

# LA REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE, OU L'ART DE CONCEVOIR DES CARTES

Par Philippe QUODVERTE, cartographe-géographe, maître de conférences à l'Université d'Orléans,  
directeur de la Maîtrise de Sciences et Techniques de Cartographie.

Laboratoire C.E.R.C.A.R.

(Centre d'Etudes et de Recherches du Cadre de vie et de l'Aménagement Régional)

Faculté des Lettres, Langues et Sciences Humaines

Depuis fort longtemps la carte thématique a été utilisée comme outil de localisation, de représentation des données et de communication des informations. D'abord considérée comme l'instrument exclusif des géographes, elle a ensuite été utilisée par un bon nombre de professionnels de l'agriculture, de l'industrie, de l'aménagement, de l'urbanisme, de l'environnement, du commerce et de la défense. La très large diffusion des logiciels de dessin, de cartographie et des systèmes d'information géographique (SIG), a permis à chacun, du P.D.G. au dessinateur, de créer rapidement des cartes thématiques pour répondre à des besoins les plus divers.

Mais, concevoir une carte ne consiste pas à représenter toutes les données disponibles, ou à afficher toutes les couches d'un SIG, mais à choisir, sélectionner, classifier les données les plus pertinentes pour ensuite les transformer en informations utilisables. Malheureusement ces cartes sont souvent illisibles et difficilement exploitables du fait de leur conception inadaptée.

Après avoir listé les défauts majeurs de ces cartes, cet article propose une première approche du langage graphique et des conditions d'utilisation des variables visuelles. Il met l'accent sur la conception cartographique qui réclame une certaine rigueur au niveau de la recherche

de solutions cartographiques, du traitement graphique ou statistique des données et du choix des systèmes de représentation cartographiques. Enfin, il souligne l'importance de l'aspect esthétique et de la mise en page de la carte.

## 1 - LES DÉFAUTS DES CARTES

Les cartes réalisées par des graphistes n'ayant reçu aucune formation sérieuse à la cartographie ni à la sémiologie graphique, présentent un certain nombre de défauts dont les plus importants conduisent à des problèmes de lecture, en particulier lorsque le langage graphique est mal maîtrisé. Dans d'autres cas, la méconnaissance des règles élémentaires de la conception cartographique conduit le lecteur à interpréter la carte de manière erronée (figure N° 1). L'auteur se laisse parfois guider par les solutions graphiques proposées par l'ordinateur. Hélas, celles-ci sont souvent sommaires ou inadaptées.

Les images qui en découlent sont souvent fausses, encombrées, peu efficaces et les phénomènes géographiques importants n'apparaissent pas. Quelles sont alors les conséquences des décisions prises à partir de telles cartes ?

<b>LANGAGE GRAPHIQUE MAL MAÎTRISÉ</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• mauvaise utilisation des variables visuelles</li><li>• absence de hiérarchie visuelle</li><li>• superposition et juxtaposition de signes ponctuels, linéaires et zonaux sans réflexion préalable</li><li>• superposition de signes zonaux</li><li>• multiplication de signes ponctuels et linéaires (densité graphique trop élevée)</li></ul>	<b>PROBLÈMES DE LECTURE DES CARTES</b>
<b>MÉCONNAISSANCE DES MÉTHODES DE CONCEPTION CARTOGRAPHIQUE</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• absence de traitement graphique ou statistique des données préalablement à la rédaction de la carte</li><li>• traitement des données statistiques inadapté</li><li>• méconnaissance des systèmes de représentation cartographique</li></ul>	<b>PROBLÈMES D'INTERPRÉTATION DES CARTES</b>

Figure N°1 - Les défauts des cartes et leurs conséquences

## 2 - QUELLE CARTE RÉALISER ?

Concevoir une carte est simple lorsqu'il s'agit de représenter un seul thème (**carte d'analyse**). Le problème devient plus complexe si l'on souhaite superposer, juxtaposer un certain nombre d'informations ponctuelles, linéaires et zonales (**carte de corrélation**). Cela se transforme souvent en difficulté majeure s'il s'agit de combiner plusieurs données pour réaliser une typologie (**carte de synthèse**). Avant de choisir le mode de représentation, il est indispensable de choisir le thème, d'imaginer la carte en fonction des données disponibles. C'est une phase essentielle de la conception cartographique.

### ■ CHOISIR SON THÈME, IMAGINER LA CARTE

- A qui va servir la carte ? (quel est le public de la carte ?),
- A quoi va servir la carte ? (c'est la carte outil de travail, de gestion, de décision),
- Que veut-on montrer ? (c'est la carte outil de communication),
- Que veut-on découvrir ? (c'est la carte outil de travail et de recherche),
- A quelle échelle et sur quel fond de carte peut-on représenter les données ou les phénomènes ?
- Quelles sont les contraintes liées à la reproduction de la carte ? (couleur ou noir et blanc),
- Adapter la carte à l'utilisation qui doit en être faite. En effet, la carte n'est pas isolée ; elle s'insère dans un ensemble et est généralement accompagnée d'un texte (langage écrit), ou sert de support à un commentaire (langage verbal),

### ■ RECHERCHER LES THÈMES POSSIBLES

- Collection de cartes (analytiques),
- Combinaisons graphiques de données possibles (corrélations simples ou complexes),
- Combinaison de données (typologie) avec traitement préalable des données (graphique ou statistique).

### ■ TRAITER LES DONNÉES STATISTIQUES

Dans tous les cas, si les documents de base sont constitués de données statistiques, il faut réaliser un traitement graphique ou statistique des données pour déterminer des classes, établir une légende cohérente et construire une carte parfaitement lisible.

### ■ CHOISIR LE MODE DE REPRÉSENTATION

Les choix sont importants et conditionnent l'efficacité de la carte. L'objectif du cartographe est d'obtenir une carte parfaitement lisible pour le lecteur et adaptée à l'usage qui doit en être fait.

- **Choisir des variables visuelles adaptées** : (taille, valeur, couleur, grain, texture, orientation, forme, position, 3D, mouvement). Si les données statistiques sont **quantitatives** (dénombrements), elles doivent impé-

rativement être représentées en implantation ponctuelle et varier de taille ou de volume. Les données statistiques **qualitatives ordonnées** (taux, rapports, pourcentages, types, etc.), doivent être représentées par la variable valeur (dégradé de gris) ou la couleur (camaïeu, ou dégradé de couleur). Pour des données **qualitatives non ordonnées**, on utilise alors les variables permettant seulement de différencier (couleur, texture, orientation, forme, position).

