autour de la moyenne, puis de part et d'autre de cette classe de créer d'autres classes dont l'amplitude est une fraction d'écart type.

Cette méthode présente un avantage majeur : elle permet les comparaisons indépendamment des problèmes liés à la taille de la variable puisque cela équivaut à avoir une «origine commune» (la moyenne) et une unité de mesure identique (l'écart type).

Ainsi, ce découpage permet de réaliser des cartes avec deux gammes de couleur dites bi-polaires (utilisation des couleurs froides et des couleurs chaudes).

La discrétisation : classes selon l'écart-type (standard), exemple du taux de pénétration des quotidiens de province



Source : PROSTRATEGIE/Atlas des activités culturelles

■ La discrétisation en « seuils naturels »

Cette méthode très usuelle utilise au choix le diagramme en bâton, l'histogramme, la courbe de fréquences ou de fréquences cumulées. Elle permet de tenir compte des discontinuités observables mais elle n'est acceptable et intéressante que si des discontinuités existent réellement. En effet, c'est en fonction de l'allure générale de la distribution et surtout des seuils discernables que les classes sont établies.

Cette méthode peut être utilisée conjointement à d'autres modes de discrétisation pour affiner le découpage mais les cartes produites avec ce type de discrétisation ne sont pas comparables entre elles.

La comparaison de deux variables⁵

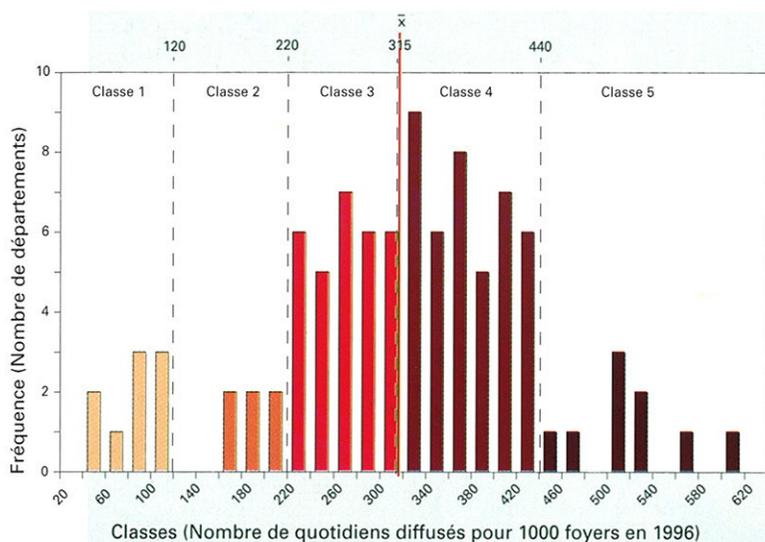
■ Comparaison d'une même variable à des dates différentes

Quand on veut comparer visuellement la même variable (par exemple la population) sur un même territoire à des dates différentes, il faut définir les classes statistiques (ou les surfaces de symboles) sur l'ensemble des valeurs observées, toutes dates confondues.

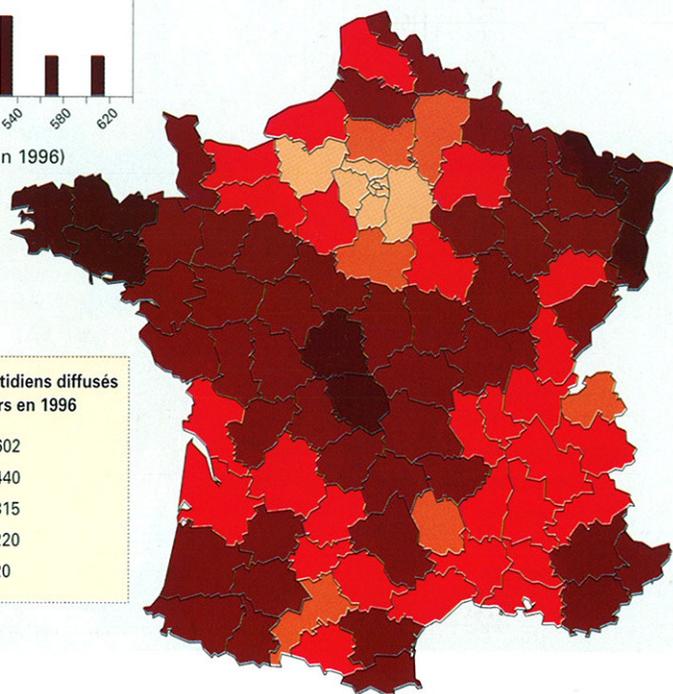
Pour ce faire, trois opérations successives doivent être effectuées à partir du tableau de données initial : la concaténation, le tri puis le découpage en classes.

⁵ D'après Béguin, Pumain, 1994, la représentation des données géographiques

La discrétisation : seuils naturels, exemple du taux de pénétration des quotidiens de province



Classes (Nombre de quotidiens diffusés pour 1000 foyers en 1996)

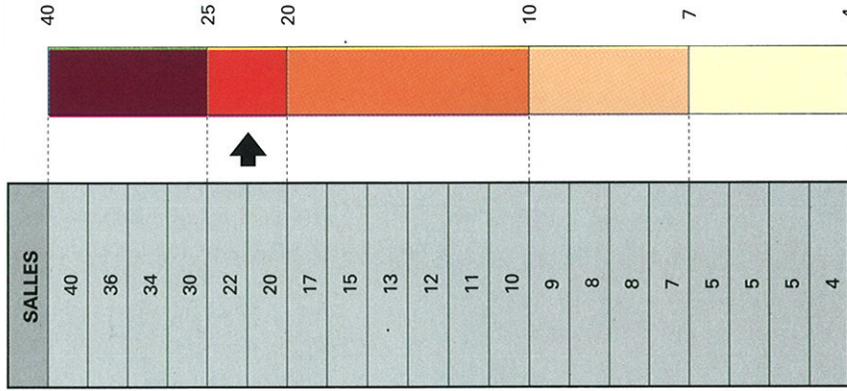


Source : PROSTRATEGIE/Atlas des activités culturelles

TABLEAU DE DONNÉES INITIAL **CONCATÉNATION** **TRI** **DÉCOUPAGE EN CLASSES**

DÉPARTEMENTS	SALLES EN 1965	SALLES EN 1995
01	5	4
02	22	17
03	8	9
04	20	13
05	5	5
06	15	10
07	34	30
08	12	11
09	40	36
10	8	7

DÉPARTEMENTS	SALLES
SALLES EN 1965 - 01	5
SALLES EN 1995 - 01	4
SALLES EN 1965 - 02	22
SALLES EN 1995 - 02	17
SALLES EN 1965 - 03	8
SALLES EN 1995 - 03	9
SALLES EN 1965 - 04	20
SALLES EN 1995 - 04	13
SALLES EN 1965 - 05	5
SALLES EN 1995 - 05	5
SALLES EN 1965 - 06	15
SALLES EN 1995 - 06	10
SALLES EN 1965 - 07	34
SALLES EN 1995 - 07	30
SALLES EN 1965 - 08	12
SALLES EN 1995 - 08	11
SALLES EN 1965 - 09	40
SALLES EN 1995 - 09	36
SALLES EN 1965 - 10	8
SALLES EN 1995 - 10	7

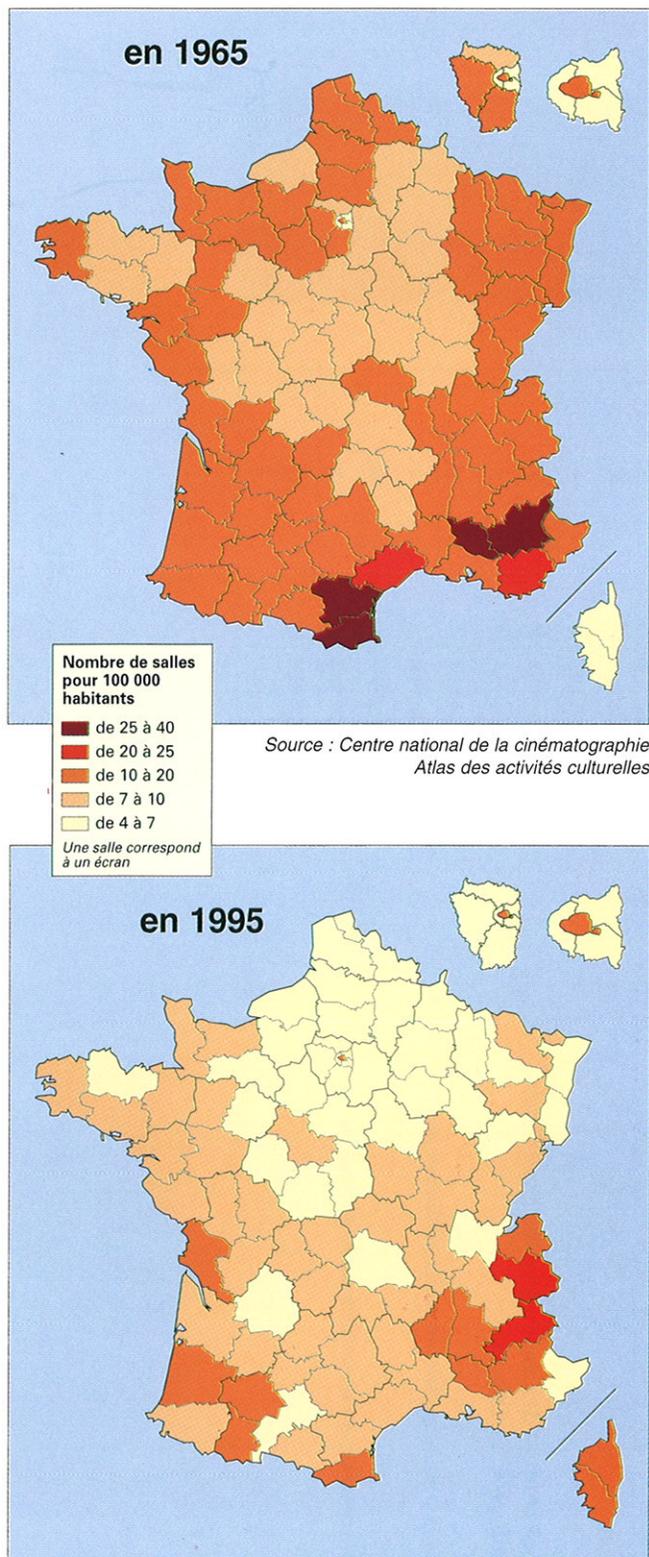


1 - Concaténation des deux variables pour former une seule série de valeurs

2 - Tri de la nouvelle série en ordre croissant ou décroissant

3 - Discretisation en quantiles de la série triée

Les salles de cinéma pour 100 000 habitants



■ Comparaison d'un même territoire décrit avec plusieurs variables :

Il est possible de discrétiser selon la moyenne et l'écart type (ou selon la médiane et les fractiles) afin de rendre comparable la position des unités géographiques (par exemple les communes) dans plusieurs distributions.

Par la suite, on utilise les deux cartes pour comparer les valeurs prises par la région concernée avec la moyenne calculée.

Ainsi, de nombreuses informations pourront être déduites de ces observations d'après la situation de la valeur observée en fonction de la moyenne (au-dessus ou en-dessous).

■ Comparaison visuelle d'un même territoire avec deux variables proches :

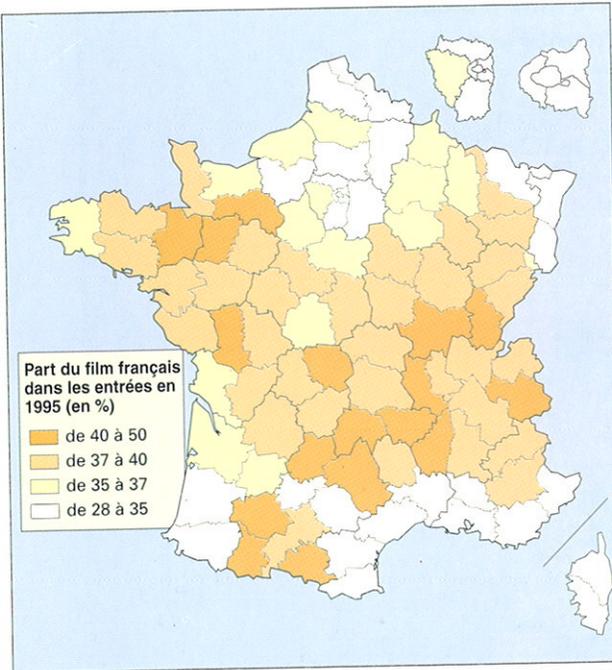
Au delà des traitements statistiques des données, il est primordial de tenir compte des différences entre variables et de choisir des représentations cartographiques en fonction de ceux-ci.

Ainsi, dans l'exemple ci-dessous, on constate que les parts du film français représentent un minimum de 28% des entrées pour un maximum de 50%. La part des films américains quant à elle représente un minimum de 40% pour atteindre jusqu'à 64% des parts de marché.

Il est donc évident qu'on ne peut pas utiliser les mêmes teintes pour les représenter.

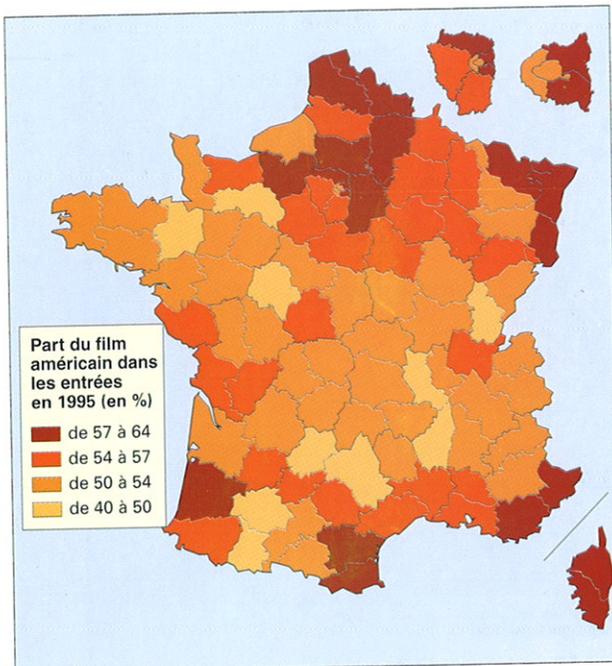
Voir carte page ci-contre

Le film français dans la fréquentation cinématographique



Source : Centre national de la cinématographie
Atlas des activités culturelles

Le film américain dans la fréquentation cinématographique



Source : Centre national de la cinématographie
Atlas des activités culturelles

De nouvelles cartographies statistiques

La multiplication des outils disponibles (souvent des modules optionnels des SIG) permet de réaliser d'autres types de cartes statistiques. Souvent plus attrayantes par la «nouveau» des représentations, elles sont pourtant à manier avec précaution du fait des difficultés de lecture qu'elles induisent parfois pour des publics non initiés.

