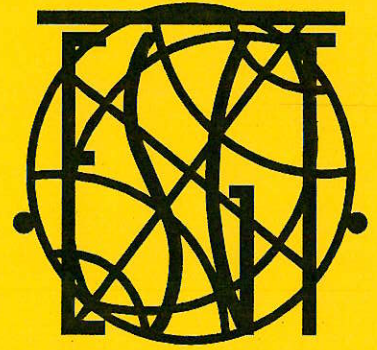


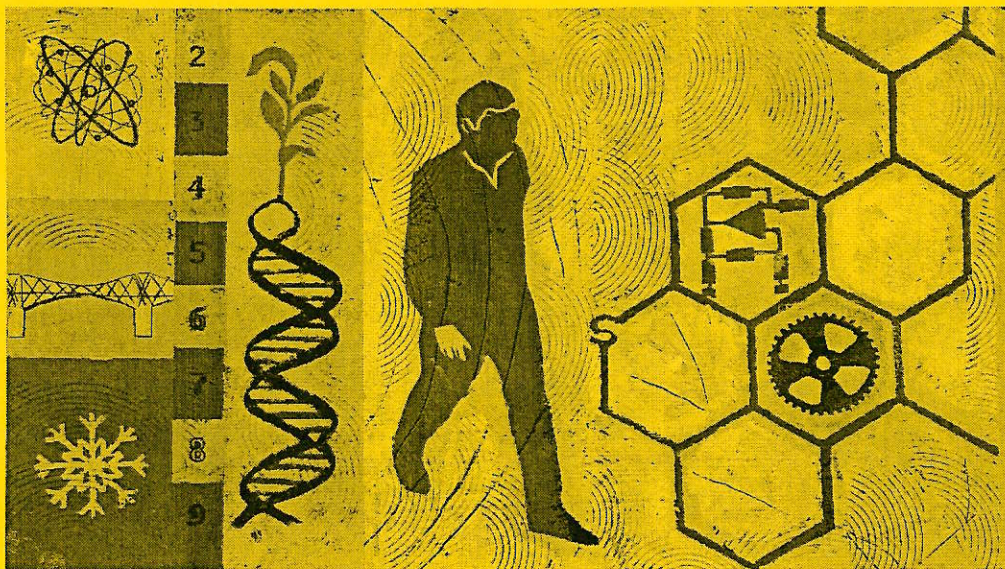
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

ÉCOLE SUPÉRIEURE
DES GÉOMÈTRES ET
TOPOGRAPHES



EXPRESSION CARTOGRAPHIQUE

ES2



Cours de M P. QUODVERTE

Cham

CONSERVATOIRE NATIONAL
DES ARTS ET METIERS

mars 2007

Philippe Quodverte

Expression cartographique

**Sémiologie graphique
et cartographie des données statistiques**

CARTOGRAPHIE - Bibliographie

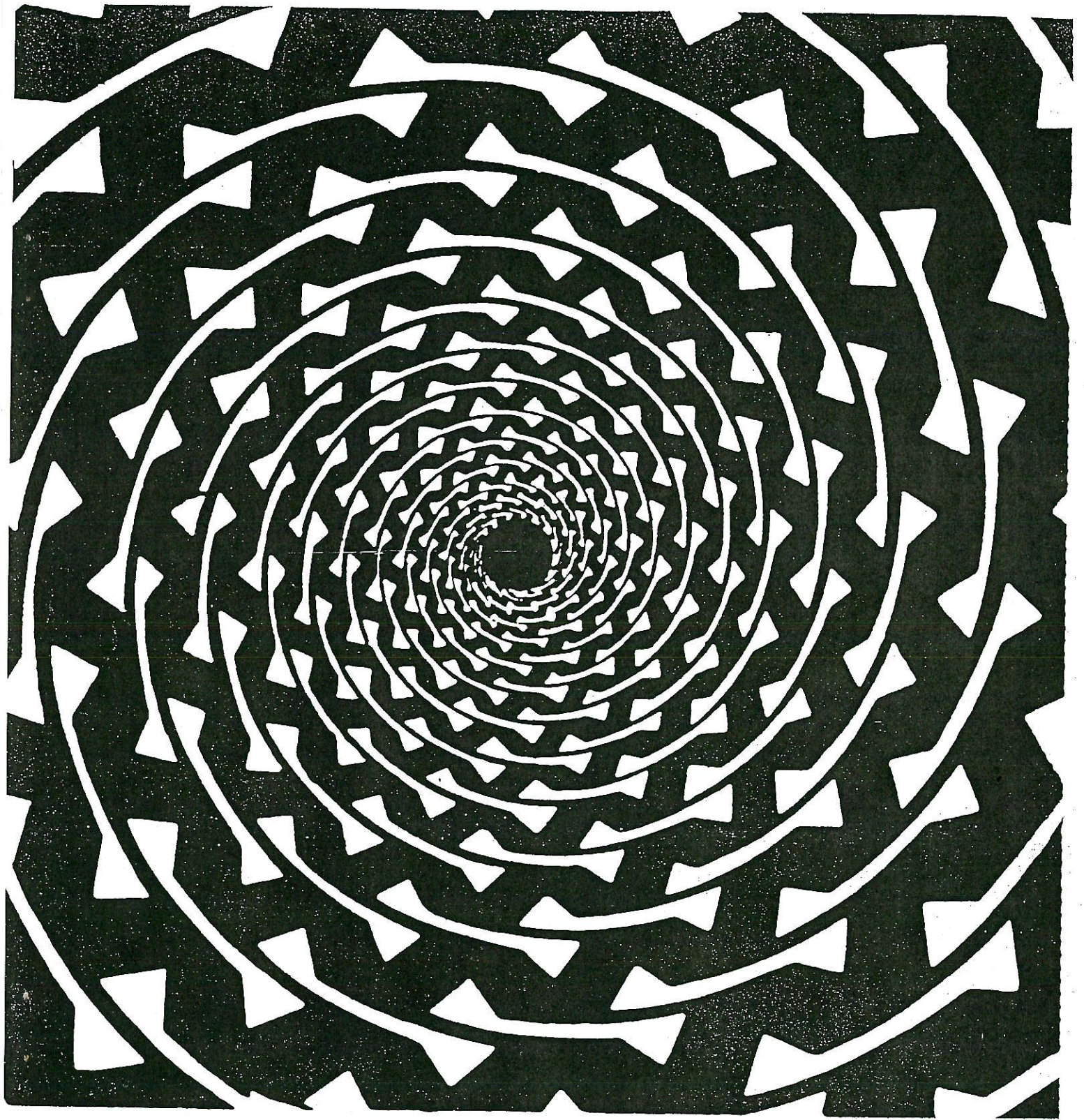
OUVRAGES :