- **Choisir un système de représentation cartographique particulier** : anamorphoses, bandes alternées, cartogrammes, estompage, modèles numériques de terrain (MNT), courbes de niveau renforcées, hachures (représentation du relief), flèches, cercles concentriques, mailles, isolignes, etc.

## 3 - LE LANGAGE GRAPHIQUE ET LES VARIABLES VISUELLES

Pour transmettre les informations au lecteur, le rédacteur de la carte dispose du langage graphique, composé de primitives graphiques (le point, la ligne, la zone) et de variables visuelles. Celles-ci permettent de coder les données qualitatives ou quantitatives à représenter. Bien que leur nombre varie suivant les auteurs, on peut identifier 7 variables visuelles principales : taille, valeur, couleur, grain, texture, orientation, forme, auxquelles on peut ajouter la position, la troisième dimension et le mouvement (figure N° 2). Chacune d'entre elles possède des caractéristiques particulières et des applications précises.

### 1° LA VARIABLE TAILLE OU DIMENSION

La variable visuelle taille permet à l'œil de différencier des signes ponctuels ou linéaires en faisant varier leur dimension ou leur volume. Le signe dispose donc d'une forme précise (géométrique, iconique, ou conventionnelle) que l'on fait varier de surface ou de volume. **Cette variable visuelle est utilisable uniquement pour des données quantitatives**, c'est-à-dire pour des dénombrements, des résultats bruts de recensements ou d'enquêtes (nombres d'individus ou de choses). Elle est particulièrement efficace pour traduire une relation d'ordre. Cette variable permet aussi de distinguer les signes entre eux. Tout ceci en fait une variable visuelle particulièrement efficace.

### 2° LA VARIABLE VALEUR (de gris)

La variable visuelle valeur, pour une carte en noir et blanc, est la quantité de noir et de blanc (gris) perçue par l'œil sur une surface donnée. Très utilisée en cartographie, elle permet d'ordonner les différents éléments de la carte, du clair (le plus faible) au foncé (le plus fort). Elle permet aussi de les différencier. **La variable valeur est utilisée exclusivement pour la représentation de données qualitatives ordonnées**. Elle permet de représenter des données statistiques (pourcentages, taux, rapports, densités, etc.). On utilise un dégradé de gris intégrant ou

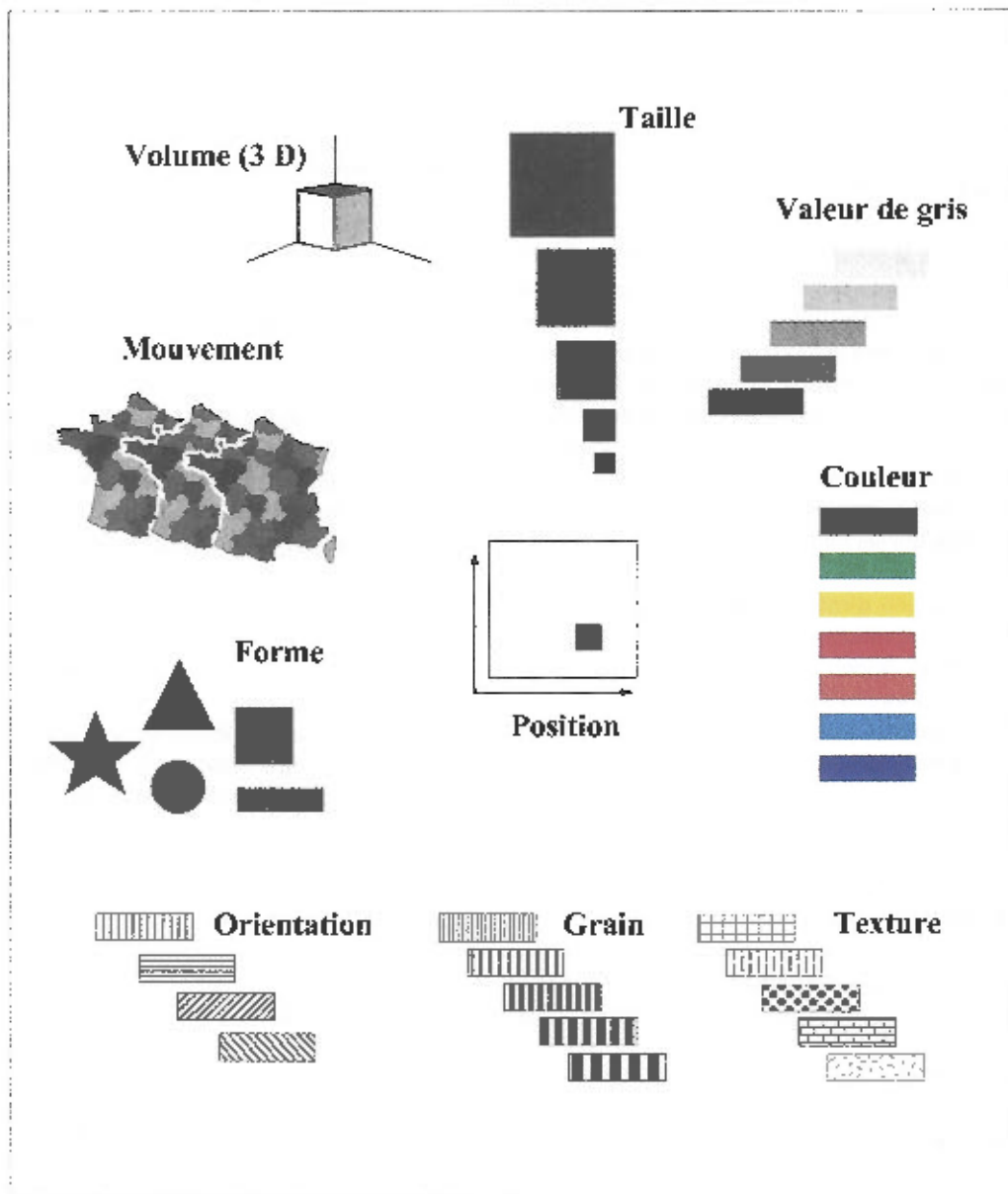


Figure N° 2 - Les variables visuelles

non le noir composé de **sept paliers de valeurs de gris au maximum**. Cette limite permet de bien différencier les valeurs de gris entre elles.