Les cartes en flux permettent de faire varier la taille d'une ligne liant deux points l'un étant l'origine, l'autre la destination du flux.

La difficulté de garder visibles les flux quant ils sont nombreux oblige parfois à des artifices comme le regroupement de points de départ et d'arrivée (des communes, on passe par exemple aux aires urbaines pour réduire l'échantillon), ou à la création de seuils en dessous desquels les flux ne seront pas cartographiés.

Afin de représenter l'importance des flux on joue sur la largeur de leur base. Ainsi la carte en flux est-elle une exception dans la règle de la surface proportionnelle aux valeurs.

Afin de faciliter la lecture on indique le sens des flux par une pointe ou une flèche.

Voir cartes page 58 et 59

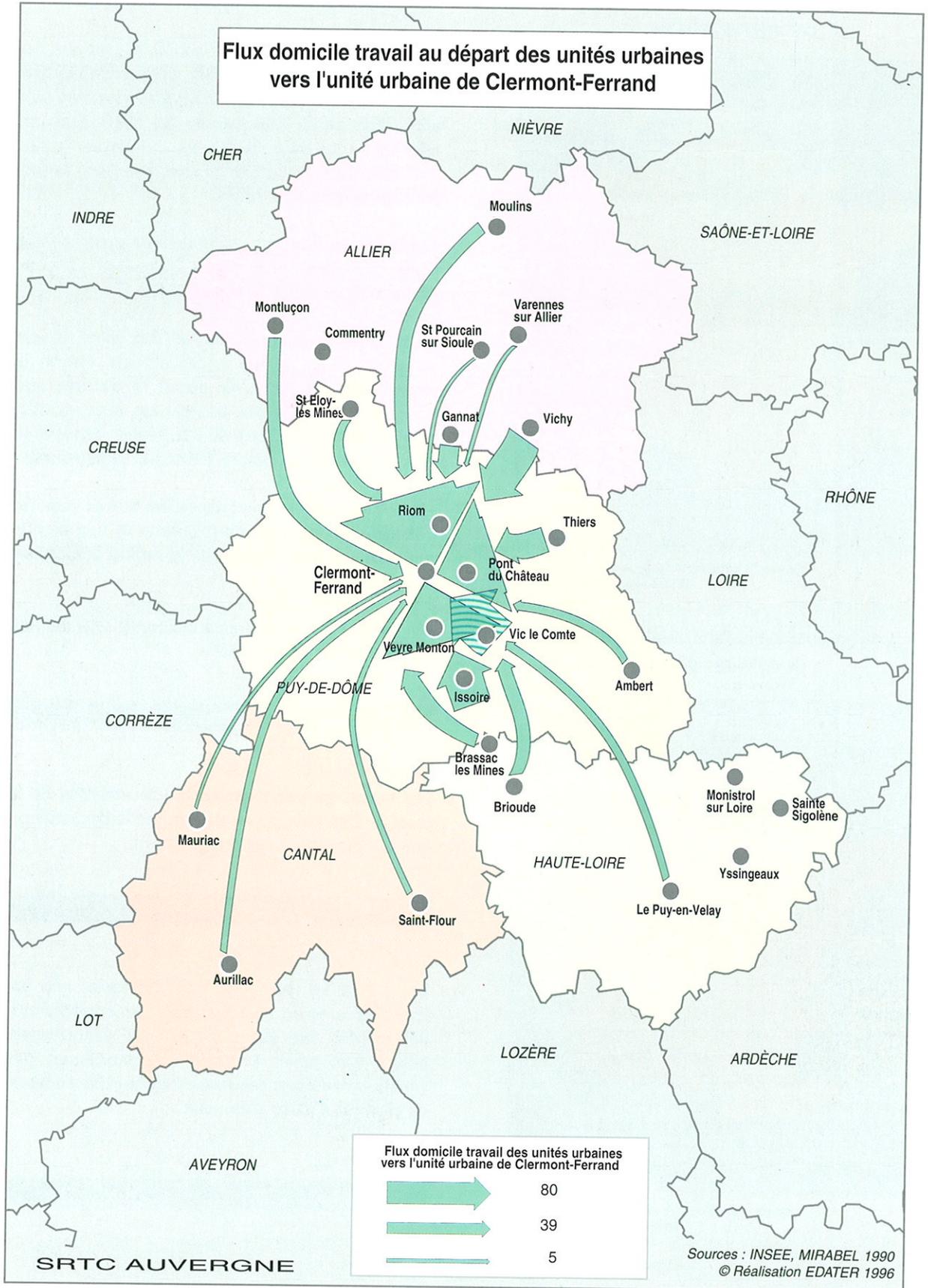
Les cartes en «oursins» sont une variation de la carte en flux mais qui ne traduit que le lien entre un point origine et un point destination.

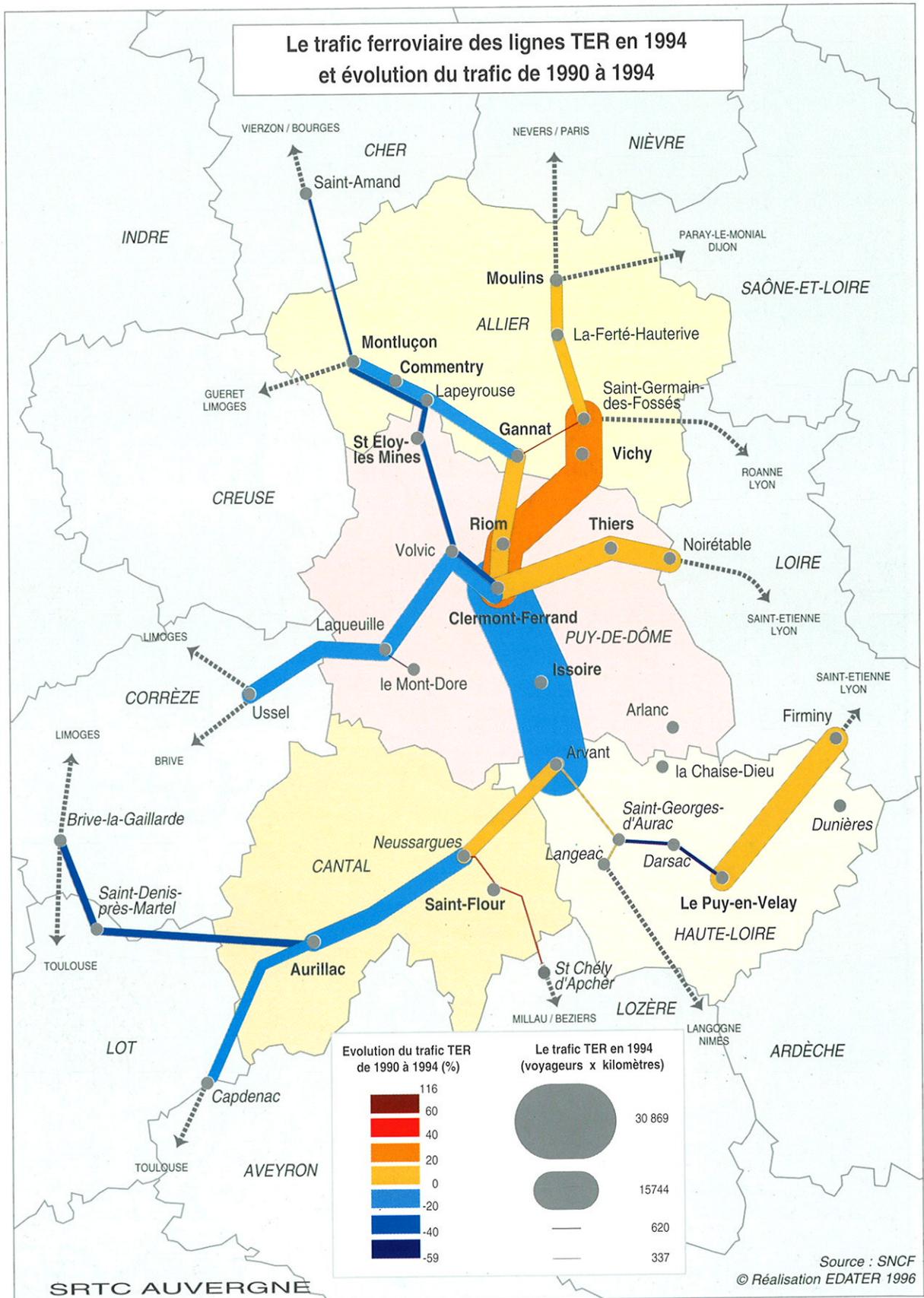
Voir carte page 60

Les cartes en isovaleurs sont des cartes qui, par interpolation de valeurs semblables ou approchantes, déterminent des zones homogènes généralement autour d'un point. La carte d'isochrones est une variation traduisant des zones d'égale accès en temps de parcours à partir d'un point.