- **BEGUIN M. PUMAIN D.** *La représentation des données géographiques.* Ed. Armand Colin, Paris, 1994, 192 p.
- **BERTIN J.** *La graphique et le traitement graphique de l'information.* Ed. Flammarion, Paris 1977, 277 p.
- **BERTIN J.** *Sémiologie graphique.* Ed. Gauthier-Villars Mouton, Paris 1967, 431 p.
- **BONIN S.** *Initiation à la graphique.* Ed. Epi, Paris 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.
- **CUENIN R.** *La cartographie générale ; tomes 1.* Ed. Eyrolles, Paris 1967.
- **JOLY F.** *La cartographie.* Ed. Presses Universitaires de France. Que sais-je ? N° 937, Paris 1985, 127 p.
- **LANTHONY P. TAVERNIER I.** *La vision des couleurs.* Ed. Fédération française de l'Imprimerie et des Arts graphiques, Paris 1989, 48 p.
- **LE FUR A.** *Pratiques de la cartographie.* Ed. Armand Colin, Synthèses, série Géographie, Paris 2000, 95 p.
- **MONMONIER M.** *Comment faire mentir les cartes, du mauvais usage de la géographie,* Ed. Flammarion, Paris 1993, 232 p.
- **POIDEVIN D.** *La carte moyen d'action.* Ed. Ellipses, Paris, 1999, 2000 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.
- **STEINBERG J.** *Cartographie, télédétection, systèmes d'information géographique,* Ed. SEDES, Paris, 2000, 159 p.
- **THERIEN P.** *Mise en page et conception graphique.* Ed. SYBEX, Upgrade editions, 1991.
- **VERGNEAULT-BELMONT F.** *L'oeil qui pense, méthodes graphiques pour la recherche en sciences de l'homme.* Ed. L'Harmattan, 1998, 348 p.
- **ZANIN Christine, TREMELO Marie-Laure,** *Savoir faire une carte.* Ed. Belin, Géographie, Paris 2003, 200 p.

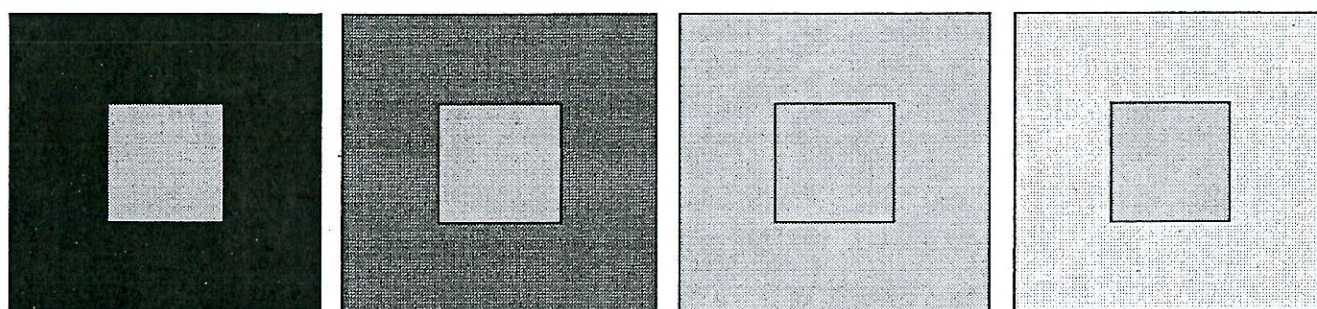
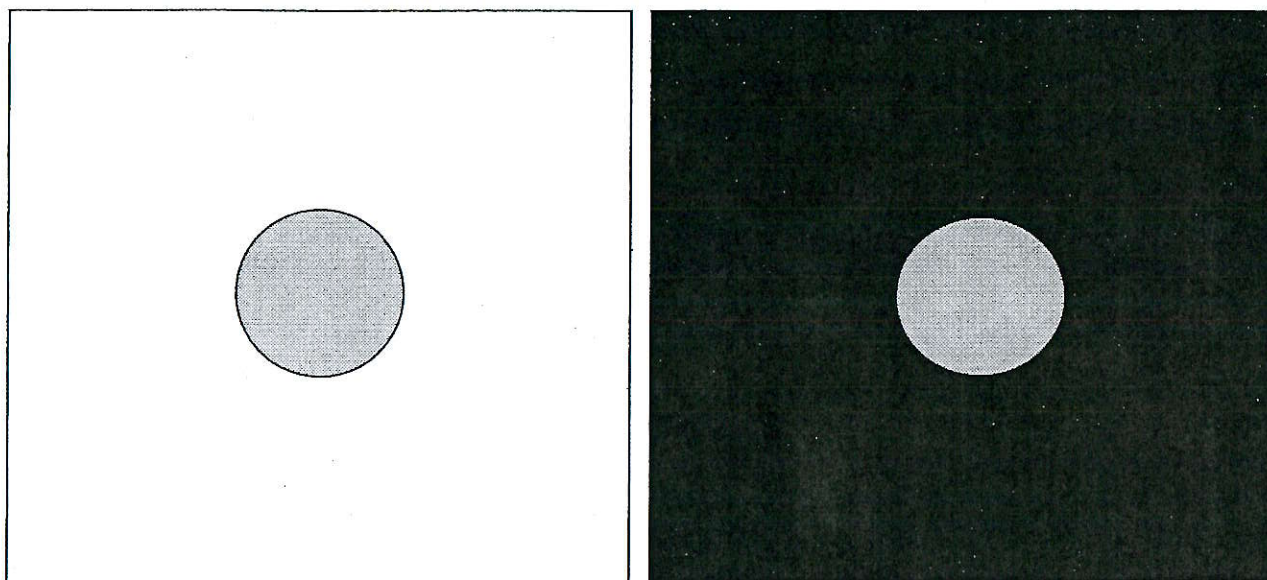
REVUES : BULLETIN DU COMITE FRANCAIS DE CARTOGRAPHIE, MAPPEMONDE