**Le blanc (ou la couleur du support), ne peut pas être utilisé dans un gamme ordonnée ; il est réservé à l'absence de données.** Une gamme composée de 7 valeurs de gris permet de mettre en valeur toute la richesse des données statistiques. Une carte composée de 5 paliers permet de faire apparaître l'essentiel du phénomène représenté.

### 3° LA VARIABLE COULEUR

La couleur est le résultat de la décomposition de la lumière blanche. L'œil perçoit un arc-en-ciel composé du violet, bleu, vert, jaune, orangé, rouge. En fait, une image naturelle est composée d'une infinité de couleurs et de valeurs. Cette particularité est exploitée par la cartographie. On considère qu'il existe des **couleurs chaudes** (jaune, rouge) et des **couleurs froides** (bleu). Les couleurs composées (vert, violet, orangé, etc.) sont plutôt chaudes ou plutôt froides en fonction de la quantité de couleur chaude et froide qui les composent.

La couleur a une **dimension symbolique** très forte. On l'utilise pour représenter l'eau en bleu, la forêt et les plaines en vert, en rapport direct avec le paysage naturel. Il existe bien d'autres couleurs symboliques : par exemple, dans le cas de cartes électorales, on représentera les partis de la droite française en bleu et ceux de la gauche en rouge.

### LA REPRÉSENTATION DES DONNÉES QUALITATIVES NON ORDONNÉES

La variable couleur permet de différencier les signes. On utilise alors des couleurs différentes de même valeur.

- **En implantation zonale**, il s'agit de différencier les données. C'est le cas par exemple pour les cartes d'inventaires, (occupation, utilisation du sol, propriétés). Les couleurs affectées sont différentes et sont choisies en fonction du symbolisme qu'elles peuvent représenter (prés en vert, champs cultivés en jaune, vignes en violet, etc.).
- **En implantation ponctuelle** chaque signe est affecté d'une couleur (inventaire). C'est le cas par exemple de cartes industrielles où les couleurs sont choisies en fonction de la nature des activités industrielles et commerciales.
- **En implantation linéaire**, la couleur permet de différencier ou d'ordonner des informations. C'est le cas par exemple des inventaires de lignes de transport d'une région (routes nationales en rouge, routes départementales en jaune, etc.).

### LA REPRÉSENTATION DE DONNÉES QUALITATIVES ORDONNÉES

La variable couleur permet de représenter des données statistiques ordonnées (pourcentages, taux, rapports, densités, etc.). Comme il s'agit, le plus souvent, de données statistiques ordonnées, la couleur doit impérativement traduire cet ordre. Dans ce cas, ce n'est pas la couleur qui est déterminante, mais sa valeur. En effet, seule la valeur peut traduire cette relation d'ordre en implantation zonale. **Il est alors possible de traduire cet ordre grâce à des dégradés (camaïeu) d'une seule couleur ou de plusieurs couleurs combinées.** Dans tous les cas, c'est la valeur de la couleur qui doit apparaître. Pour certaines couleurs très claires, comme le jaune, il est nécessaire de foncer la couleur avec du gris pour pouvoir l'utiliser. **Il n'est pas possible de représenter plus de sept valeurs différentes dans une même gamme colorée.**

Pour traduire une évolution positive ou négative, il faut utiliser un dégradé d'une couleur chaude (évolution positive) et un dégradé d'une couleur froide (évolution négative). Pour la représentation du relief, il est possible de représenter une gamme de couleurs ordonnées allant jusqu'à dix valeurs différentes, puisque les nuances sont disposées les unes à côté des autres.

### L'UTILISATION ESTHÉTIQUE DE LA COULEUR

La dimension esthétique est un aspect à ne pas négliger. En effet, à une époque où nous sommes habitués à voir des belles images à la télévision et dans la presse, il n'est plus possible de réaliser des cartes de qualité médiocre. Par conséquent, il faut redonner à la carte son aspect artistique et esthétique qui a fait sa réputation dans les siècles passés.

### 4° LA VARIABLE GRAIN

**Le grain est la quantité de taches séparables visuellement dans un espace donné et pour une valeur déterminée.** C'est par exemple une trame de 10% que l'on agrandit ou que l'on réduit à l'aide d'une photocopieuse. Quel que soit le taux d'agrandissement ou de réduction la valeur de la trame reste constante. Seul le grain varie, c'est-à-dire la taille de la tache élémentaire constituée d'un point, d'une ligne, etc. On parle alors de **grain fin, de grain moyen, ou de grain grossier**. Pour éviter toute confusion, il est préférable de considérer que cette variable n'est pas ordonnée. Elle sert davantage à différencier. En réalité, elle est utilisée surtout en association avec la variable valeur.

### 5° LA VARIABLE TEXTURE (trame)

La texture, c'est la constitution, la structure, la disposition des éléments d'une trame grise ou de cou-



leur. En fait, il s'agit de la forme de détail de chaque trame. On parlera alors de trame point, lignée, ou quadrillée. Il existe une infinité de formes de points ou lignes élémentaires constituant la trame. Pour une trame de même valeur, la texture ne permet donc pas d'ordonner, mais uniquement de différencier. Il est possible de l'utiliser par exemple pour réaliser une carte d'occupation ou d'utilisation du sol. Dans certains cas il convient de combiner la variable texture à la variable valeur. C'est le cas lorsqu'il s'agit de représenter une évolution positive ou négative.

## 6° LA VARIABLE FORME

Dans le cas de la variable forme, on peut considérer que l'on utilise des pictogrammes, c'est-à-dire des signes ponctuels qui schématisent la réalité. Un signe linéaire peut également varier de forme de détail. Le nombre de formes différentes est quasiment illimité. Par conséquent, la tentation est grande d'utiliser cette variable. Plus on multiplie ces formes, plus il est difficile de mémoriser chaque signe, de l'identifier sur la carte et d'observer des regroupements.

En implantation ponctuelle, cette variable est utilisée essentiellement pour représenter des inventaires. C'est le cas de cartes commerciales ou industrielles. Il s'agit alors de différencier, de distinguer les éléments. Mais cela est possible à condition que les formes ne soient pas trop compliquées. Pour une meilleure perception, on utilise plus généralement des signes abstraits comme par exemple des symboles géométriques élémentaires (cercle, carré, triangle, colonne, losange).