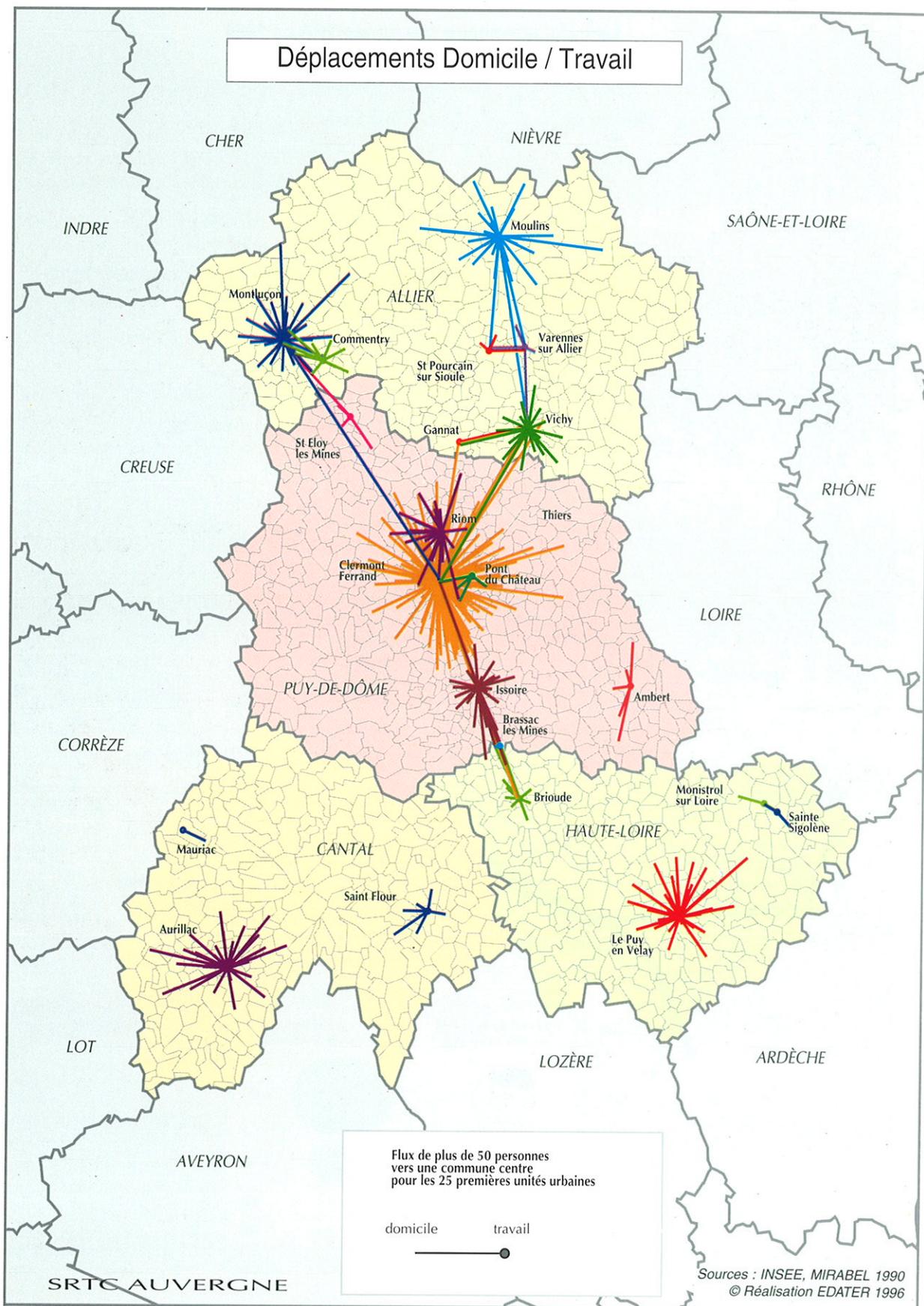
Voir carte page 61

Cartes en flux

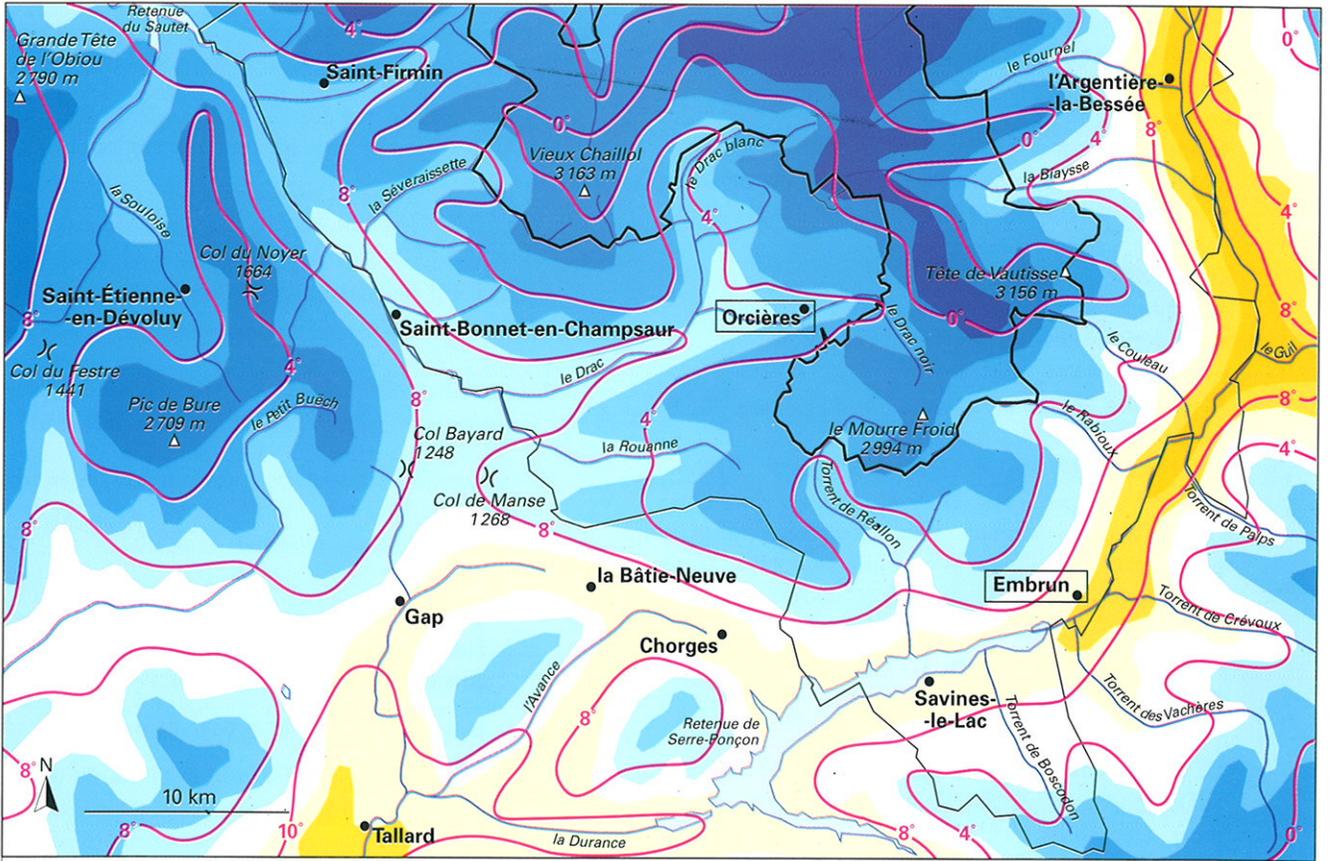




Carte en «oursins»



Carte en isovaleurs



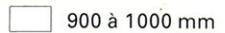
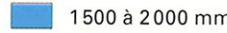
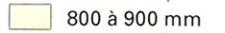
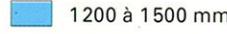
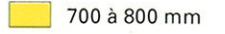
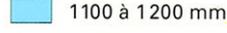
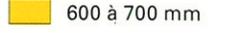
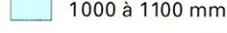
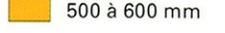
Précipitations et températures

Températures

— Isothermes 0, 4, 8 et 10°C

Source : Météo France, centres départementaux de l'Isère et des Hautes-Alpes ; CNRS, carton pluviothermique de la carte de la végétation de la France, 1964

Hauturs de précipitations (moyennes annuelles)

 2 000 mm et plus	 900 à 1000 mm
 1 500 à 2 000 mm	 800 à 900 mm
 1 200 à 1 500 mm	 700 à 800 mm
 1 100 à 1 200 mm	 600 à 700 mm
 1 000 à 1 100 mm	 500 à 600 mm

■ Adapter ses outils aux objectifs cartographiques

■ La chaîne de traitement des logiciels de cartographie

Les SIG n'étant pas nécessairement les outils les plus adéquats en termes de représentation cartographique, on complète alors les fonctions du SIG avec celles des outils de DAO (Dessin Assisté par Ordinateur).

Chaque outil est spécialisé dans un segment de fonctionnalités. Il est souvent plus rapide de les combiner plutôt que de chercher à tout faire avec un seul outil.

Il ne s'agit pas toujours de choisir entre SIG et DAO, mais plutôt d'utiliser les deux univers techniques afin de bénéficier des intérêts de l'un et de l'autre.

Ainsi, une solution mixte assure aujourd'hui le meilleur rendement depuis les étapes de collecte et de structuration de l'information (souvent dévolues aux SIG, surtout pour de gros volumes d'informations) jusqu'au meilleur rendu cartographique et la préparation pour l'impression professionnelle (mieux gérés dans les logiciels de DAO) (cf. infra).

Adapter la chaîne de traitement à ses objectifs

Le choix d'une chaîne de traitement n'a de sens que par rapport aux spécifications des documents à produire. C'est donc essentiellement la bonne connaissance du besoin exprimé sous la forme de plusieurs critères qui permettra de déterminer si la mise en place d'une chaîne de traitement mixte SIG-DAO est intéressante, voire indispensable.

Parmi les multiples critères à analyser, on peut par exemple :

- estimer la fréquence de mise à jour et de manipulation des données constituant la carte ;
- définir le niveau de qualité de rendu attendu (carte de travail, carte de rapport, carte à publier) ;
- apprécier la complexité de la carte (nombres de figurés, complexité des superpositions, etc.) ;
- estimer le besoin de reproduction en nombre, et donc de procédés d'impression professionnelle, etc.

Ainsi, il est indispensable d'estimer son besoin pour choisir une réponse technique appropriée.

1. Cartographier dans le SIG (hors modules optionnels spécifiques de cartographie)

La première solution consiste à effectuer la totalité de la carte dans le SIG en utilisant des fonctions propres aux différents logiciels.

Avantages :

- mobilisation d'un seul logiciel (rapidité, concentration du savoir-faire) ;
- non modification de la base de données ;
- possibilité de mise à jour en direct de la carte (y compris de sa légende) en fonction de l'évolution des données contenues dans le SIG ;
- possibilité d'automatiser la production pour les cartes en grand nombre.

Inconvénients :

- limitation des possibilités de sémiologie graphique (trames, symboles, couleurs) ;

Type de chaîne de traitement cartographique	Capitalisation d'information	Préparation de données pour la cartographie	Possibilités de traitement et d'analyse spatiale	Possibilités de rendu cartographique	Passage vers l'impression
DAO seul	—	—	—	+++	+++
SIG bureautique seul	+	++	++	+	—
SIG	+++	+++	+++	++	+
Solution mixte SIG + DAO	+++	+++	+++	+++	+++

- difficultés à gérer les zooms cartographiques ;
- placement des noms approximatifs ;
- absence des formats graphiques propres à l'impression professionnelle (pour la plupart des SIG bureautiques) ;
- manque de flexibilité d'habillage graphique (notamment la légende et plus généralement la mise en page).

Cette solution est à privilégier pour les cartes de travail ou de rapport, ou dans le cas de cartes répétitives ne nécessitant pas de mise en forme sophistiquée (carte de porter à connaissance par exemple).

2. Cartographier dans le SIG et finaliser la carte dans un logiciel de DAO

La seconde solution consiste à réaliser une partie du traitement cartographique dans le SIG et à finaliser certains éléments en utilisant les fonctions de la DAO.

Avantages :

- possibilités de réaliser des cartes automatiques (analyses thématiques) à partir des données contenues dans le SIG avant basculement en format DAO ;

- possibilités d'amélioration de l'habillage graphique et/ou reprise de la légende par exemple ;
- possibilités d'incorporer les cartes dans d'autres logiciels de PAO (Publication Assistée par Ordinateur).

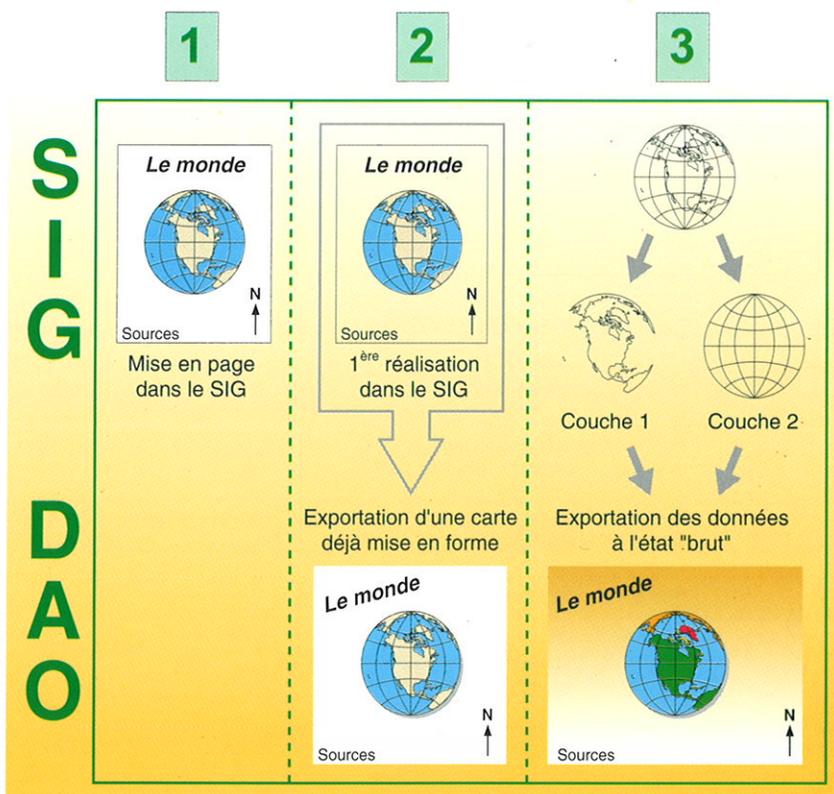
Inconvénients :

- limitation dans le transfert de certains éléments (trames par exemple) ;
- lourdeur des fichiers graphiques créés dans le SIG et basculés dans le logiciel de DAO ;
- gestion approximative des fonds raster (et éventuellement problème de recalage raster/vecteur).

Cette solution est à privilégier dans le cas de cartes nécessitant un traitement automatisé des données (cartes statistiques ou présentant un grand nombre de classes de valeurs - occupation du sol par exemple) et pour lesquelles on souhaite reprendre une présentation et une mise en page améliorées.

3. Structurer les données dans le SIG, les extraire et cartographier dans un logiciel de DAO

Cette troisième solution qui recourt uniquement au logiciel de DAO pour la mise en forme des cartes (le SIG ayant été sollicité pour organiser l'information) est une solution extrême.



Avantages :

- utiliser directement les possibilités de représentation élargies disponibles dans la DAO ;
- organiser l'information directement en fonction de la représentation cartographique.

Inconvénients :

- en général, coupure du lien avec la base de données ;
- caractère «fastidieux» de certaines mises en forme non automatisées ;
- difficulté à rebasculer les améliorations vers le SIG.

Ce type de solution est utilisé pour des cartes dont on sait qu'elles nécessitent un traitement cartographique poussé à partir d'une information complexe ou qu'elles sont destinées à une diffusion à grand tirage nécessitant une mise en forme directement compatible avec une chaîne de traitement d'impression professionnelle.

Le développement de modules additionnels à certains logiciels de DAO permet d'importer et d'exporter des données directement au format des principaux SIG du marché. Une telle solution a principalement comme intérêt de permettre de sauvegarder le lien avec la base de données associée aux objets graphiques (sous réserve de ne pas modifier les objets graphiques importés... ce qui est rarement le cas dès que l'on travaille à l'amélioration graphique).

Les techniques de passage des logiciels SIG vers la DAO et leurs contraintes dépassent l'objectif de ce guide et on pourra se reporter par exemple à la fiche technique «SIG et DAO» réalisée dans le document Production Cartographique des DIREN (cf. bibliographie).

■ Faire une carte destinée à l'impression professionnelle

À l'heure de la multiplication et de la généralisation des moyens de communication, l'utilisateur de logiciels de cartographie est naturellement confronté à la chaîne d'impression professionnelle. La carte devient polyvalente, tout à la fois outil de travail, objet de démonstration, outil de visualisation spatiale et support de communication.

Aujourd'hui, une carte alimente un grand nombre de documents qu'on pourrait rassembler schématiquement en trois grandes catégories :

- les rapports dupliqués ;
- les documents imprimés ;
- les documents insérés dans des plaquettes de communication.

Les deux derniers types de documents, lorsqu'ils font l'objet d'une diffusion élargie, doivent passer par la chaîne d'impression professionnelle.

Le recours à une chaîne de traitement de ce type engendre un certain nombre de contraintes liées à la complexité du procédé.