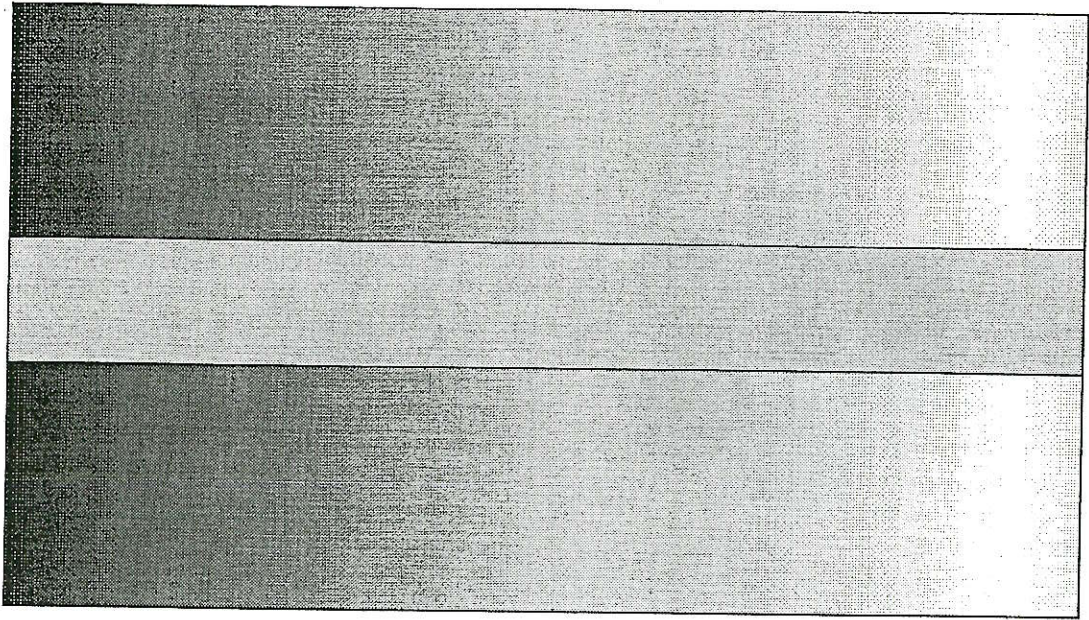
La perception visuelle

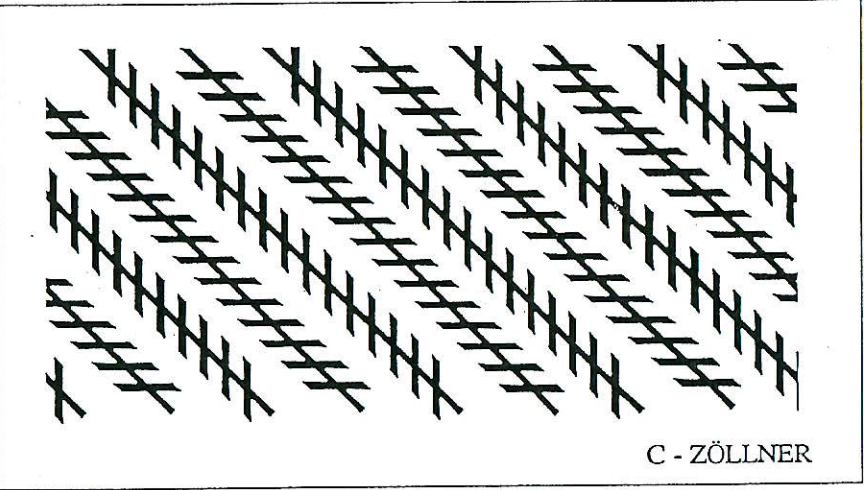
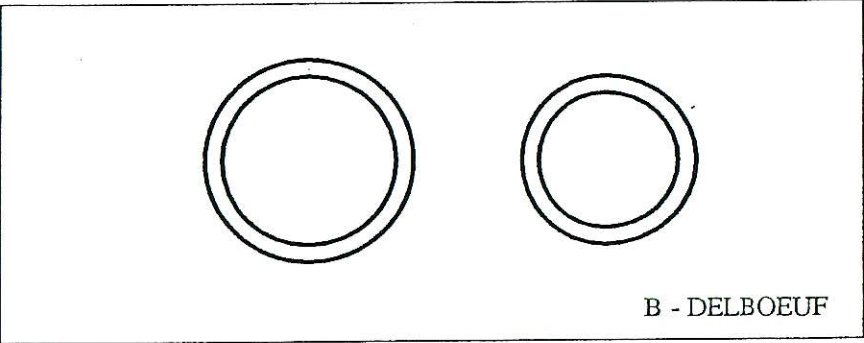
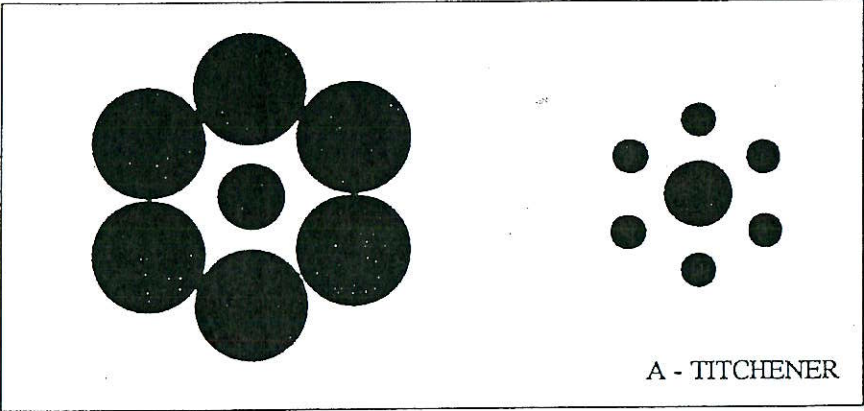
Philippe QUODVERTE