## 7° LA VARIABLE ORIENTATION

La variable orientation permet de donner une inclinaison plus ou moins importante à un signe ponctuel, linéaire ou à une trame lignée en implantation zonale.

- **En implantation ponctuelle**, pour percevoir une orientation, il est impératif que le signe ait une certaine longueur. Il est difficile cependant de multiplier les orientations si l'on veut garder une bonne lisibilité de la carte.
- **En implantation linéaire**, c'est surtout l'ordre géographique qui est concerné. Par conséquent cette variable est très peu utilisable pour la création cartographique. On peut par exemple représenter un réseau de communications avec des lignes orientées verticalement, horizontalement ou à 45°. Un grand nombre de plans de métro, d'autobus ou de réseaux ferroviaires emploient ce procédé schématique.
- **En implantation zonale**, cette variable est associée aux trames lignées et traduit alors des différences de nature. Il est impossible de percevoir une relation d'ordre. Il est donc exclu de l'utiliser pour représenter des données statistiques ordonnées. Cette variable a un usage limité.

## 8° LA VARIABLE POSITION

Tout signe ponctuel, linéaire ou zonal peut varier

de position dans le plan. La plupart du temps, cette variable est imposée par l'ordre géographique et échappe à la création. Cependant pour des cartes thématiques à petites et moyennes échelles, pour des raisons liées à l'encombrement de la carte, il est possible de décaler, de déplacer les signes. En effet, à ces échelles c'est surtout la position relative qui est importante. Cette variable est peu utilisée, mais peut parfois faciliter la conception de cartogrammes (juxtaposition de colonnes ou de signes ponctuels).

## 9° LA VARIABLE TROISIÈME DIMENSION (3D)

Les primitives graphiques peuvent être représentées en 3D (volumes ponctuels : sphères, cubes, etc., volumes linéaires, volumes zonaux : bloc-diagramme, MNT). On peut y associer facilement des perspectives réelles ou axonométriques et des ombres grâce à l'ordinateur. Il existe des possibilités de combinaisons entre les images 3D et les variables visuelles, comme la couleur, la valeur et la texture.

Cette variable présente un certain nombre d'inconvénients. Le principal défaut des images 3D vient du fait que certaines parties sont cachées, comme c'est le cas dans les paysages urbains numériques. Une partie de l'information n'est donc pas visible. L'autre inconvénient est dû à la perspective qui déforme le fond de carte. Par conséquent, les signes ponctuels, linéaires ou zonaux les plus éloignés sont les plus petits, donc difficilement lisibles et comparables à ceux du premier plan. Du coup, un même signe peut être perçu différemment en fonction de sa position rapprochée ou éloignée.

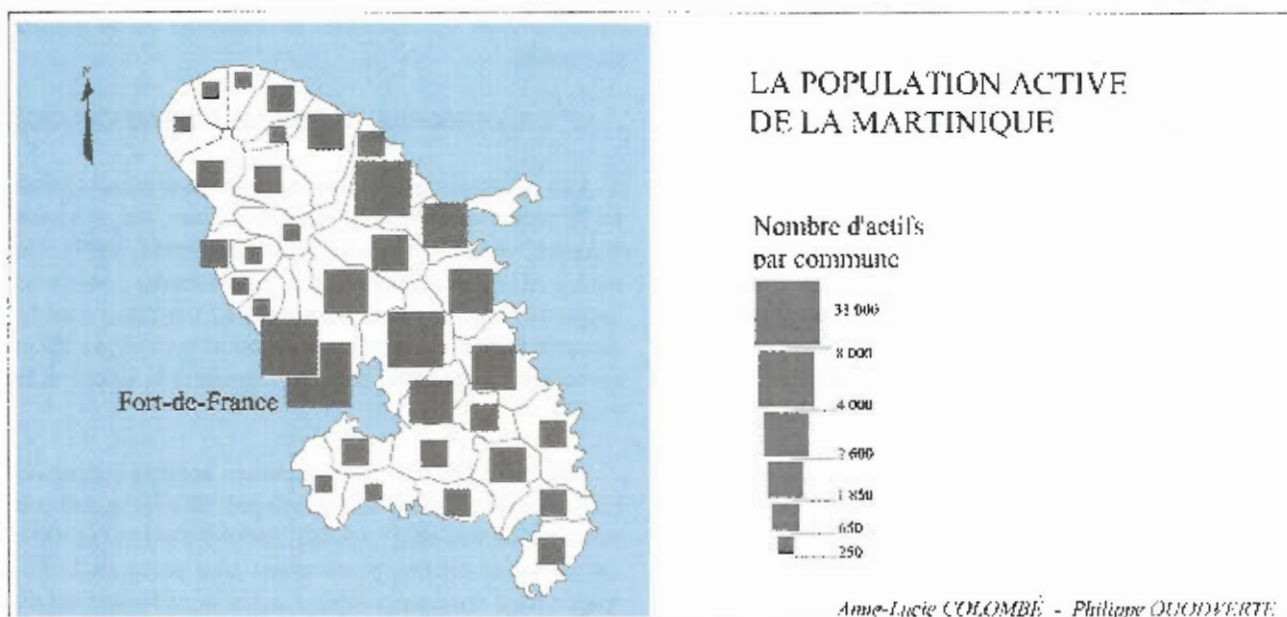
## 10° LA VARIABLE MOUVEMENT

Les paysages numériques animés, naturels ou urbains, constituent un nouvel élément de la sémiologie graphique, puisqu'il s'agit d'une autre façon de voir l'espace existant, passé ou futur, avec un aspect beaucoup plus naturel. Les cartes animées existaient déjà grâce à la vidéo et au cinéma mais étaient rares. Grâce à l'ordinateur et en particulier aux SIG et aux logiciels de DAO dotés de fonctions de synthèse d'image et d'animation, le paysage géographique peut être exploré. L'image de synthèse animée apporte une meilleure connaissance d'un territoire. Un autre caractère du mouvement, c'est le rythme qui est soit pré-défini, soit modulable en fonction des désirs du spectateur.