Tableau récapitulatif des contraintes de la chaîne d'impression professionnelle

Fichier bitmap	Scannérisation professionnelle, format TIFF, résolution à 300 dpi minimum, séparation quadrichromique des couleurs
Fichier vectoriel	Séparation quadrichromique des couleurs, organisation en calques, exportation en EPS
Objet vectoriel	Contrôle de la taille (nombre de points nodaux) et de la complexité (effets spéciaux)
Police	Police de type vectoriel, limitation du nombre de polices à 2 ou 3 maximum par document, téléchargement dans le fichier EPS
Mise en page	Décomposition en cahier couverture et cahier interne, délimitation des traits de coupe, fond perdu (facultatif)
Validation	Bon à Tirer, épreuve de contrôle
Flashage	Format du document, vérification des films
Impression	Format et pliage du document

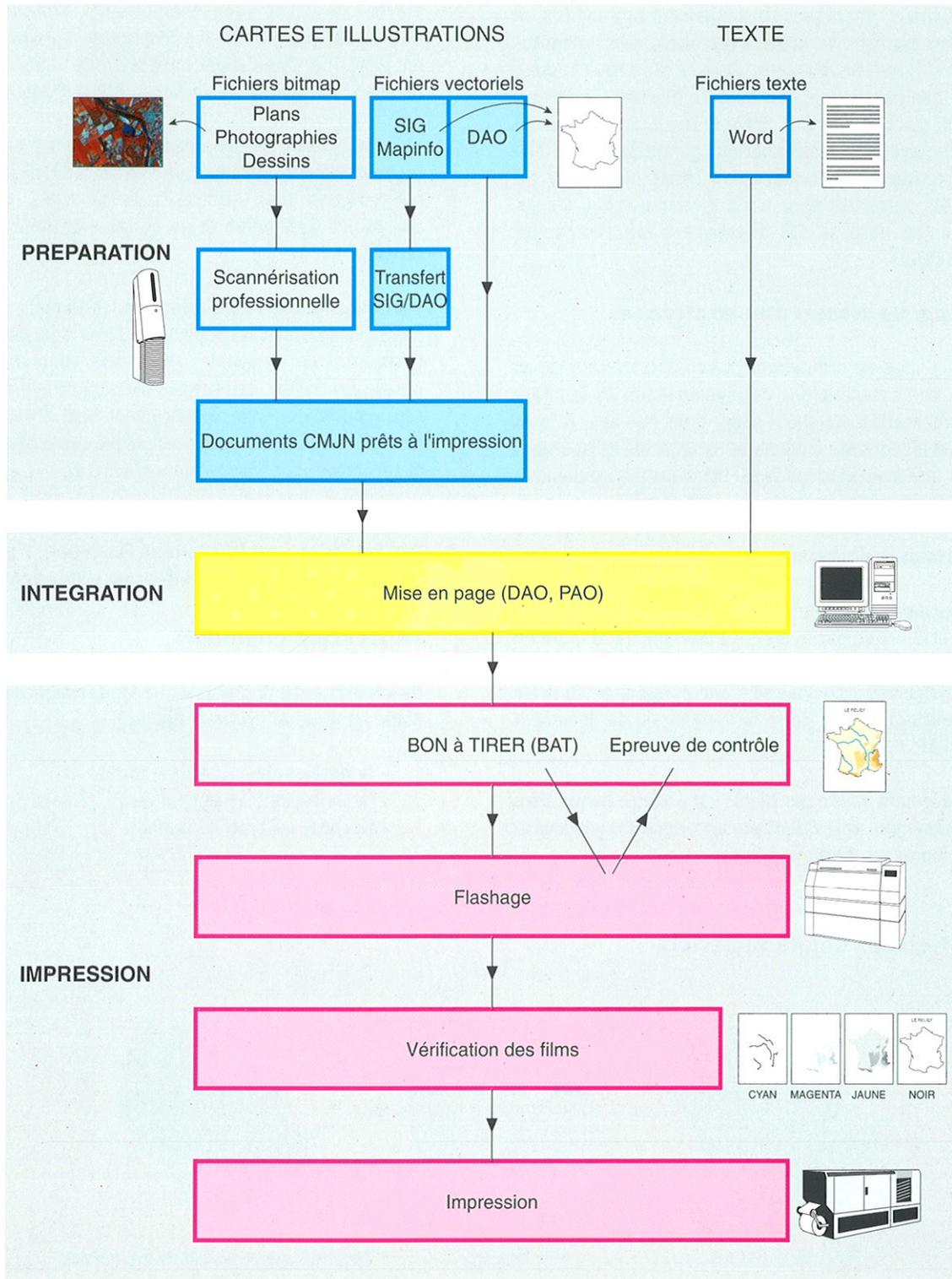
Le processus de la chaîne d'impression

REPARTITION DES RESPONSABILITES :

■ Cartographe

■ Maquettiste

■ Imprimeur



Préparer les données

On sépare traditionnellement la matière première d'un document en deux grandes familles : les fichiers graphiques (cartes et illustrations diverses) et les fichiers texte.

Les fichiers graphiques se subdivisent eux-mêmes en fichiers bitmap* et fichiers vectoriels dont le traitement diffère sensiblement. Dans le cadre de l'impression professionnelle, les fichiers bitmap (photographies, plans, dessins...) doivent être scannés chez un photographeur professionnel qui garantira leur bonne intégration dans le document final alors que les fichiers vectoriels sont issus principalement d'environnement DAO ou SIG directement réalisés par les utilisateurs.

Intégrer les données dans un document

Cette phase est ordinairement consacrée à la mise en page de l'ensemble des documents issus de la phase de préparation. Lorsqu'il s'agit d'un ouvrage, le gros du travail consiste à placer le texte et les illustrations dans une maquette fabriquée dans un environnement PAO (Publication Assistée par Ordinateur).

Imprimer le document

Le document dans son aspect final avant impression doit être validé par le maître d'ouvrage qui délivre un Bon à Tirer (BAT). L'exemplaire pour validation est généralement accompagné d'une épreuve de contrôle couleur qui permet de se faire une idée du document imprimé.

Le document validé par le BAT est ensuite flashé dans son ensemble et les films produits sont soumis à vérification avant d'être imprimés.

Quelques points clés de la chaîne d'impression professionnelle

La photogravure

En édition professionnelle, on fait appel à un photographeur spécialisé pour reproduire des photographies ou des dessins afin de les incorporer dans une mise en page. Le choix d'un professionnel répond à un impératif de qualité et de faisabilité technique.

La numérisation de ces documents se fait à l'aide de scanners haut de gamme (scanners à tambour rotatif) qui analysent leur surface, ligne par ligne, grâce à une source de lumière et un système optique photosensible.

Pour des travaux véritablement professionnels, le photographeur fournit directement des fichiers bitmap TIFF-CMJN bruts ou retravaillés (recadrage, couleurs, luminosité, contraste). Ces fichiers peuvent être incorporés sans modification dans le document final et faire l'objet d'une séparation quadrichromique (voir détails sur la séparation quadrichromique plus loin).

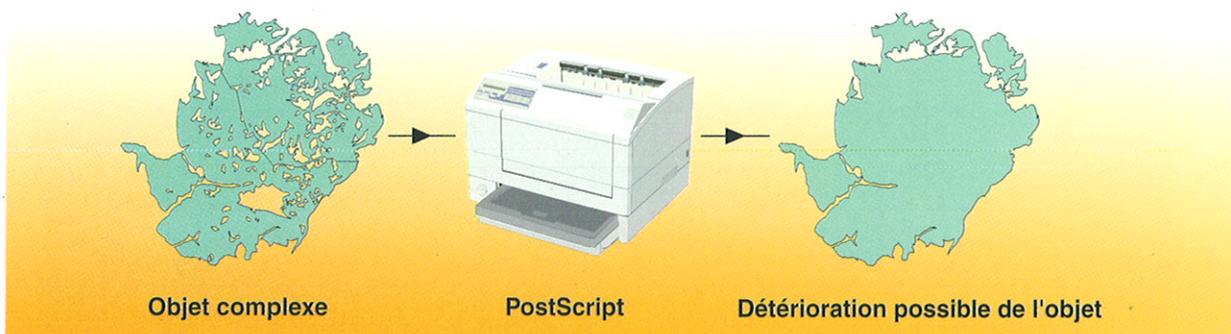
La résolution de ces documents (exprimée en DPI - Dot Per Inche - ou PPP - Point Par Pouce, 1 pouce = 25,4 mm) ne doit pas être inférieure à 300 ou 400 DPI.

La création graphique

On distingue trois points-clé à traiter dans l'optique d'une impression professionnelle :

- la gestion des objets vectoriels ;
- le traitement de la couleur ;
- le choix du type de polices.

Gestion des objets vectoriels



► Bien gérer les objets vectoriels

Les objets vectoriels que l'on dessine dans les logiciels ad hoc sont constitués de points nodaux. Si l'on dessine des objets trop complexes (trop de points nodaux, combinaison d'un trop grand nombre de polygones), des problèmes d'impression risquent de se produire (objets absents ou incomplets).

Les nouvelles versions de langage PostScript (voir l'exportation en EPS plus loin) pallient ce problème dans une certaine mesure, mais il faut veiller cependant à garder la maîtrise de sa création graphique en contrôlant la nature et le nombre d'objets que l'on crée, que ce soit directement ou à l'aide des filtres de transformation.

Pour organiser rationnellement son travail, surtout dans le domaine de la cartographie où le nombre d'objets graphiques à traiter devient rapidement très important, il est fortement conseillé d'avoir recours aux calques qui permettent de ranger, en les superposant méthodiquement, les différentes sortes d'objets. On peut très bien dès lors décomposer les éléments d'une carte sur 50 calques différents en réservant chaque calque pour un type d'objet bien précis. Cette méthode présente en outre l'avantage de pouvoir retrouver rapidement un objet qui poserait problème lors de l'impression.

► Maîtriser le traitement de la couleur

Le traitement de la couleur découle directement du processus d'impression professionnelle OFFSET (voir plus loin les points sur le flashage et la production de films quadrichromiques). Lors du flashage, les couleurs utilisées dans un fichier bitmap ou vectoriel sont séparées afin de produire un film de chaque couleur correspondant à une encre d'imprimerie.

La séparation des couleurs peut se faire de deux manières différentes : la séparation en tons directs ou la séparation en quadrichromie.

► La séparation en tons directs

La séparation en tons directs signifie que les couleurs utilisées dans une illustration seront reproduites à l'identique lors de l'impression par les encres d'imprimerie correspondantes. Un échantillon très vaste de couleurs est donc référencé (il existe des catalogues de couleurs référencées, comme la norme Pantone) et chaque couleur correspond à une encre spécifique pure fabriquée à partir du même dosage de pigments.

Avantages :

- Très grande fidélité des couleurs : la couleur que l'on aura choisie à partir d'un nuancier sera exactement la même (ou presque) sur le papier.
- Les couleurs sont interchangeableables : comme le film correspond à une seule couleur, on peut tout à fait modifier la couleur au dernier moment en demandant à l'imprimeur de remplacer la couleur S 137-1 par la couleur S 137-2 par exemple.

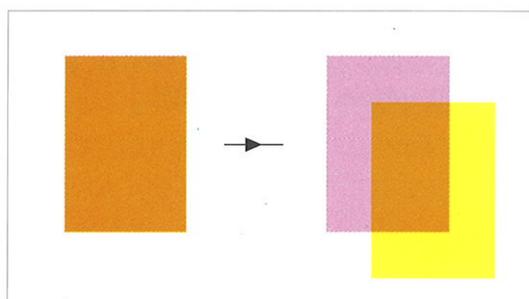
Inconvénients :

- Compte tenu du coût de production des films et de l'impression, la séparation en tons directs est à utiliser avec modération. Au-delà de trois films de couleur, plus le film du noir (l'encre noire est pratiquement toujours utilisée dans une illustration), la séparation n'est plus rentable par rapport à la quadrichromie.
- La séparation en tons directs ne convient pas pour des illustrations comportant un grand nombre de couleurs (c'est le cas de la cartographie pour les fichiers vectoriels, et des photographies pour les fichiers bitmap).

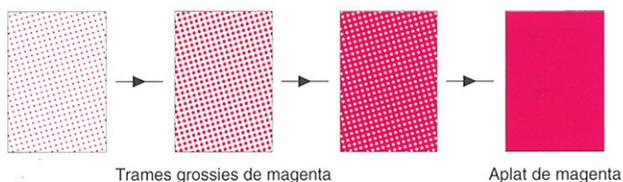
► La séparation en quadrichromie

La quadrichromie est un procédé d'imprimerie qui permet de décomposer toute la gamme des couleurs perceptibles par l'œil humain à partir des trois couleurs primaires complémentaires que sont le cyan, le magenta et le jaune, plus le noir (on utilise une encre noire pure, sachant que la combinaison des trois premières couleurs ne produit qu'une couleur noire délavée très peu satisfaisante). C'est le modèle CMJN (Cyan, Magenta, Jaune, Noir).

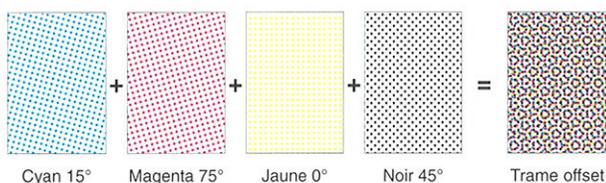
Le rendu d'une couleur spécifique, un orange par exemple, est produit par la combinaison du magenta (à hauteur de 30% de la couleur pure) et du jaune (à hauteur de 80% de la couleur pure).



La variation d'intensité de la couleur est obtenue par l'utilisation d'une trame : plus la trame sera serrée, plus la couleur sera foncée, jusqu'à ce que la trame disparaisse et laisse la place à un aplat lorsqu'on utilise une couleur à 100% (un magenta pur, par exemple).



Techniquement, chacune des 4 couleurs quadrichromiques (on admet que le noir est une couleur) a sa propre orientation de trame - gérée automatiquement par votre logiciel - pour éviter les effets de moirage (reflets changeants très désagréables à regarder, dus à la superposition de trames orientées dans la même direction). En règle générale le cyan à une trame orientée à 15°, le magenta à 75°, le jaune à 0° et le noir à 45°.



Avantages :

- Quelle que soit la complexité d'une illustration en terme de couleur, le modèle CMJN permet son impression à condition que les éléments vectoriels ou bitmap soient codés correctement ;
- La séparation quadrichromique est le système d'impression professionnelle haut de gamme le moins coûteux (4 films utilisés).

Inconvénients :

- Le rendu des couleurs est moins bon qu'en tons directs puisqu'il s'agit d'une combinaison de trames qui donne simplement l'illusion d'un aplac de couleur (l'aplac véritable n'existe que quand l'une des couleurs CMJN est utilisée à 100%) ;
- La stabilité des couleurs n'est pas garantie à 100%, les variations étant dues principalement aux interactions entre les différentes encres.

Avant d'envoyer un document à flasher, il faut vérifier que les fichiers vectoriels et bitmap qui ont été intégrés dans la mise en page soient bien présents dans l'envoi et qu'ils soient tous codés en CMJN.

► Choisir le bon type de polices

Seules les polices vectorielles doivent être utilisées en matière d'impression professionnelle. Les polices bitmap (elles sont formées d'un amas de pixels représentant le mieux possible le dessin du caractère), qui tendent à disparaître, ont un rendu trop médiocre à l'impression (effets d'escalier) pour être retenues.

► L'exportation en EPS (Encapsulated PostScript)

Aujourd'hui, le flashage de films destinés à une presse OFFSET requiert obligatoirement l'exportation en langage PostScript pour tout document informatique.

Le PostScript est un langage de description de page graphique qui rassemble toutes les informations pour l'impression d'un document. Il décrit chaque objet (taille, forme, couleur) et indique sa position dans la page.

Avantages :

- c'est le standard mondial en DAO et PAO sur tout système ;
- il assure la gestion des polices vectorielles ;
- il permet la séparation des couleurs ;
- il est extrêmement fiable.

Inconvénients :

- les fichiers au format EPS sont très lourds (beaucoup de pages de description) ;
- ils sont, de ce fait, lents à traiter lors du flashage ou d'une impression sur une imprimante PostScript ;
- c'est un format inconnu (ou presque) des SIG bureautiques.