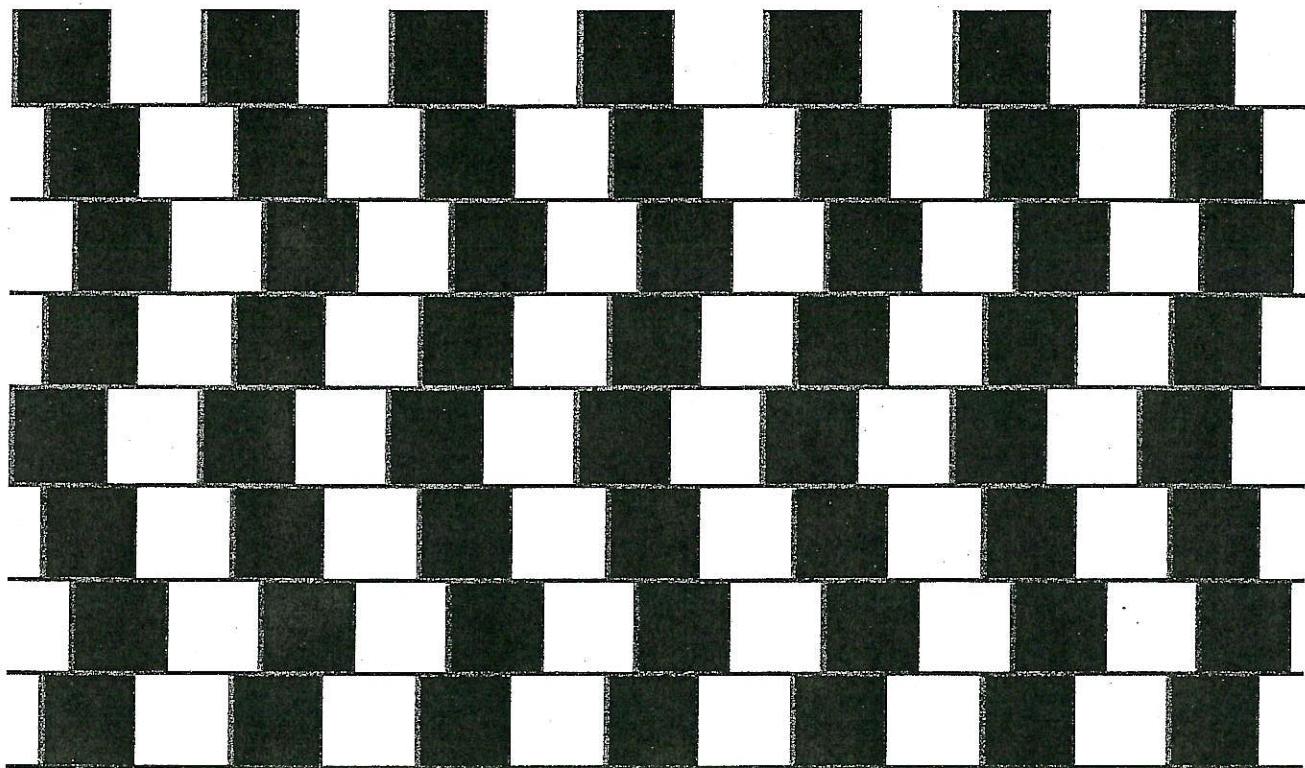


CONTRASTE DE CLARTE









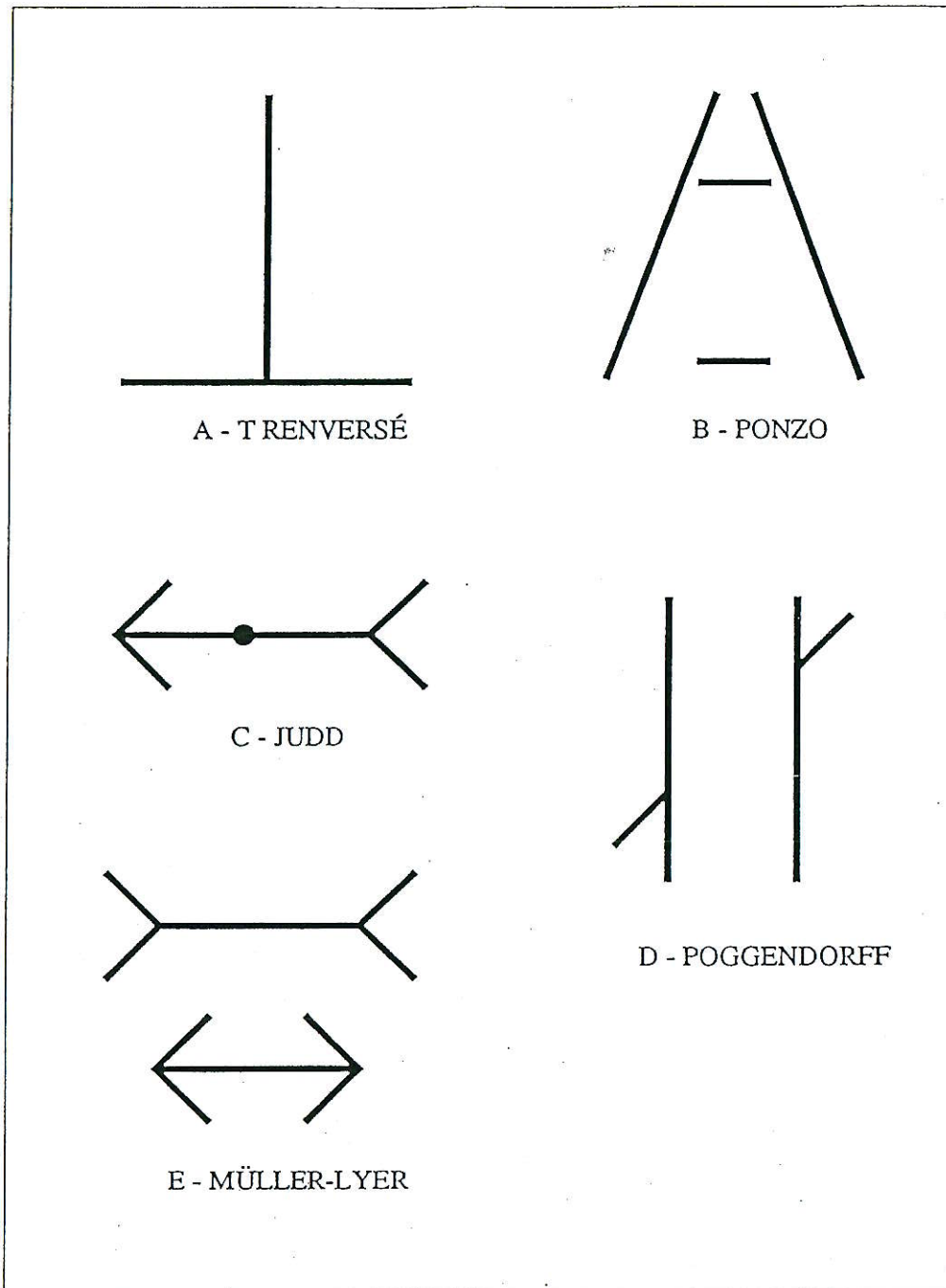