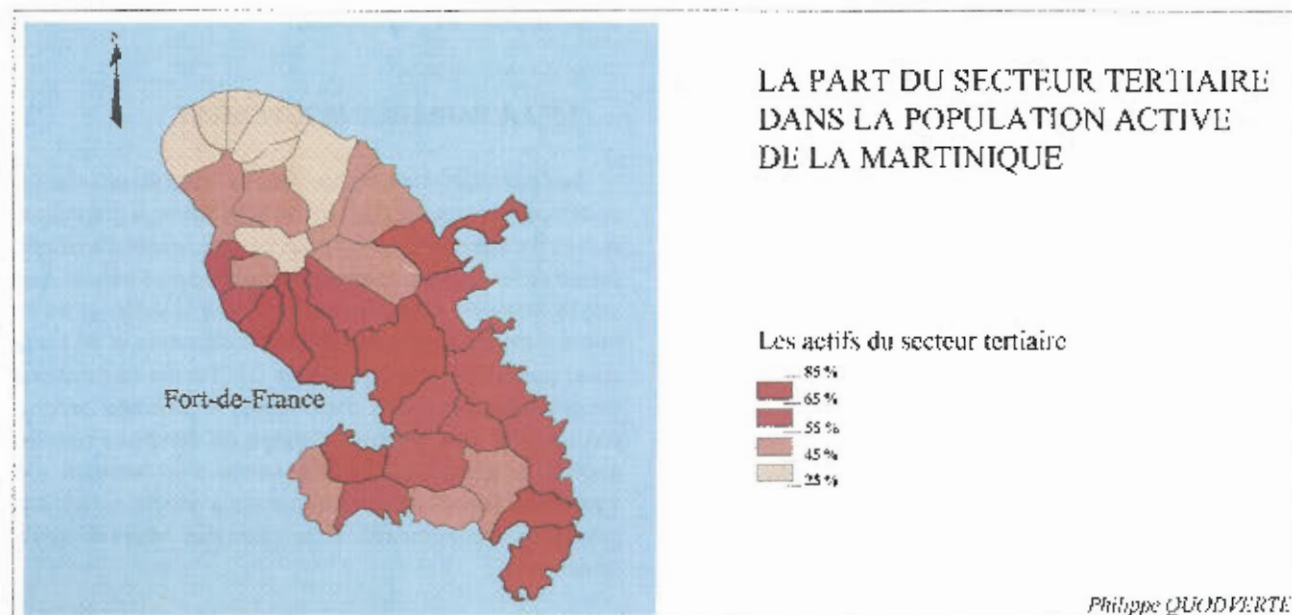
## 4 - LA CONCEPTION CARTOGRAPHIQUE (méthodes)

### ■ LE TRAITEMENT DES DONNÉES STATISTIQUES, UNE ÉTAPE OBLIGÉE

- La réalisation d'une carte thématique à partir d'une série statistique doit toujours faire l'objet d'un traitement mathématique ou graphique permettant de déterminer des



**Figure N° 3 - Carte d'analyse. Représentation de données quantitatives (dénombrements) en implantation ponctuelle (utilisation de la variable taille).**



**Figure N° 4 - Carte d'analyse. Représentation de données qualitatives en implantation zonale (couleurs ordonnées).**

classes ou des types de façon judicieuse.

- Les découpages en classes, ou discrétisation, peuvent être réalisés suivant des méthodes mathématiques bien connues : classes d'amplitudes égales, moyennes emboîtées, quantiles (effectifs égaux), la progression géométrique, méthode de Jenks, etc. Ces traitements sont généralement utilisés pour des données très volumineuses.
- **Le traitement graphique** permet une analyse précise et rapide de données statistiques même complexes. Les graphiques permettant de visualiser l'ensemble de la ou des séries statistiques (seuils observés) à l'aide de diagrammes. Pour des traitements plus complexes comprenant plusieurs variables, on peut avoir recours aux fichiers-image, aux fichiers-matrice et aux matrices ordonnables (matrice Bertin).

### ■ CONCEVOIR DES CARTES D'ANALYSE

Le contenu des cartes d'analyse est simple, car il ne représente qu'un seul thème (figures N° 3 et 4). Ces cartes

peuvent être établies à partir de données quantitatives (dénombrements), de données qualitatives ordonnées (taux, rapports, densités, etc.), ou de données qualitatives non ordonnées (occupation ou utilisation du sol). La figure N° 5 permet de visualiser les possibilités de représentation et de traitement des données en fonction de leur nature.

### ■ CONCEVOIR DES CARTES DE CORRÉLATION

Dans les cartes de corrélation se juxtaposent et se superposent un certain nombre d'informations. La carte d'une région par exemple, peut faire apparaître les villes, les activités industrielles, les voies de communication, les espaces naturels, les sites touristiques, etc. Dans ce cas, chaque donnée est traitée séparément comme précédemment en fonction de sa nature (qualitative ou quantitative). Les signes ponctuels, linéaires ou zonaux s'accumulent au détriment de la lisibilité. Il s'agit souvent de cartes d'inventaires purement descriptives, qui obligent le lecteur à faire une synthèse visuelle, si toutefois la carte n'est pas trop encombrée (figure N° 6).

NATURE DES DONNÉES	QUANTATIVES ORDONNÉES	QUALITATIVES ORDONNÉES	QUALITATIVES NON ORDONNÉES		
	(statistiques : dénombrements)	(statistiques)			
IMPLANTATION	ponctuelle ou linéaire	zonale	zonale	ponctuelle	linéaire
OBJECTIF	ordonner	ordonner	différencier		
VARIABLES VISUELLES UTILISABLES	- taille - 3 D	- valeur de gris - couleurs (camaïeu)	couleurs grain texture orientation	forme position + couleurs grain texture orientation	couleurs grain texture orientation
TRAITEMENT DES DONNÉES  (pour établir des classes)	- diagrammes de fréquence  - calculs mathématiques	- diagramme de fréquence  - calculs mathématiques	sans objet		

Figure N° 5 - Les cartes d'analyse. Nature des données et variables visuelles utilisables.







Dans de rares cas, la carte de corrélation peut apparaître proche de la carte de synthèse, si l'on considère que la juxtaposition et la superposition des informations résultent d'une démarche raisonnée. Mais la plupart du temps la conception cartographique s'effectue séparément pour chaque donnée. Les légendes sont volumineuses et comportent des signes très nombreux. Cette tendance s'accroît avec l'utilisation des logiciels de cartographie, de DAO et des SIG, permettant de superposer plusieurs couches thématiques. Ces pratiques permettent rarement de réaliser des cartes pertinentes. Elles sont généralement encombrées de signes et parfois totalement illisibles.