► Le flashage

En quadrichromie, une flasheuse produit 4 films noir et blanc représentant respectivement les composantes cyan, magenta, jaune et noir de tous les éléments du document.

Les films, généralement en polyester, sont extrêmement résistants aux déformations, même à haute température : la stabilité de l'illustration est donc très bonne.

Le flashage est une étape primordiale dans la chaîne d'impression professionnelle. Compte tenu des spécificités de la cartographie (grands formats, complexité graphique, taille des fichiers, contraintes de qualité de rendu), il faut s'adresser à un prestataire à même de prendre en compte tous ces paramètres.

► Les épreuves de contrôle

Lorsqu'un document est prêt à l'impression et qu'intervient la phase du BAT (voir le schéma fonctionnel plus haut), il est souvent nécessaire de produire une épreuve de contrôle d'une partie du document pour valider son aspect final. C'est le flasheur qui assure en principe cette prestation.

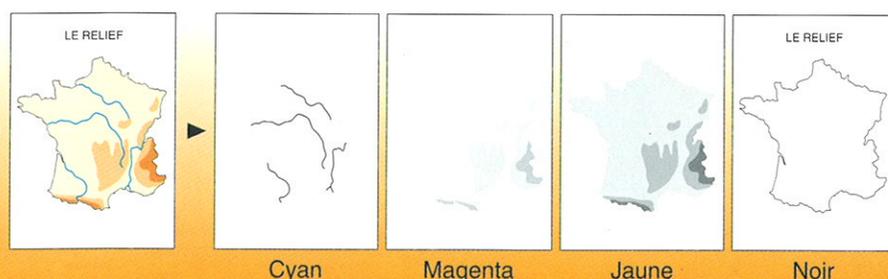
L'épreuve de contrôle type est le cromalin : c'est une épreuve photographique analogique obtenue à partir des 4 films CMJN, tramée exactement comme sera la sortie imprimée finale.

► L'impression

Les films quadrichromiques livrés par le flasheur sont le plus souvent assemblés par l'imprimeur pour optimiser la surface de papier utilisé (les rouleaux de papier des presses OFFSET sont souvent de grande taille).

Avant d'être confiés à l'imprimeur, les films doivent impérativement faire l'objet d'une vérification approfondie. Le contrôle des films s'effectue sur les points suivants : calage des films entre-eux, recherche de tracés suspects (problèmes PostScript), vérification des couleurs (cette opération requiert un peu d'expérience car elle s'effectue sur des films noir et blanc !).

Les grands films obtenus servent à graver des plaques OFFSET de même dimension - les typons - qui vont passer sur les différents cylindres de la presse OFFSET pour aboutir à l'impression du papier.



Les chapitres précédents ont décrit le processus de réalisation d'une carte depuis sa conception jusqu'à sa réalisation, voire son édition.

Ils ont montré à quel point des optiques différentes en termes de publics et d'objectifs, d'outils de réalisation et de choix sémiologiques permettaient de créer un nombre incalculable de cartes différentes.

Les quelques exemples de cartes présentés ici n'ont pas vocation à résumer l'ensemble des possibilités mais à rappeler à partir de thèmes, d'échelles et d'objectifs différents à quel point la diversité est un maître mot dès qu'on approche la réalisation cartographique.

Exemple 1

Synthèse de contraintes environnementales pour la réalisation d'un projet d'autoroute

Auteur	Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement de l'Ouest.
Type de carte	Cartographie de projet.
Contexte de réalisation	Etudes préliminaires à la réalisation d'un projet d'autoroute. Synthèse d'un travail important avec de nombreuses autres cartes thématiques détaillées.
Public	Techniciens, élus.
Choix cartographiques	Un fond de référence précis. La mise en avant (hiérarchie) des zones représentant les différents niveaux de contraintes (utilisation de la couleur) La superposition «discrète» des différents fuseaux permet toujours de lire les contraintes en tout point de la carte. L'utilisation d'une trame sur les variantes écartées permet de les éliminer d'emblée.
Commentaire	La carte est «efficace» : <ul style="list-style-type: none"> - la gamme de couleurs permet de montrer en vision globale que les fuseaux sont bien positionnés sur les zones à dominantes de contraintes faibles à moyennes. - le caractère «dépouillé» de la représentation autorise aussi une lecture de détail (fonction de repérage).

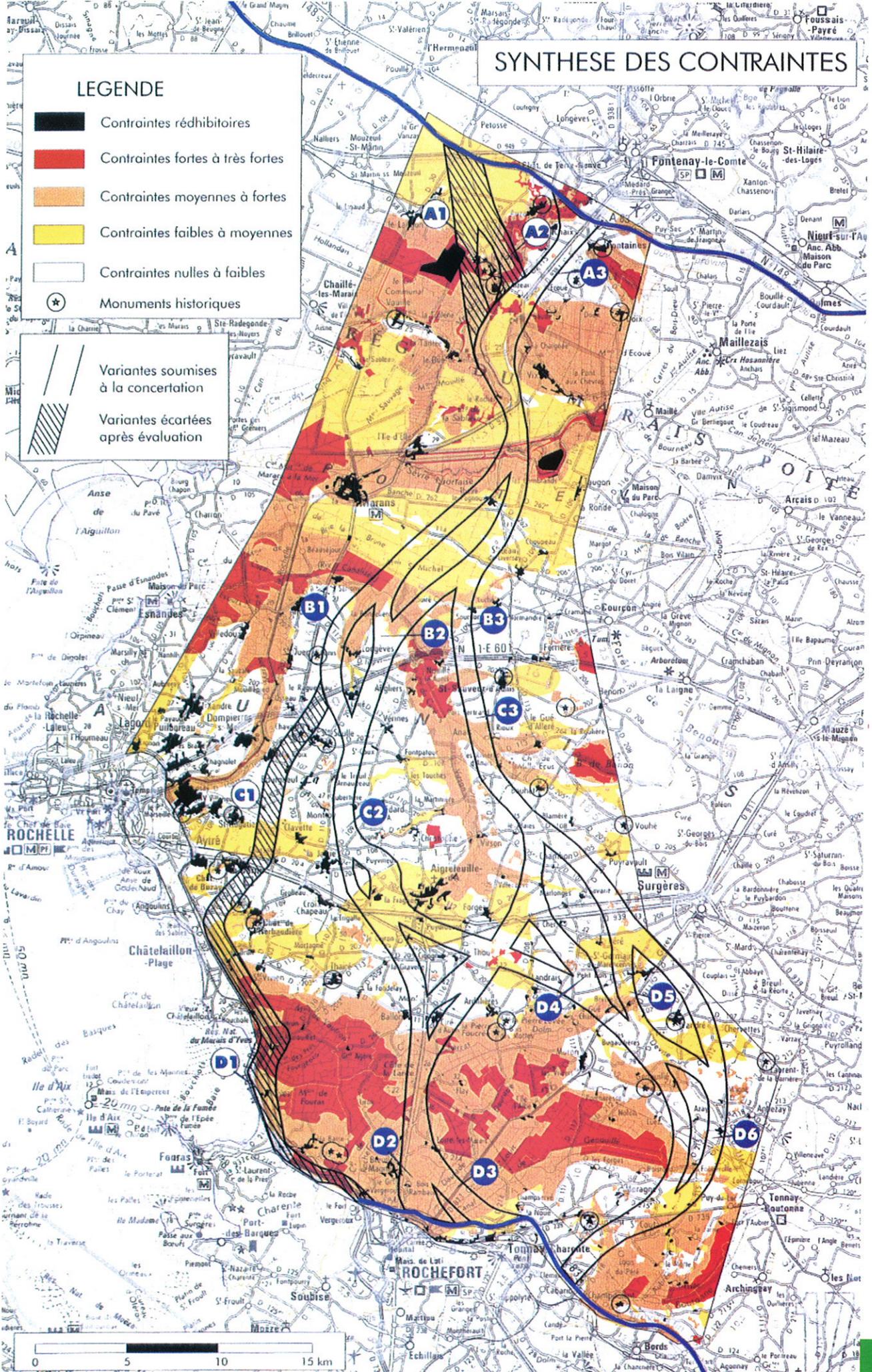
SYNTHESE DES CONTRAINTES

LEGENDE

- Contraintes rédhitoires
- Contraintes fortes à très fortes
- Contraintes moyennes à fortes
- Contraintes faibles à moyennes
- Contraintes nulles à faibles
- ★ Monuments historiques

Variantes soumises à la concertation

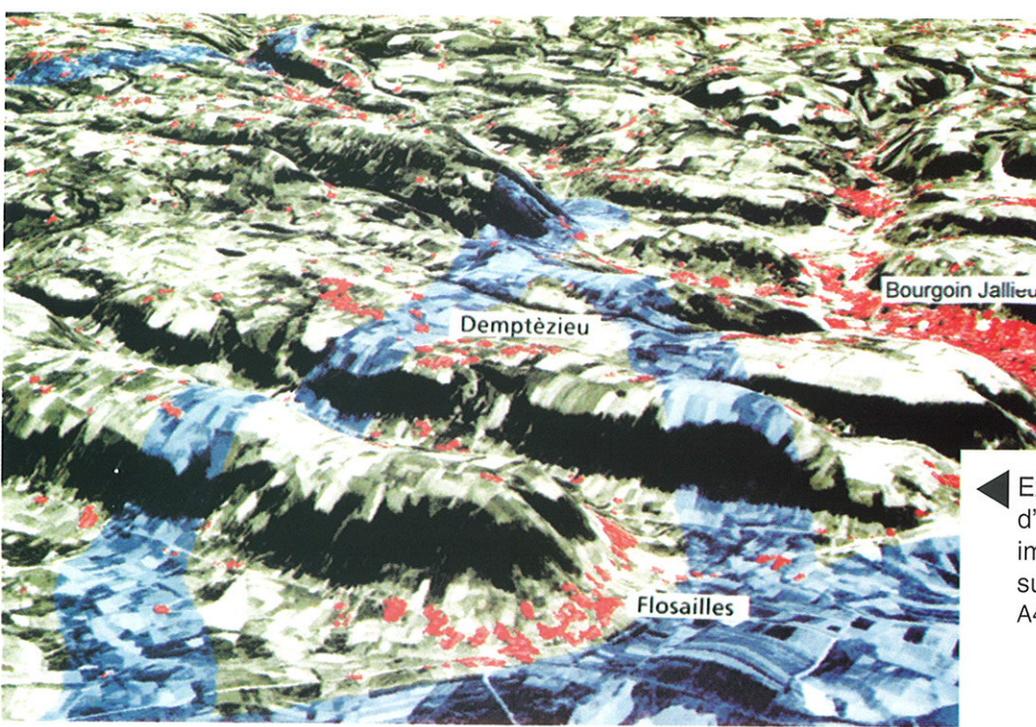
Variantes écartées après évaluation



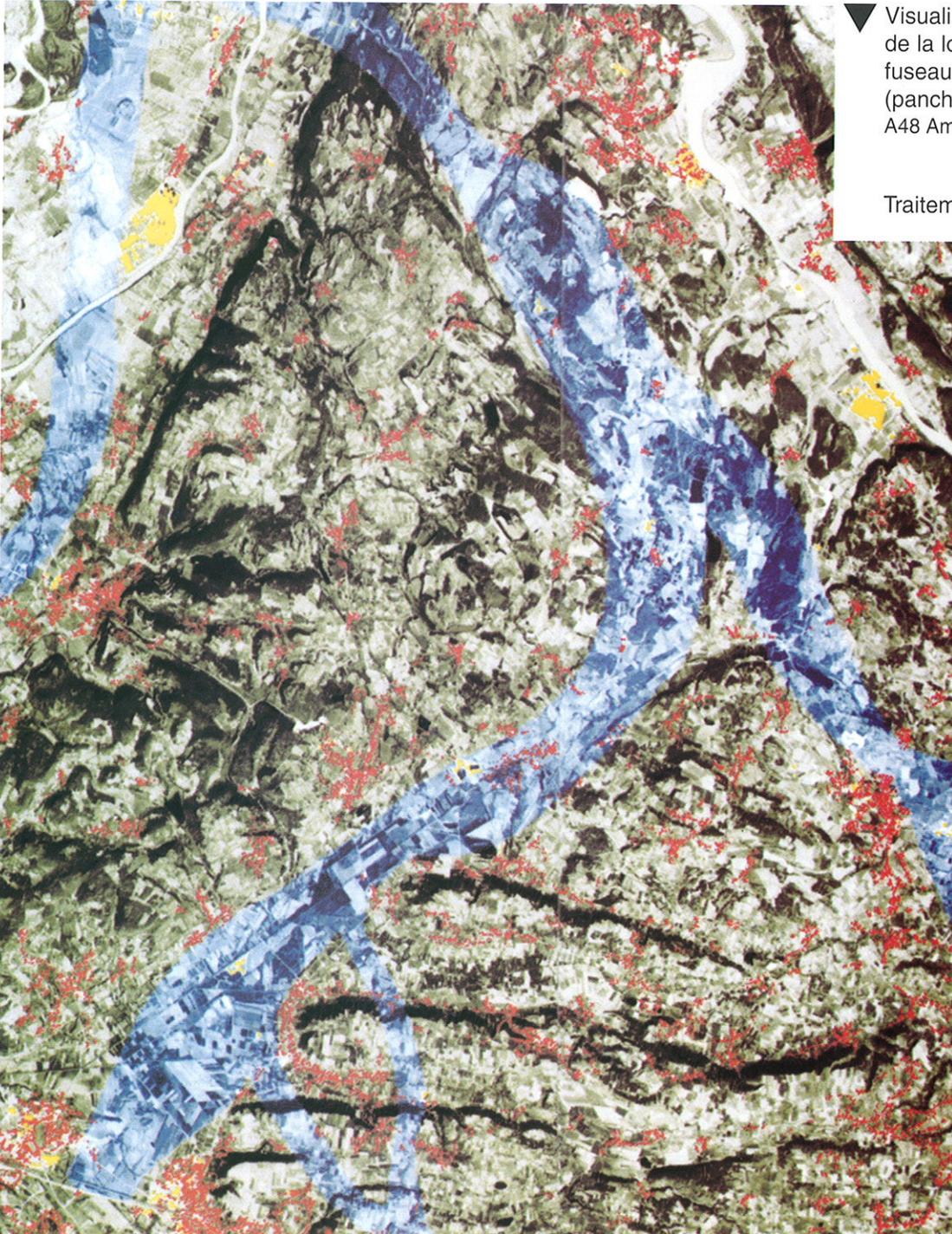
Exemple 2

Représentation en «3D» d'une zone d'étude d'un projet d'autoroute

Auteur	Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement de Lyon.
Type de carte	Cartographie de projet. Cartographie de «communication».
Contexte de réalisation	Etudes préliminaires d'avant projet autoroutier. Visualisation du paysage pour la localisation de l'infrastructure.
Public	Techniciens, élus.
Choix cartographiques	Un fond de référence de type image (SPOT) traité en noir et blanc. Les éléments contraignants comme la topographie sont visualisés avec la représentation 3D issue du drapage de l'image sur le modèle numérique de terrain. D'autres éléments contraignants comme l'urbanisation sont représentés en rouge. Les possibilités de passage en bleu visualisent les difficultés d'insertion de l'aménagement projeté.
Commentaire	<p>Même si la représentation est «déroutante» au premier abord par la nécessité de se repositionner par rapport au traitement en «3D», elle attire l'œil et suscite un intérêt évident.</p> <p>Cependant, la limite de ce type de représentation réside dans la difficulté à superposer de l'information thématique (voire même du repérage) du fait de la lourdeur même du support, ce qui en limite la portée.</p> <p>Il ne peut s'agir que d'une visualisation d'accompagnement en complément de cartes plus explicites.</p>