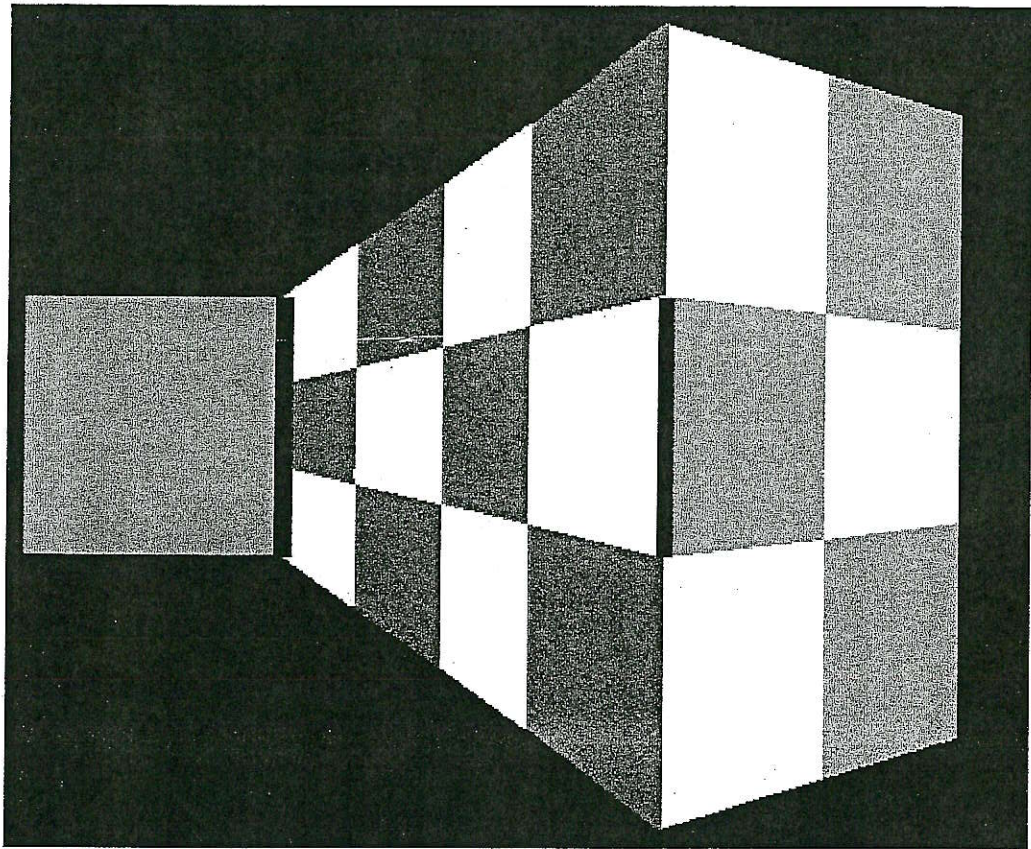
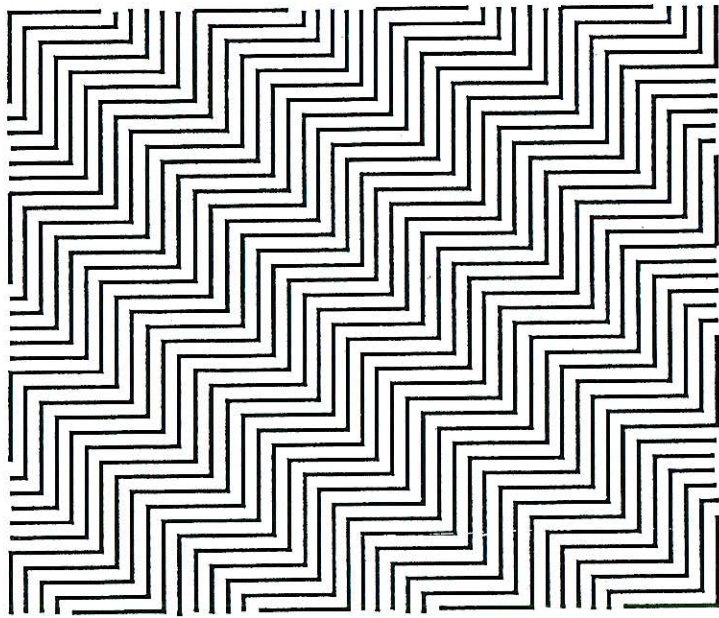
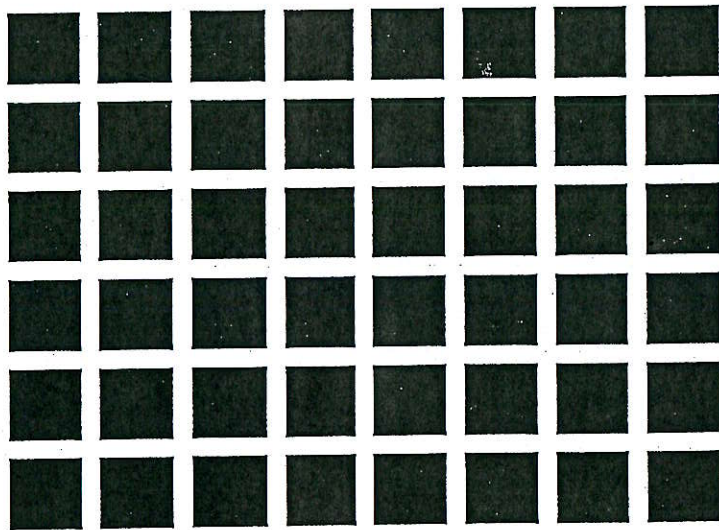