La figure N° 7 montre que les combinaisons entre les variables visuelles sont très limitées. La superposition de

deux signes en implantation zonale est à proscrire. Par contre il est tout à fait possible de superposer des signes ponctuels et linéaires à un signe zonal. En règle générale, la multiplication des signes ponctuels et linéaires traduit une grande pauvreté de la réflexion au niveau de la conception cartographique. Il est alors préférable de fonder ces données pour déterminer des types (cartes de synthèse).

### ■ CONCEVOIR DES CARTES DE SYNTHÈSE

La carte de synthèse permet de représenter des informations complexes sous une forme graphique simple. Pour la construire, il faut fusionner les données en types. Il s'agit de corréler les données grâce à un traitement spécifique (graphique ou mathématique), de façon à déterminer des

IMPLANTATION ZONALE		ASSOCIATION A D'AUTRES VARIABLES		
Nature des données	variables utilisables	implantation zonale	implantation ponctuelle	implantation linéaire
qualitatives ordonnées	valeur de gris couleur (camaïeu)	superposition impossible	superposition	superposition
qualitatives non ordonnées	couleurs différentes texture grain orientation	superposition impossible  juxtaposition bandes alternées	superposition	superposition

Figure N° 7 - Les cartes de corrélation et l'utilisation des variables visuelles

typologies. Comme il s'agit de données qualitatives, elles sont représentées en implantation zonale en utilisant généralement des couleurs. Ainsi construite la carte est facile à voir et à mémoriser. Cependant la légende est souvent difficile à déchiffrer (figure N° 8).

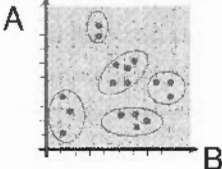
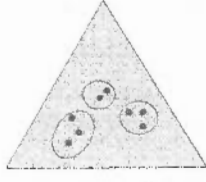
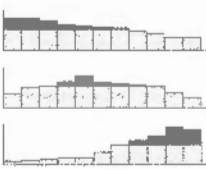

La figure N° 9 montre les différents possibilités de traitement des données pour établir des typologies permettant de mettre en relation deux, trois et x données. On utilise le diagramme de dispersion (nuage de points), le diagramme triangulaire, le fichier-image ou la matrice ordonnable. Toutes les typologies obtenues sont traduites par une implantation zonale. La carte de synthèse nécessite donc un traitement complexe des données, une rédaction élaborée de la légende, et une représentation synthétique.

### ■ UTILISER LES SYSTÈMES DE REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUES

Dans certains cas précis, il est indispensable d'utiliser

des systèmes de représentation spécifiques mis au point depuis de très nombreuses années :

- **Les cartes par mailles** permettent de représenter des données quantitatives ou qualitatives à partir d'une maille régulière (carrée, rectangulaire, triangulaire ou hexagonale). Cette particularité permet de s'affranchir de l'unité statistique administrative. Ce système de représentation est souvent utilisé pour représenter des inventaires (inventaire forestier par exemple).
- **Les bandes alternées** sont utilisées essentiellement pour la représentation de données qualitatives, comme par exemple les catégories socioprofessionnelles, le climat, l'utilisation du sol, etc. C'est un système de représentation répétitif qui consiste à couvrir la zone étudiée par un système de bandes parallèles de largeur constante ou variable se répétant sur toute la surface de cette zone. Ce système conduit à juxtaposer un grand nombre d'informations. Mais comme ces cartes sont peu lisibles, il est préférable de réaliser une véritable carte de synthèse.

NATURE DES DONNÉES STATISTIQUES	TRAITEMENTS GRAPHIQUES	IMPLANTATION VARIABLES VISUELLES
CONBINAISON DE DEUX DONNÉES  QL + QL  QL + QT  QT + QT	 <p>Nuage de points</p> <p>↓</p> <p>TYPOLOGIE →</p>	IMPLANTATION  <b>ZONALE</b>
CONBINAISON DE TROIS DONNÉES QL= 100% (cas particulier)	 <p>Nuage de points</p> <p>↓</p> <p>TYPOLOGIE →</p>	COULEURS COMBINÉES ET ORDONNÉES
CONBINAISON DE X DONNÉES QT ou QL	<p>FICHIER - IMAGE</p>  <p>CLASSEMENT</p> <p>↓</p> <p>TYPOLOGIE →</p> <hr/> <p>MATRICE ORDONNABLE</p>  <p>CLASSEMENT</p> <p>↓</p> <p>TYPOLOGIE →</p>	OU  TEXTURE + VALEUR DE GRIS

Philippe QUODVERTE

Figure N° 9 - Le traitement graphique des données statistiques permet d'obtenir des typologies bien adaptées à la réalisation de cartes de synthèse, du moins lorsque la série statistique est limitée.

- **Les cartogrammes** sont des fonds de cartes sur lesquels ont été disposés des graphiques permettant de représenter des données chiffrées (graphique en barres, secteurs, hémicycles, etc.). Ce type de représentation est très répandu dans les domaines du géomarketing. La perception est forcément analytique mais jamais synthétique. La lecture de ces cartogrammes est d'autant plus délicate que les graphiques sont eux-mêmes difficiles à déchiffrer. C'est le cas du graphique en secteurs (camembert ou tarte), qui est considéré comme une des représentations les plus difficiles à interpréter. Une carte de synthèse remplace avantageusement un cartogramme.
- **Les flèches** permettent de représenter des déplacements de populations humaines ou animales et de marchandises. Il s'agit alors de représenter une quantité d'individus ou de choses se déplaçant d'un endroit à un autre. Il faut représenter le lieu de départ, le lieu d'arrivée, le sens du déplacement, le mouvement, la quantité déplacée, et éventuellement qualifier le déplacement.
- **Les cercles concentriques** (trames orientées) peuvent également représenter déplacements. Visuellement c'est surtout une aire d'attraction qui est mise en valeur.
- **L'anamorphose** repose sur le principe de la déformation d'une surface en fonction de sa valeur ou de sa qualité. Elle donne une vision déformée de l'espace géographique. La déformation du fond de carte nuit largement à l'identification du localisant. Le succès de ce type de représentation est dû sans doute à sa nouveauté, à son aspect très spectaculaire dû aux déformations. Ces images sont rarement utilisées comme outil de travail opérationnel. Tout au plus s'agit-il de documents de communication, donnant une vue d'ensemble d'un phénomène.
- **Le relief** est un élément qui permet l'analyse du cadre physique d'un territoire. C'est parce qu'il y a un relief que des problèmes de pentes se posent (écoulements d'eau, érosion, franchissements, paysages). C'est un problème difficile à résoudre en cartographie. Les systèmes de représentation les plus utilisés sont les suivants : hachures, courbes de niveau (isohypses), courbes de niveau renforcées, estompage, teintes hypsométriques et bathymétriques, valeurs de gris, pentes, modèles numériques de terrain.