◀ Exemple de visualisation d'un fuseau (drapage d'une image SPOT et d'un fuseau sur un MNT).
A48 Ambérieu - Grenoble



▼ Visualisation de la localisation des fuseau sur image SPOT (panchromatique)
A48 Ambérieu - Bourgoin Jallieu

Traitements GEOIMAGE

A48 Ambérieu - Bourgoin Jallieu,
étude préliminaire, juin 1992.
Direction des Routes
CETE de Lyon

Exemple 3 

Mise en perspective d'un aménagement routier

Auteur	Direction Départementale de l'Équipement de Savoie.
Type de carte	Cartographie de projet. Cartographie de «communication».
Contexte de réalisation	Etude préliminaire pour le Dossier de Voirie d'Agglomération de Chambéry (DVA). Influence des projets sur les trafics routiers.
Public	Techniciens, élus.
Choix cartographiques	<p>Un fond de référence simplifié (sert de cadrage territorial). Une réalisation de type DAO avec une approche soignée de la toponymie et du placement des informations.</p> <p>Des choix de pictogrammes qui «égayent» la carte et lui donnent son caractère «tout public» alors même que l'information présentée est assez technique.</p>
Commentaire	<p>La carte est esthétiquement agréable même si le volume d'information est parfois à la limite de la lisibilité.</p> <p>Trois types d'informations sont donnés et difficiles à décrypter au premier abord :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les projet ; - les trafics selon les hypothèses de tracés ; - le statut des voiries concernées par le projet. <p>C'est une carte qui permet :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une lecture globale par le repositionnement du projet d'infrastructure dans son contexte géographique mais aussi d'infrastructures ; - une lecture de détail sur les chiffres de trafic par exemple. <p>A lire dans son contexte d'un dossier complet comportant environ une vingtaine de carte et l'explicitation des hypothèses A et B.</p>

Traffic 2020 simulés (VL/HPS)

2 400 Capacité théorique

2 200 Hypothèse A

2 000 Hypothèse B

3000/6000 Mise à 2x3 voies à 3000 VL/H

★ Capacité dépassée (hypothèse A)

Schéma n° 21 Contournement Ouest

Projets

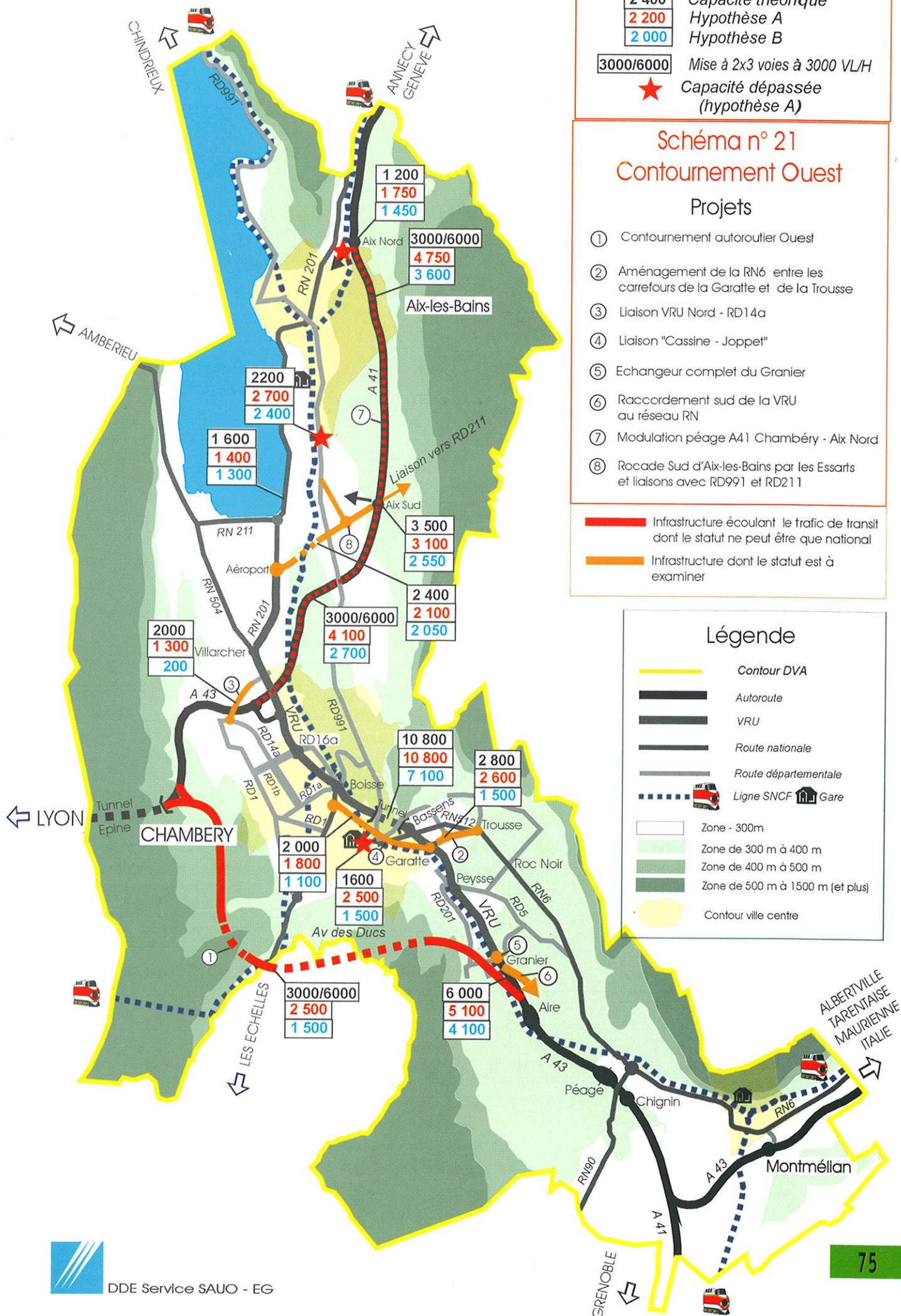
- ① Contournement autoroutier Ouest
- ② Aménagement de la RN6 entre les carrefours de la Garatte et de la Trousse
- ③ Liaison VRU Nord - RD14a
- ④ Liaison "Cassine - Joppet"
- ⑤ Echangeur complet du Granier
- ⑥ Raccordement sud de la VRU au réseau RN
- ⑦ Modulation péage A41 Chambéry - Aix Nord
- ⑧ Rociade Sud d'Aix-les-Bains par les Essarts et liaisons avec RD991 et RD211

— Infrastructure écoulant le trafic de transit dont le statut ne peut être que national

— Infrastructure dont le statut est à examiner

Légende

- Contour DVA
- Autoroute
- VRU
- Route nationale
- Route départementale
- Ligne SNCF
- Gare
- Zone - 300m
- Zone de 300 m à 400 m
- Zone de 400 m à 500 m
- Zone de 500 m à 1500 m (et plus)
- Contour ville centre



Exemple 4

Plan d'occupation des sols (extrait)

Auteur	Communauté Urbaine de Brest.
Type de carte	Cartographie réglementaire.
Contexte de réalisation	Numérisation du POS de la communauté urbaine.
Public	Techniciens, élus, pétitionnaires de permis de construire.
Choix cartographiques	<p>Un fond de référence de type cadastral permettant un repérage précis à la parcelle.</p> <p>Une sémiologie imposée par le code de l'urbanisme pour les zonages et secteurs du POS, mais l'utilisation de la couleur en renforcement permet de donner à la carte un attrait de lecture.</p>
Commentaire	<p>Ce type de carte est complexe par la nécessité de conserver une lisibilité maximum des informations en termes de contenu et de repérage (fonction d'opposabilité au tiers du document).</p> <p>L'ajout de la couleur permet d'améliorer sensiblement la lecture d'un volume important d'informations.</p>



POS

Commune urbaine
BREST

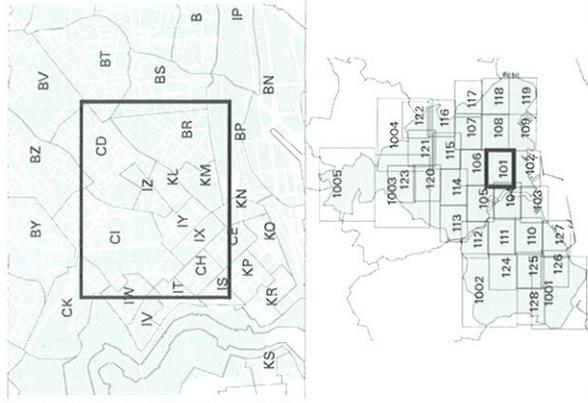
Departement Urbanisme-Dir.Developpement Urbanisation

PLAN D'OCCUPATION DES SOLS

— Plan n° 1 —

ZONAGE

POS révisé le 20/01/1995, mis à jour le 28/02/1996 et le 3/04/1998
et modifié le 7/07/1997, le 29/03/1999 et le 11/10/1999.



Commune

BREST

Plan

101

Echelle : 1 / 2000

Copyright Cadastre
Droits de l'Etat réservés

Réalisation CUB/Serv.Domaines Localisées. - Novembre 99-1

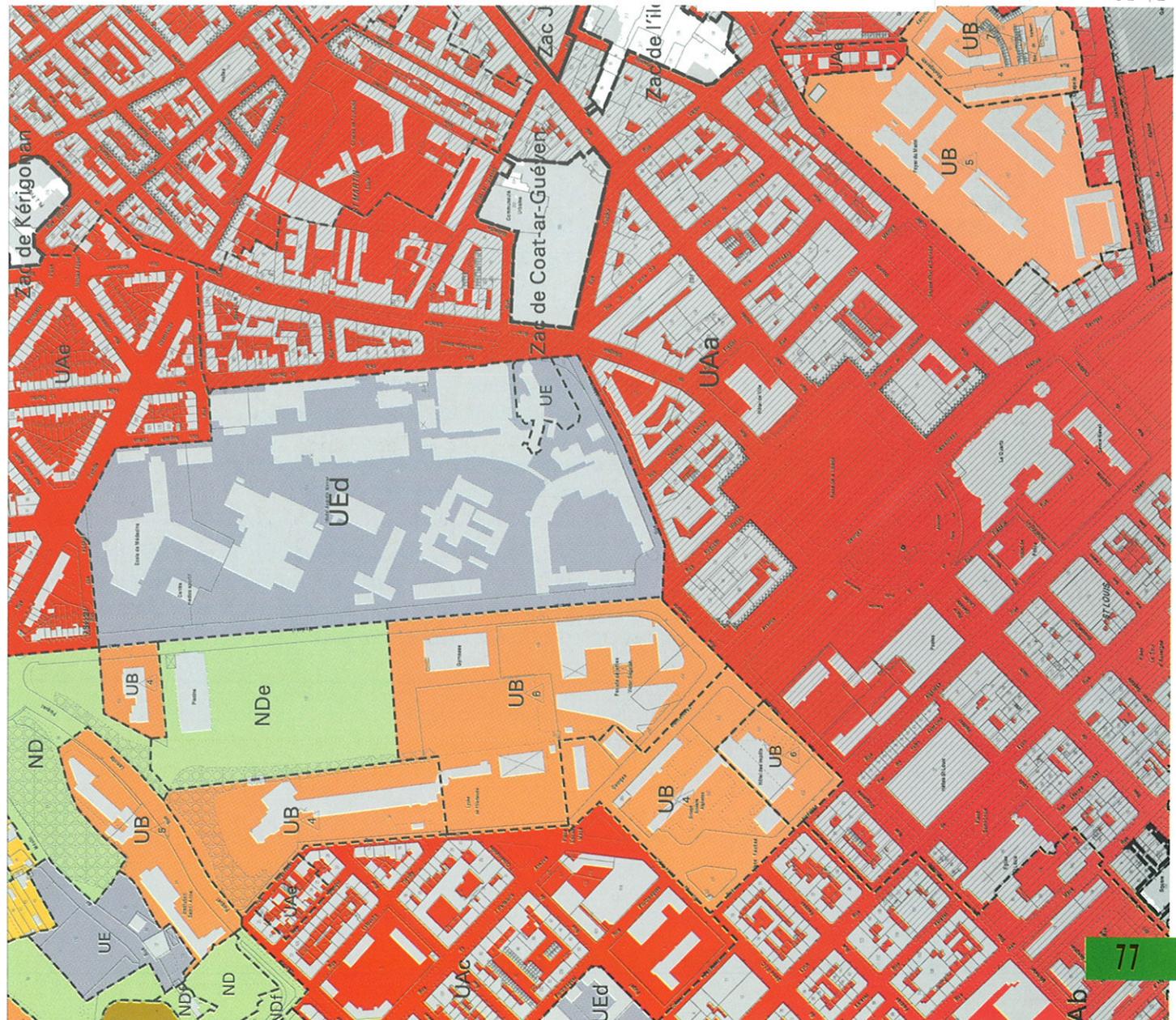
- Limite communale
- Limite entre deux Zones
- ZAC sans PAZ
- ZAC avec PAZ approuvé
- Chemin existant à conserver
- Chemin à créer
- Servitude de passage piéton
- Chemin à ouvrir au public
- Non accès sur voie
- Règle architecturale particulière
- Reculement