Figure N°... Ces figures montrent la puissance du dessin. Dans chaque dessin un élément est modifié par la présence d'autres éléments : la ligne horizontale par la verticale (A), les flèches (C et E), les deux horizontales par les deux obliques (B) et la diagonale par les deux verticales (D).

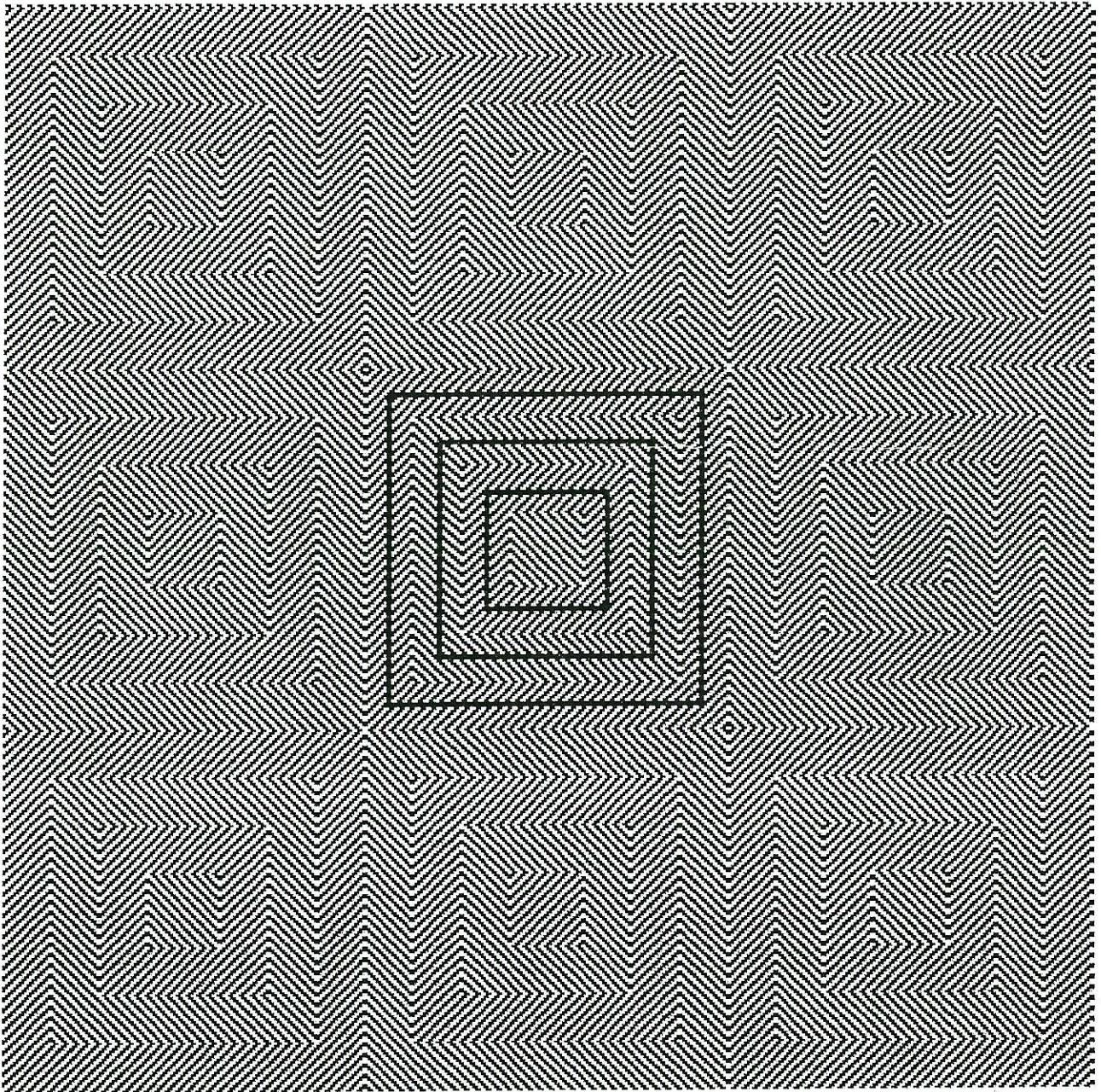


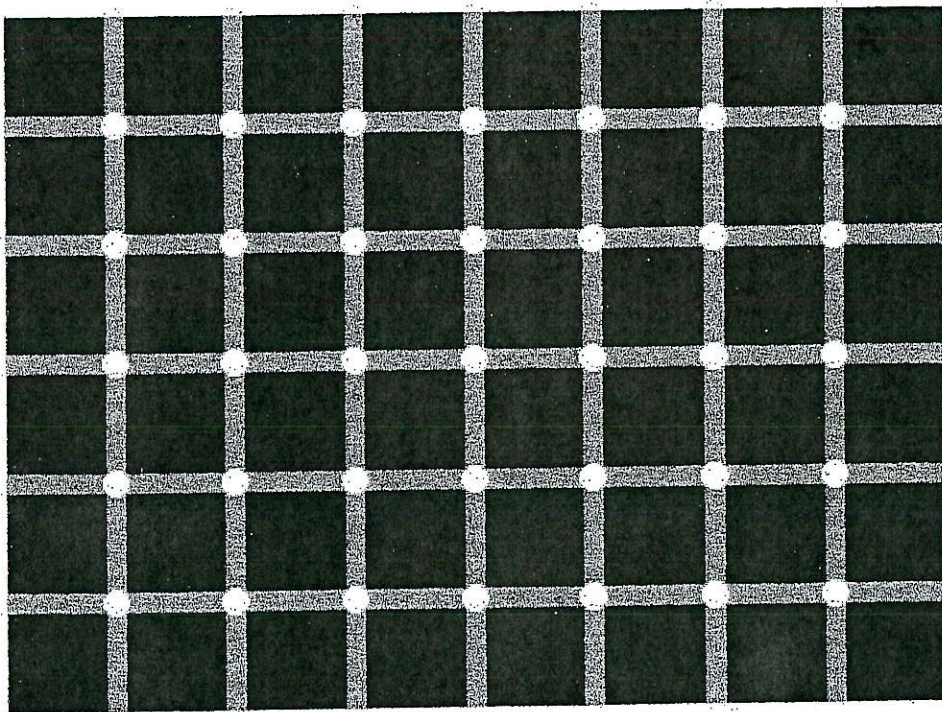


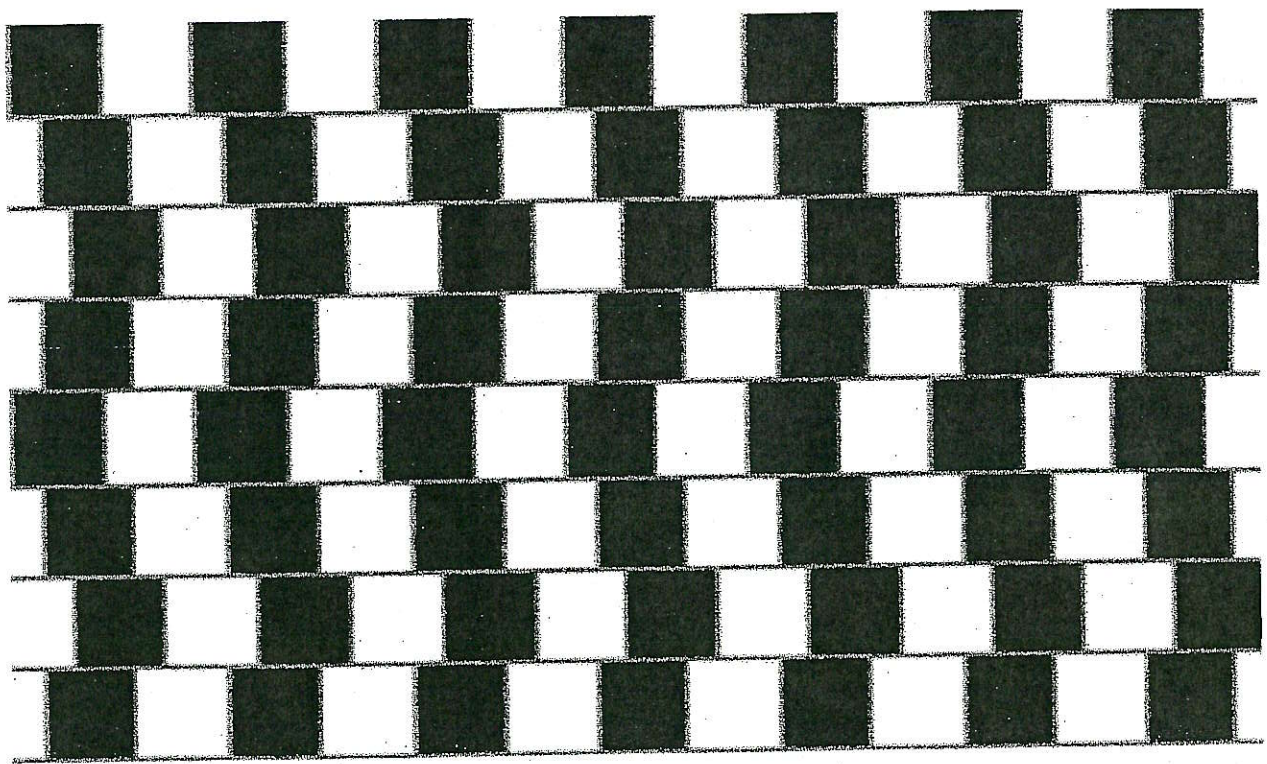
A



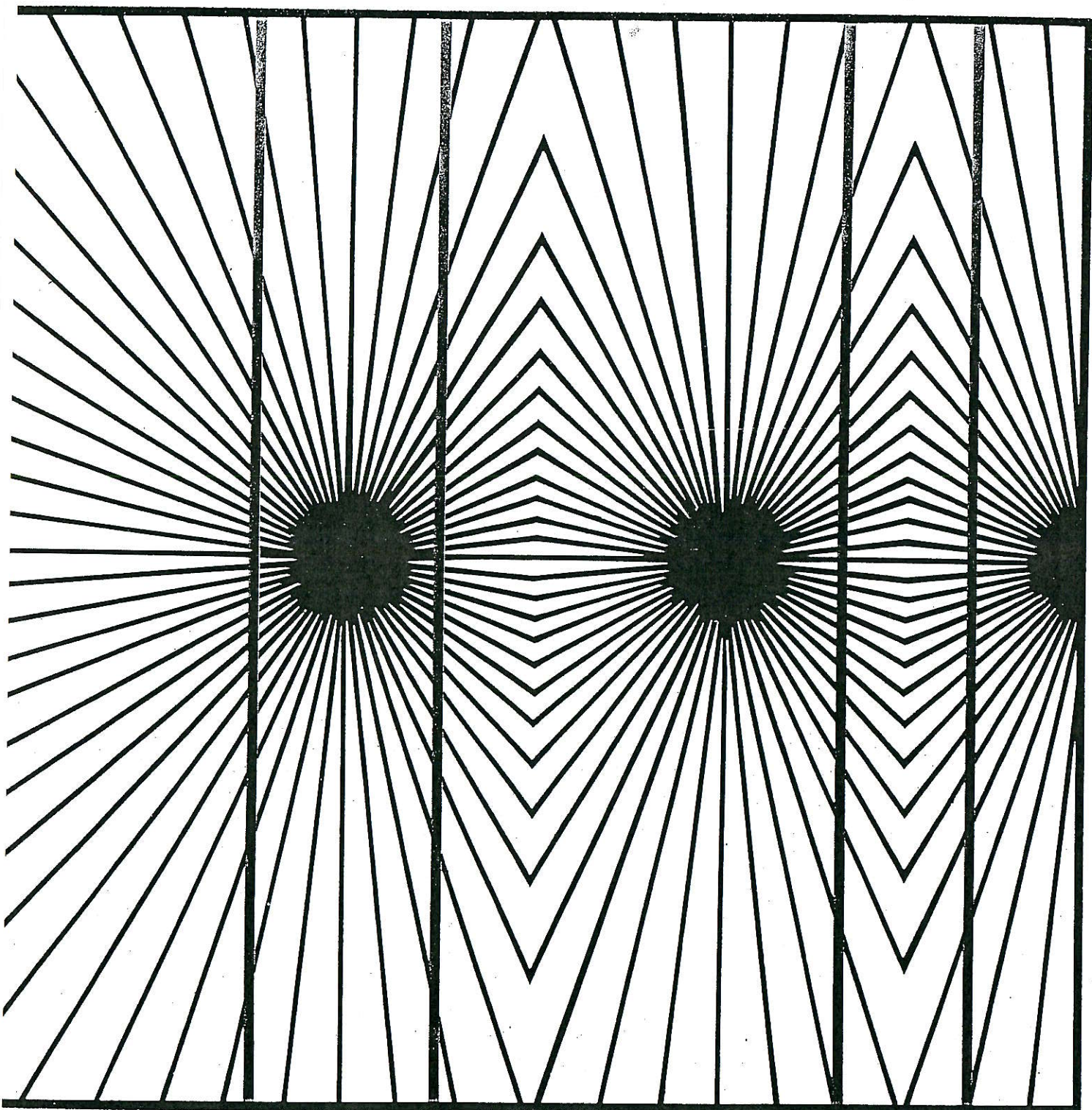
B

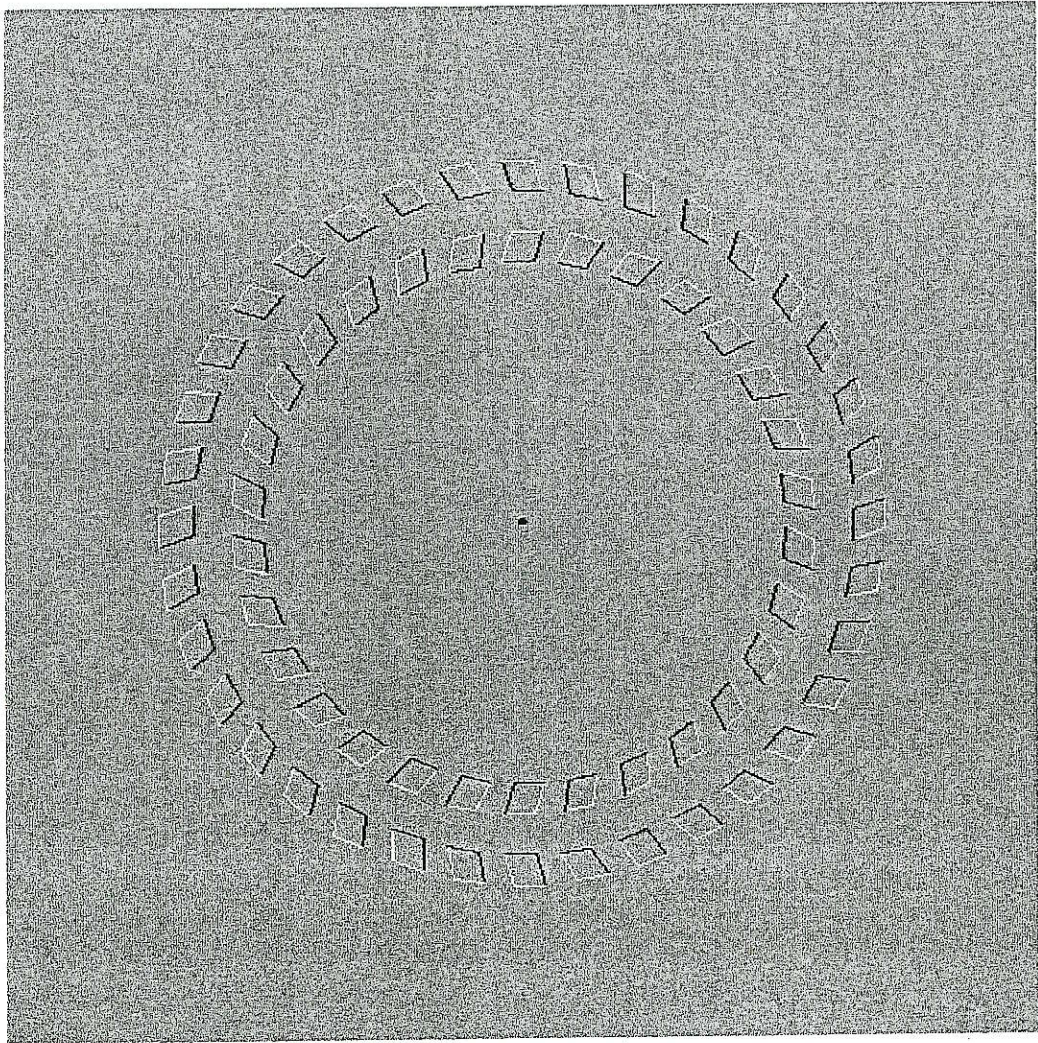


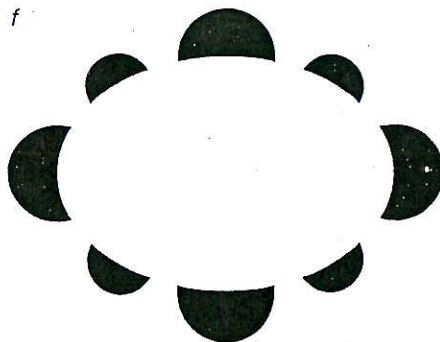