## 5 - LA MISE EN PAGE DES CARTES (faire voir pour faire lire)

La perception d'une carte s'effectue d'abord de façon globale. C'est l'accroche par l'image qui permet de susciter l'intérêt (ou non!) du lecteur et d'identifier les différents blocs visuels de la carte (titre, légende, échelle, orientation, graphiques). Le lecteur retourne ensuite à la carte pour examiner en détail les différents signes et leur orga-

nisation. Enfin il mémorise la légende (si elle n'est pas trop longue) ou effectue une série d'aller et retour entre la carte et la légende.

**La mise en page est une technique qui facilite la découverte de la carte et permet de créer une hiérarchie visuelle.** Pour effectuer une bonne mise en page, il faut s'appuyer sur une grille composée de lignes verticales et horizontales sur lesquelles vont se positionner tous les blocs visuels (figure N° 10). **La mise en page c'est aussi l'art de gérer les " blancs " qui permet d'équilibrer l'image.**

- **Le titre** doit être court et concis, et comporter deux lignes maximum. Il doit exprimer le contenu réel de la carte et doit impérativement comporter une date et l'unité statistique utilisée (départements, cantons, communes par exemple). Le titre, placé au dessus de la carte, à l'intérieur du cadre s'il en existe un, ne doit être ni encadré ni souligné.
- **La légende** doit être un code facile à mémoriser. Pour qu'elle soit facile à lire, il faut séparer en blocs les éléments correspondant à des thèmes différents. Dans la plupart des cas, la légende est placée en bas à gauche de la carte. Il faut absolument placer le texte à droite du signe pour respecter le sens de la lecture.
- **L'orientation** doit être placée en priorité en haut (à droite ou à gauche de la carte). Elle ne doit pas être trop éloignée de la carte elle-même et doit être positionnée en fonction de la grille de mise en page préétablie. Cependant il faut considérer la flèche comme un élément essentiel de la signature visuelle de la carte. L'auteur peut donc proposer sa propre création. Il faut alors combiner aspect esthétique et efficacité visuelle.
- **L'échelle** doit être placée en priorité dans la partie basse de la carte, de préférence à droite, à proximité de la carte elle-même. **Il faut impérativement utiliser une échelle graphique**, même s'il existe une échelle numérique. En effet, en cas de réduction, même limitée, l'échelle graphique demeure toujours en rapport avec la carte. Le graphisme des échelles peut être amélioré par une recherche esthétique personnelle qui contribue à l'amélioration de l'aspect général de la carte.
- **La source** est indispensable pour que la carte soit tout à fait crédible. Elle doit faire apparaître la date. Sans elle, il est impossible de la comparer avec une carte plus récente ou plus ancienne. La source doit également comporter toutes les informations ayant servi à la conception de la carte.
- **L'auteur** de la carte thématique doit être impérativement signalé, qu'il soit une personne physique, une société, ou une administration. Le nom de l'auteur de la carte doit apparaître s'il s'agit d'une création originale.