- Espace boisé classé
- Emplacement réservé
- Commerce incité
- Commerce limité
- Voisinage de cimetières (INTI)
- Lotissement
- Eau : rivière, étang, bassin,...
- ND - Site à protéger
- NDs - Espace littoral remarquable
- NC - Zone de richesse naturelle
- NAh - Urbanisation future à vocation d'habitat
- NAI - Urbanisation future à vocation d'activité
- 3NA - Urbanisation à long terme
- UE - Activités
- UA - Zone urbaine fortement agglomérée
- UB - Zone d'habitat collectif
- UC - Zone d'habitat individuel
- UD - Domaine public des Armées
- ZAC - Zone d'aménagement concerté
- UF - Domaine public ferroviaire



Protection des eaux (cageage)

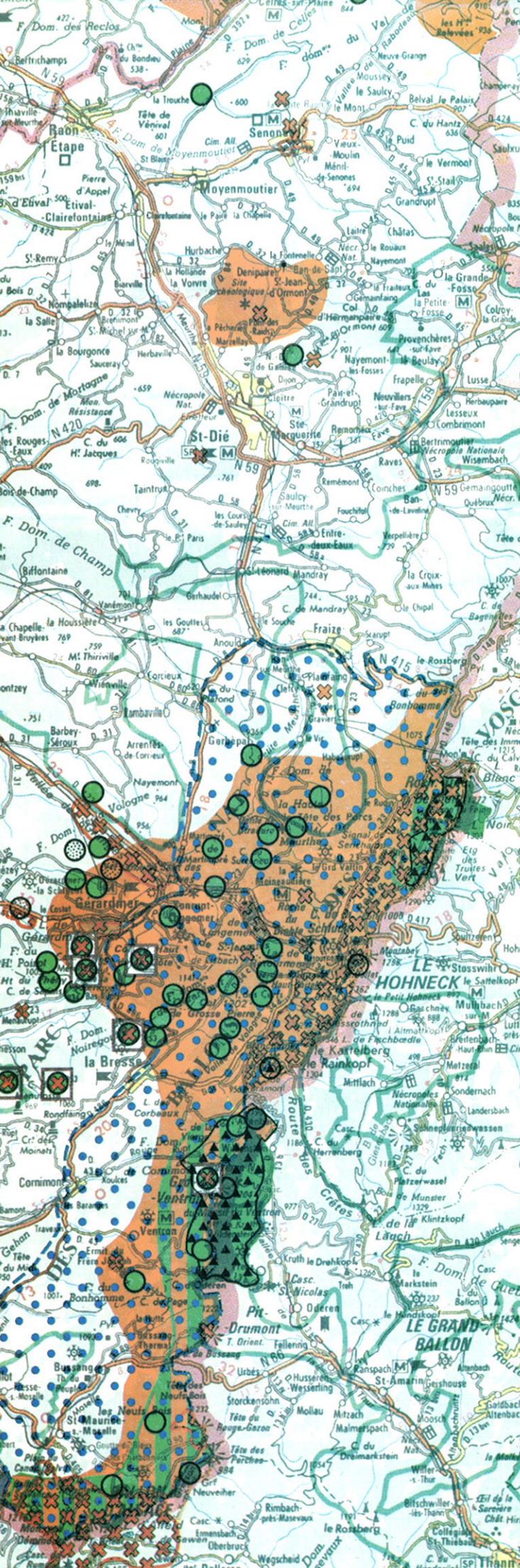
Géologie défavorable à l'assainissement individuel



Exemple 5

Inventaire et de protection du milieu naturel (extrait)

Auteur	Direction Régionale de l'Environnement Alsace.
Type de carte	Cartographie d'inventaire. Cartographie de «communication».
Contexte de réalisation	Il s'agit d'une carte de valorisation d'informations administratives et techniques ayant fait l'objet d'un tirage de type «grand public» au format d'une carte IGN.
Public	Technicien et grand public.
Choix cartographiques	Un fond de référence de type IGN (scan 250) permet d'assurer un repérage de localisation.
	Le contour des zones est suffisamment généralisé pour ne pas permettre d'interprétation précise à cette échelle. Les superpositions complexes de différents types d'objets (point, lignes, surfaces) ont nécessité un important travail de hiérarchisation sémantique et sémiologique. Une légende détaillée permet aux non-spécialistes de comprendre la nomenclature utilisée.
Commentaire	Une carte particulière du fait de sa production professionnelle qui constitue une «archive spatialisée» de grande qualité tout en permettant de visualiser des zones à fort intérêt patrimonial et donc d'inciter des publics non-spécialistes à la découverte.



(1) Z.N.I.E.F.F. - Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique : - de type I

- de type II

(2) Z.I.C.O. - Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux

(3) R.N. - Réserve Naturelle Nationale

(4) Autre milieu naturel faisant l'objet d'une mesure de protection

(5) Zone naturelle faisant l'objet d'une gestion spécifique

(6) Secteur de sensibilité paysagère particulière

(7) Site classé ou inscrit

(1) Zone recensée dans le cadre d'un inventaire des milieux naturels remarquables d'intérêt national ou régional. Ce recensement réalisé depuis 1982 fait l'objet d'une actualisation permanente. Il comporte des zones de type I de faible superficie bien circonscrite dans l'espace et des zones de type II correspondant à de vastes ensembles naturels homogènes offrant des potentialités biologiques importantes. Ces zones sont à prendre en compte dans les décisions d'aménagement du territoire ou de gestion de l'espace.

(2) Zone recensée dans le cadre d'un inventaire européen et validée au niveau national. Elles doivent être prises en compte dans les schémas d'aménagement et les grandes infrastructures.

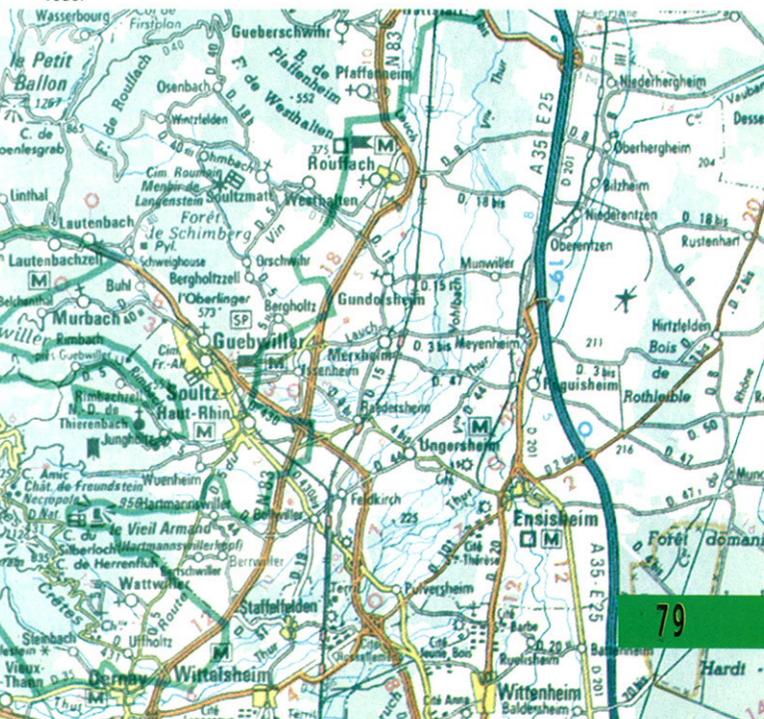
(3) Cela concerne un milieu exceptionnel reconnu d'intérêt national. Cela fait l'objet d'un règlement définissant des modalités de protection et des objectifs de gestion.

(4) Il s'agit de réserves naturelles volontaires, arrêtés de protection de biotope, réserves biologiques domaniales ou communales. Cela concerne des milieux reconnus d'intérêt régional ou local faisant l'objet d'un règlement définissant des modalités de protection et des objectifs de gestion.

(5) La gestion de ces zones est généralement assurée, en accord avec le propriétaire, par le Conservatoire des Sites Lorrains (C.S.L.), ou parfois d'autres organismes comme la Ligue pour la Protection des Oiseaux (L.P.O.), la Commission Permanente d'Etudes et de Protection des Eaux, du Sous-sol et des Cavernes (C.P.E.P.E.S.C.)... Ces organismes interviennent le plus souvent avec le soutien de l'Etat et des Collectivités Locales (Région, Départements...).

(6) Entité paysagère homogène ayant été identifiée dans les études et publications récentes comme les plus sensibles et les plus caractéristiques de Lorraine.

(7) Site ayant fait l'objet d'un classement ou d'une inscription au titre de la Loi du 2 mai 1930.



Exemple 6

Présentation d'une réserve naturelle en milieu marin

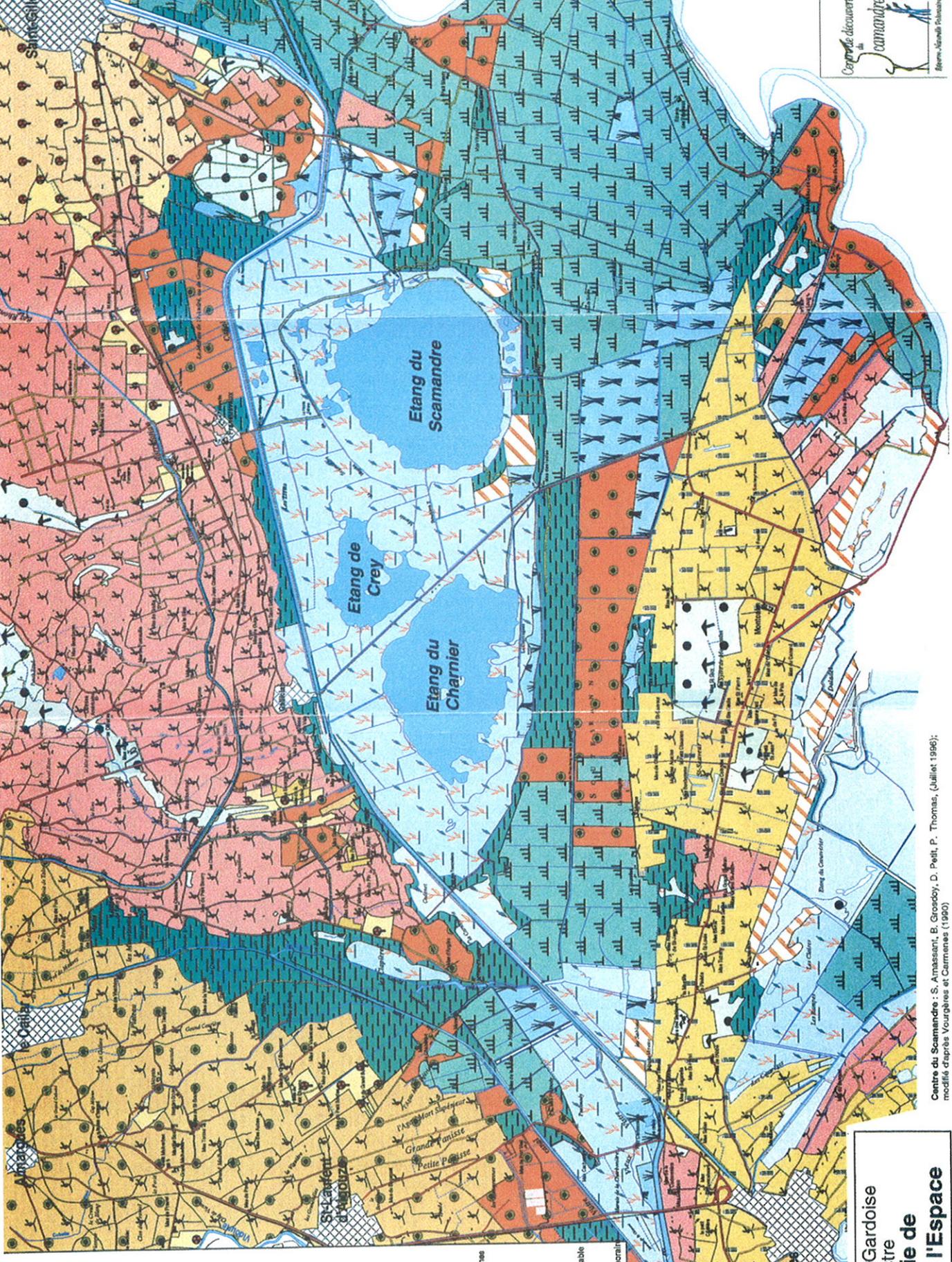
Auteur	Parc national de la Guadeloupe.
Type de carte	Cartographie d'inventaire. Cartographie de «communication».
Contexte de réalisation	Il s'agit d'une carte produite au format A3 plastifiée.
Public	Grand public.
Choix cartographiques	<p>Les zones de la réserve naturelle sont mises en valeur par l'utilisation de la couleur alors que le fond de repérage est essentiellement blanc.</p> <p>Une toponymie choisie et bien placée oriente le regard vers toutes les composantes de la réserve y compris les îles les plus petites.</p> <p>Des pictogrammes explicites et une mise en page attrayante renforcent l'aspect communication de cette carte.</p>
Commentaire	Une carte bien pensée car efficace du point de vue de la lecture et suffisamment complète pour offrir des éléments de contacts afin d'en savoir plus.