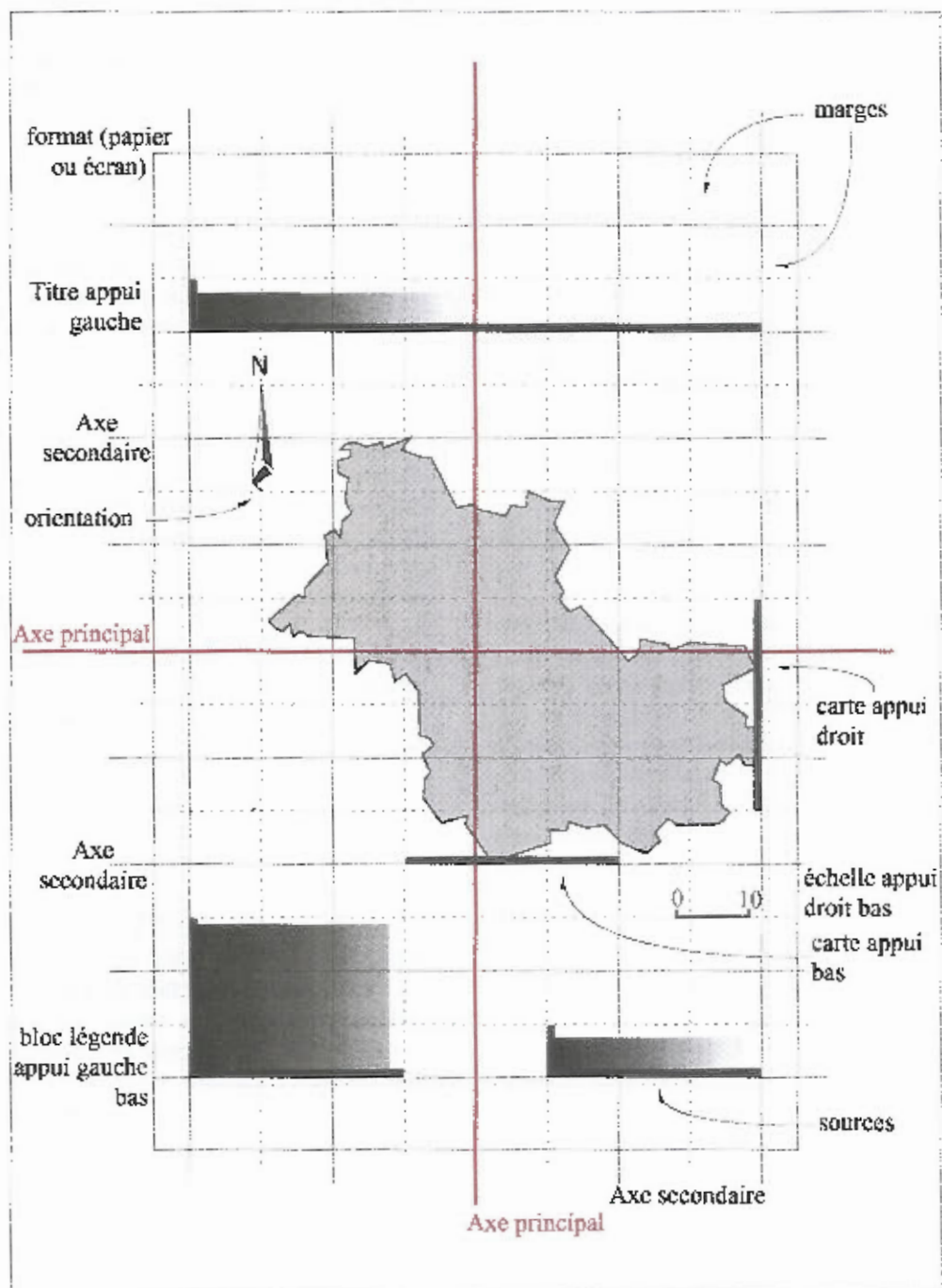


Figure N° 10 - La grille de mise en page permet de positionner les différents blocs visuels et donne ainsi une image beaucoup plus équilibrée et facile à lire.

- **Les graphiques, fichiers-image et matrices ordonnables** peuvent figurer de façon réduite pour informer le lecteur du mode de traitement des données statistiques utilisé et du choix des classes adopté.

La mise en page est un complément indispensable de la conception cartographique. Elle permet une bonne communication du message visuel au lecteur de la carte.

## CONCLUSION

Concevoir une carte consiste donc à choisir un système de représentation cartographique en fonction du public visé, à traiter les données statistiques, à rechercher de corrélations, à synthétiser les données, à effectuer une mise en page de qualité. L'objectif est, à partir d'une problématique géographique bien définie, de réaliser une

carte parfaitement lisible et interprétable. Mais la carte est toujours un compromis entre la lisibilité et la précision. Plus la carte contient d'informations, plus elle est encombrée de signes perturbant sa lisibilité. A l'inverse, plus la carte est lisible, plus les données statistiques ou graphiques ont été généralisées. Par conséquent il convient de faire un choix raisonné entre la précision et la lisibilité.

Concevoir une carte reste donc un processus complexe contrairement à ce que peuvent croire certains graphistes ou "géomaticiens" disposant de logiciels plus ou moins adaptés. La facilité avec laquelle ils réalisent (parfois) de mauvaises cartes, ne devrait pas faire oublier que la cartographie est aussi un métier qui s'apprend ! Grâce à des formations adaptées et au progrès constant des logiciels de cartographie, les cartes thématiques devraient bientôt respecter les règles élémentaires de la sémiologie graphique et les principes de base de la conception graphique, au plus grand bénéfice de leurs utilisateurs.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### OUVRAGES

- BÉGUIN M., PUMAIN D., *La représentation des données géographiques*. Editions Armand Colin, Paris, 1994, 192 p.
- BERTIN J., *Sémiologie graphique*. Ed. Gauthier-Villars Mouton, Paris 1967, 431 p.
- BERTIN J., *La graphique et le traitement graphique de l'information*. Editions Flammarion, Paris, 1977, 277 p.
- BLIN E., BORD J-P., *Initiation géo-graphique*, Ed. SEDES, Paris 1993, 284 p.
- BONIN S., *Initiation à la graphique*. Editions EPI, Paris, 1975, 1983, 173 p.
- BONIN S.M., *La graphique dans la presse*. Ed. Epi / CFPJ, Paris 1989. 176 p.
- BRUNET R., *La carte mode d'emploi*. Ed. Fayard-Reclus, Paris, 1987, 270 p.
- CAUVIN C., REYMOND H., SERRADJ A., *Discretisation et représentation cartographique*. Editions Reclus, collection Modes d'emploi, Montpellier, 1987, 114 p.
- CHEMLA G., *Statistique appliquée à la géographie*. Ed. Nathan Université, 1995, 159 p.
- MONMONIER M., *Comment faire mentir les cartes, du mauvais usage de la géographie*, Ed. Flammarion, Paris 1993, 232 p.
- PARKER R.C., THÉRIEN L., *Mise en page et conception graphique*, Ed. Sybex / Upgrade Editions, Canada 1991, 341 p.
- QUODVERTE P., *La cartographie numérique et l'information géographique*. Thèse de doctorat d'Etat. Université d'Orléans, 1994, 769 p.
- RIMBERT S., *Carto-graphies*. Ed. Hermès, Paris 1990, 176 p.
- ROULEAU B., *Les méthodes de la cartographie*. Ed. Presses du CNRS, Paris, 1991.
- SANDERS L., *L'analyse statistique des données en géographie*, Ed. GIP Reclus, Montpellier 1989, 267 p.
- STEINBERG J., *Cartographie pratique pour la géographie et l'aménagement*. Ed. SEDES, 1996, 130 p.
- STEINBERG J., HUSSER J., *Cartographie dynamique appliquée à l'aménagement*. Ed. SEDES, Paris 1988, 132 p.
- WOOD D., *The power of maps*. Ed. Routledge, London 1992, 248 p.

### ARTICLES

- CRÉPEAU C., Cartographie et SIG : les règles de base. *SIG et télédétection N° 10, Mars 1994*.
- DEBEER I., THOMAS I., VANNESTE D., Sur l'utilité de la carte en proportions. *Mappemonde 1/96, p.p. 29 à 31*.
- LEMONIER M., BAILLY A., QUODVERTE P., CHEYLAN J-P., Une cartographie raisonnées. Dossier : Le regard infini des SIG. *Diagonal (revue bimestrielle des équipes d'urbanisme). Décembre 1995, p.p. 19 à 22*.
- MULLER J-C., Sémiologie graphique dans et pour les SIG. *Revue des Sciences de l'Information Géographique et de l'Analyse Spatiale. Volume 2, N° 1/1992. Ed. Hermès*.
- SEITER C., Faire parler les chiffres. *Golden, N° 9, Février Mars 1993*.