Exemple 7

Physionomie de l'occupation de l'espace sur la Petite Camargue Gardoise

Auteur	Centre de Scamandre.
Type de carte	Cartographie d'inventaire Cartographie de «communication».
Contexte de réalisation	Il s'agit d'une carte produite dans le cadre d'un document d'objectif Natura 2000.
Public	Technicien, Grand public.
Choix cartographiques	<p>Le traitement graphique a été pensé afin de traduire l'idée présente dans le titre c'est à dire décrire une «physionomie» de l'occupation du sol.</p> <p>Ainsi, l'ajout des symboles sous forme de trames aide à différencier les grandes masses par ailleurs décrites par la couleur.</p> <p>Malgré l'alourdissement dû à l'utilisation conjointe des symboles et de la couleur, ce choix donne un caractère spécifique à la carte en la rapprochant d'une compréhension symbolique.</p>
Commentaire	<p>Une carte originale dont la charge graphique importante du fait des symboles est compensée par le dépouillement des autres éléments de référence.</p> <p>Une vocation pédagogique et de communication bien mise en avant.</p>

- 100 m
-  Zone boisée en conifères
 -  Zone boisée de feuillus
 -  Zone boisée mixte
 -  Tournesol, céréales, plantes maréchâtres
 -  Vigne
 -  Arbres fruitiers
 -  Zones mixtes vignes, tournesol, céréales, plantes maréchâtres
 -  Zones mixtes vignes, espérgerie
 -  Zones mixtes vignes, arbres fruitiers
 -  Prés
 -  Rizières
 -  Roselière
 -  Marais (joncraux, scirpales, phragmitaie)
 -  Végétation halophile (formations à salicornes et à samaras)
 -  Étendue d'eau permanente
 -  Zone urbaine
 -  Route nationale ou départementale
 -  Chemin privé, petite voie parcellaire
 -  Voie ferrée
 -  Rouleau ou cours d'eau permanent; temporaire



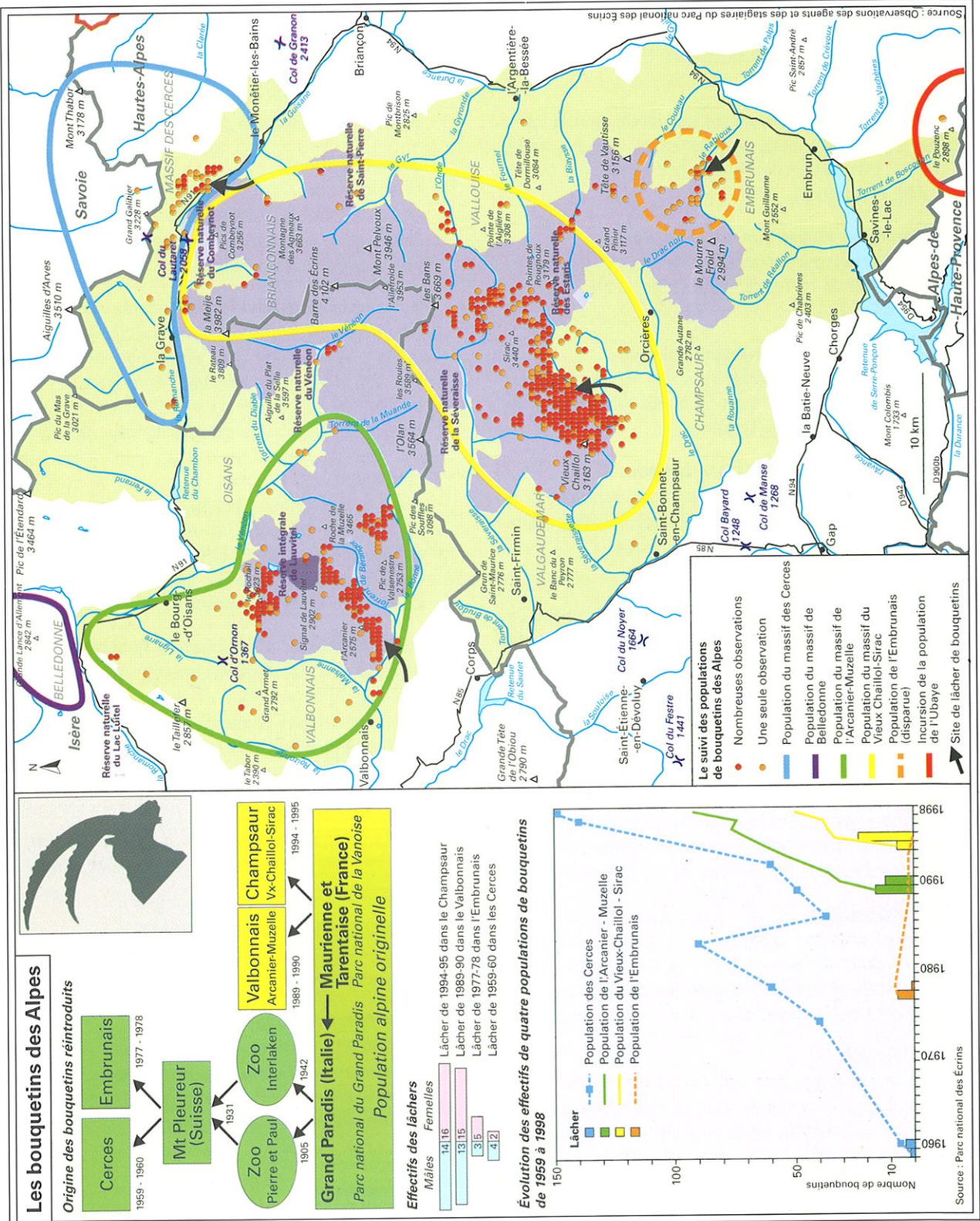
Petite Camargue Gardoise
fluvio-lacustre
**Physionomie de
l'Occupation de l'Espace**

Centre du Scamandre : S. Amassant, B. Grosody, D. Petit, P. Thomas, (Juillet 1996);
modifié d'après Vourghès et Carrèmes (1990)

Exemple 8

Les Bouquetins des Alpes

Auteur	Parc national des Ecrins.
Type de carte	Cartographie d'inventaire. Cartographie de «communication».
Contexte de réalisation	Il s'agit d'une carte produite dans le cadre de l'Atlas du Parc national des Ecrins.
Public	Technicien, Grand public.
Choix cartographiques	<p>L'objectif est de représenter de façon détaillée la localisation des populations de bouquetins tout en jouant sur la fréquence des observations.</p> <p>Un niveau d'agrégation de l'information est proposé sous la forme de regroupements de populations.</p> <p>L'espace cartographique est complété par un espace descriptif complémentaire mais associé présentant des graphiques et des diagrammes permettant d'appréhender de façon plus complète la thématique présentée.</p>
Commentaire	Une carte d'inventaire construite à deux niveaux de lecture permettant, à partir d'une information de spécialiste de la faune, d'accrocher un lecteur généraliste et de lui offrir en une page un résumé des informations disponibles sur cette espèce au Parc national.



■ Bases de données géographiques de référence

Base de donnée réalisée selon des critères de constitution explicites permettant une mise à jour régulière le plus souvent sur des territoires étendus (France entière par exemple). Ces bases de données peuvent constituer une base de travail multi-partenaires.

■ Bitmap

Toute image stockée dans un ordinateur sous la forme de pixel (quadrillage régulier dont chaque maille porte l'information descriptive le plus souvent sous la forme de couleur).

■ Cartes en plages (ou choroplètes)

Ce sont les cartes statistiques représentant des valeurs relatives sous la forme d'aplats de couleurs ou de trames.

■ Cartes en symboles proportionnels

Ce sont les cartes statistiques qui représentent les valeurs quantitatives sous la forme de symboles de surface variable selon la valeur.

■ D.A.O (Dessin Assisté par Ordinateur)

Désigne habituellement les logiciels permettant de dessiner et d'enrichir une carte sans nécessairement nécessiter de base de données associée.

■ Données attributaires

Toute donnée (texte, statistique etc.) décrivant un objet de la carte (point, ligne ou surface) et pouvant être stockée dans une base de donnée.

■ Données graphiques

Toute donnée décrivant sous la forme de point, de ligne ou de surface un objet destiné à être cartographié.

■ Généralisation

Ensemble des opérations permettant d'adapter les informations en vue de la production d'une carte en tenant compte de son échelle de représentation.

■ Grande échelle

Employé dans son acception stricte pour des cartes qui couvrent un espace restreint. Le terme «grand» fait référence à la fraction. Par exemple au 1 : 500, une unité sur la carte est égale à 500 unités terrain.

■ Petite échelle

C'est le cas d'une carte qui couvre un espace relativement grand. Le terme «petit» fait référence à la fraction qui exprime la rapport entre la distance sur la carte et celle sur le terrain. Par exemple, au 125 000, une unité sur la carte est égale à 25 000 unités sur le terrain.

■ Modèle de données

C'est le résultat de l'organisation d'un ensemble d'in-

formations (souvent destinées à être stockée dans une base de données) en vue de son exploitation pour des analyses ultérieures.

■ Orthorectification

Opération qui consiste à déformer l'image numérique (le plus souvent une photo aérienne) pour la rendre conforme en tout point à une projection cartographique telle une carte topographique.

■ Quadrichromie

Mode de codage de la couleur en quatre composante que sont : le Cyan («bleu»), le Magenta («rouge») le Jaune et le Noir. Mode de codage utilisé pour l'impression professionnelle.

■ Référentiel spatial et données de référence

Un référentiel spatial est un dispositif technique permettant à un utilisateur l'association de données de diverses origines. Il comprend, d'une part, le système de référence (système de projection et éléments de géodésie)... et, d'autre part, les données de références, qui sont des ensembles d'objets particuliers dont la description est spécifiée, la qualité de localisation connue, la stabilité probable, l'identification aisée et l'actualisation régulière. Dans la pratique, on assimile données de référence et référentiel. (d'après «Administrer des données localisées, une exigence pour les services» CODATSI-CCIG, à paraître).

■ SIG (Systèmes d'Information Géographique)

Désigne soit des logiciels mixant des capacités de stockage, d'organisation et de traitement des données attributaires et graphiques, soit les applications développées à partir de ces logiciels sur une thématique précise.

■ SIG bureautique

Se dit traditionnellement des logiciels SIG fonctionnant sur des ordinateurs habituellement dédiés à la bureautique.

■ Spécifications cartographiques

Ensemble des caractéristiques essentielles que doit avoir une carte.

■ Variables visuelles

Formalisation des moyens permettant de transcrire les relations de ressemblance, d'ordre ou de proportionnalité sur une carte. Les variables visuelles ont été formalisées par Jacques Bertin.

■ Vectoriel

Mode de codage des objets graphiques dans une base de données sous la forme de suite de points ou de formules géométriques permettant de dessiner des points, des lignes ou des surfaces.

Méthodes cartographiques

- **BERTIN. J.**, 1977,
La graphique et le traitement graphique de l'information, *Collection nouvelle bibliothèque scientifique*, FLAMMARION.
- **BONIN. S.**, 1983,
Initiation à la graphique, *EPI*.
- **BRUNET. R.**, 1987,
La carte mode d'emploi, *FAYARD/RECLUS*.
- **STU.**, 1991,
Environnement et aménagement : cartes utiles, vol. 1 : le recueil de données cartographiques, *Presses du STU*.
- **Villes et territoires.**, 1995,
Environnement et aménagement : cartes utiles, vol. 2 : la carte de la conception à la réalisation, *Editions Villes et Territoires*.

Cartographie statistique

- **CAUVIN. C., RAYMOND. H., SERRADJ. A.**, 1987,
Discretisation et représentation cartographique, *collection Reclus mode d'Emploi*, *GIP RECLUS*.
- **BEGUIN. M., PUMAIN. D.**, 1994,
La représentation des données géographiques, Statistique et cartographie, *collection Cursus*, *ARMAND COLIN*.

Réflexions sur la cartographie

- **CAMBREZY L. et de MAXIMY R.**, 1995,
La cartographie en débat : représenter ou convaincre, *collection hommes et sociétés*, *KARTHALA-ORSTOM*.
- **MONMONIER. M.**, 1993,
Comment faire mentir les cartes, *FLAMMARION*.
- **RIMBERT. S.**, 1990,
Carto-graphies, *Editions Hermès*.

Autres références

- La cartographie pour la gestion des espaces naturels, Actes de colloque St Etienne 13-17 novembre 1995, *GIP ATEN, CRENAM, CEMAGREF EDITIONS*.
- Mallette pédagogique : formation à la représentation cartographique, 1999, *METL/CERTU*.
- Guide pratique Système d'Information Géographique, 1997, *Office National des Forêts*.
- Production cartographique des DIREN, 2001. Recueil de cartes et fiches méthodologiques et techniques, *MATE*.
- Atlas des Parcs nationaux, 1999-2001, *GIP ATEN et Parcs nationaux*.
- Atlas des des activités culturelles, 1998, *La Documentation française*.

© ATEN-CERTU - 2001

Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement,
Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
GIP Atelier Technique des Espaces Naturels

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du CERTU est illicite (loi du 11 mars 1957). Cette reproduction par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Coordination : EDATER

Mise en page : Cete Normandie Centre ☎ 02 35 68 81 10

Photogravure : Lecerf Rouen ☎ 02 35 52 50 50

Impression : Service reprographie Cete Normandie Centre ☎ 02 35 68 82 64

Achévé d'imprimer : juin 2001

Dépôt légal : 2^{ème} trimestre 2001

ISBN : 2-11-090863-7

Cet ouvrage est en vente :

au CERTU

bureau de vente :

9, rue Juliette Récamier

69456 LYON cedex 06 - France

☎ 04 72 74 59 59

Internet : <http://www.certu.fr>

à l'ATEN

par correspondance :

ATEN

2, place Viala

34060 MONTPELLIER cedex 02

☎ 04 67 55 38 55

Internet : <http://www.espaces-naturels.fr/ATEN>

- Comment concevoir une carte ?
Comment adapter les choix de représentation afin d'optimiser un message cartographique ?
Quelles sont les techniques à mettre en œuvre pour réaliser une carte aujourd'hui ?

Ce guide, conçu en collaboration entre des services du ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et du ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, illustre, à travers les différentes étapes depuis la conception jusqu'à la réalisation cartographique, les règles de l'art avec un souci de facilité de compréhension.

Il complète de nombreuses actions de sensibilisation et de formation à la représentation graphique et cartographique entreprises depuis plusieurs années par ces deux ministères et la profession, afin d'accompagner la mise en œuvre des politiques de l'environnement et de l'aménagement ainsi que l'évolution des métiers, dans un contexte méthodologique et technique en pleine évolution.

Le GIP ATEN

L'Atelier technique des espaces naturels a pour finalité le développement et la diffusion des méthodes de gestion patrimoniale des espaces naturels en France et à l'étranger. Il a été constitué le 11 février 1997, sous forme de groupement d'intérêt public (GIP), pour une période de 9 ans.

Le GIP Aten rassemble 12 membres fondateurs : le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, les 7 Parcs Nationaux, l'association Réserves Naturelles de France, la Fédération des Parcs Naturels Régionaux de France, le Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres et la Station biologique de la Tour du Valat.

Le Certu

Service technique placé sous l'autorité du ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques a pour mission de faire progresser les connaissances et les savoir-faire dans tous les domaines liés aux questions urbaines. Partenaire des collectivités locales et des professionnels publics et privés, il est le lieu de référence où se développent les professionnalismes au service de la cité.

ISBN 2-11-090863-7

Prix 100 F - 15,24 €



L'ATELIER
technique des espaces naturels