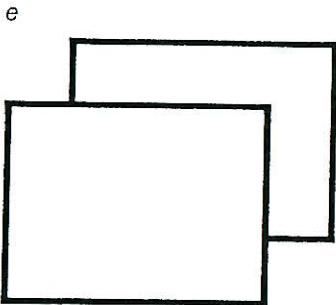
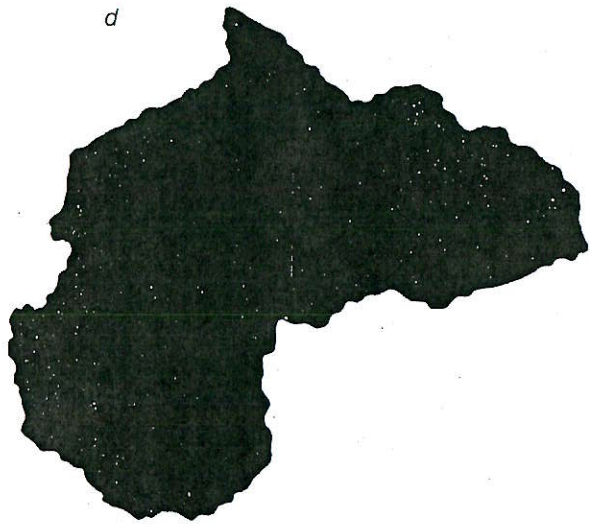
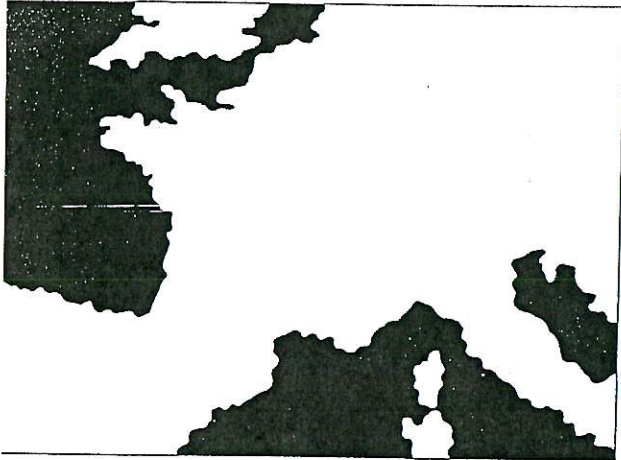
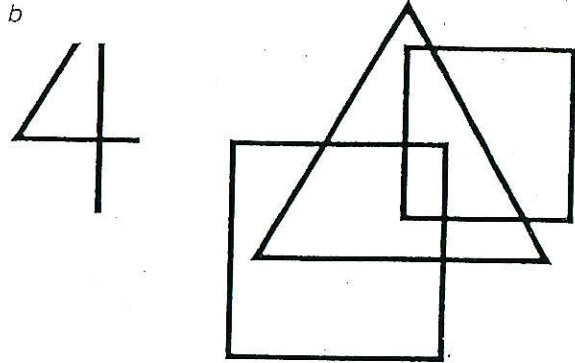
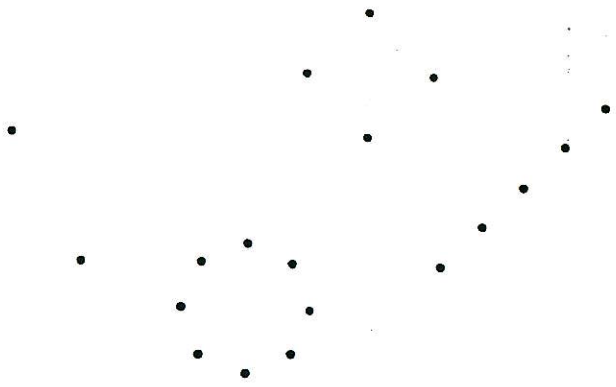




Les lignes sont-elles parallèles ou courbées?

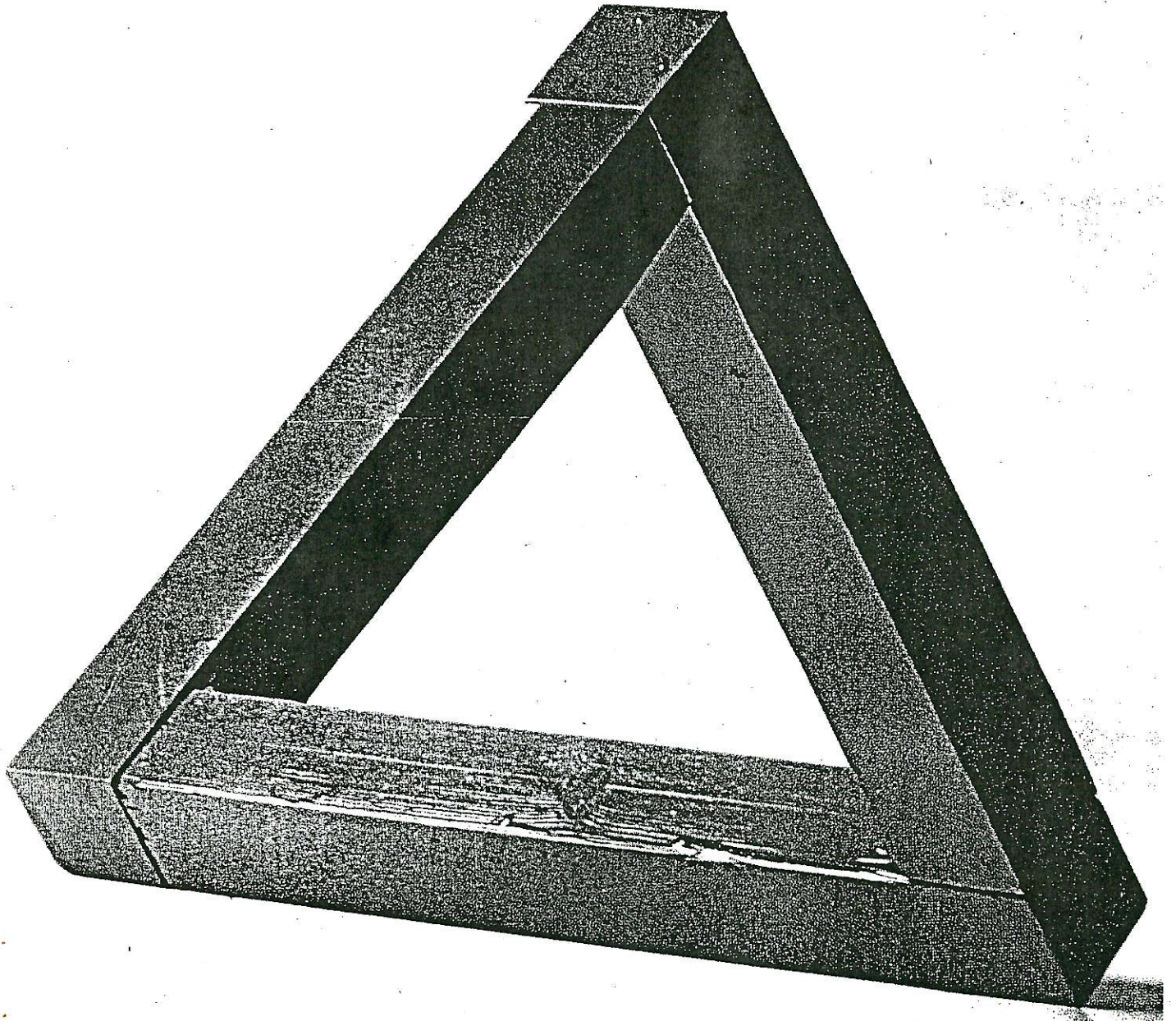






LE RÔLE LIMITÉ DE L'IMAGE RÉTINIENNE dans la perception visuelle des formes est illustré par ces six exemples. En *a*, les trois points sur la gauche ne sont perçus comme les sommets d'un triangle que si le système perceptif les organise en une même unité; en présence de six points (*à droite*), le triangle peut ne pas être perçu. En *b*, le chiffre 4 (*à gauche*) ne sera pas vu comme tel si le système perceptif ne relie ses lignes constitutives avec d'autres lignes pour former d'autres ensembles (*à droite*). En *c*, la forme familière de l'Europe continentale est plus difficilement perçue si le fond (dans cet exemple, masses d'eau environnantes) est considéré comme la figure. De *e*, en *d*, le continent africain peut ne pas être reconnu si l'on n'est

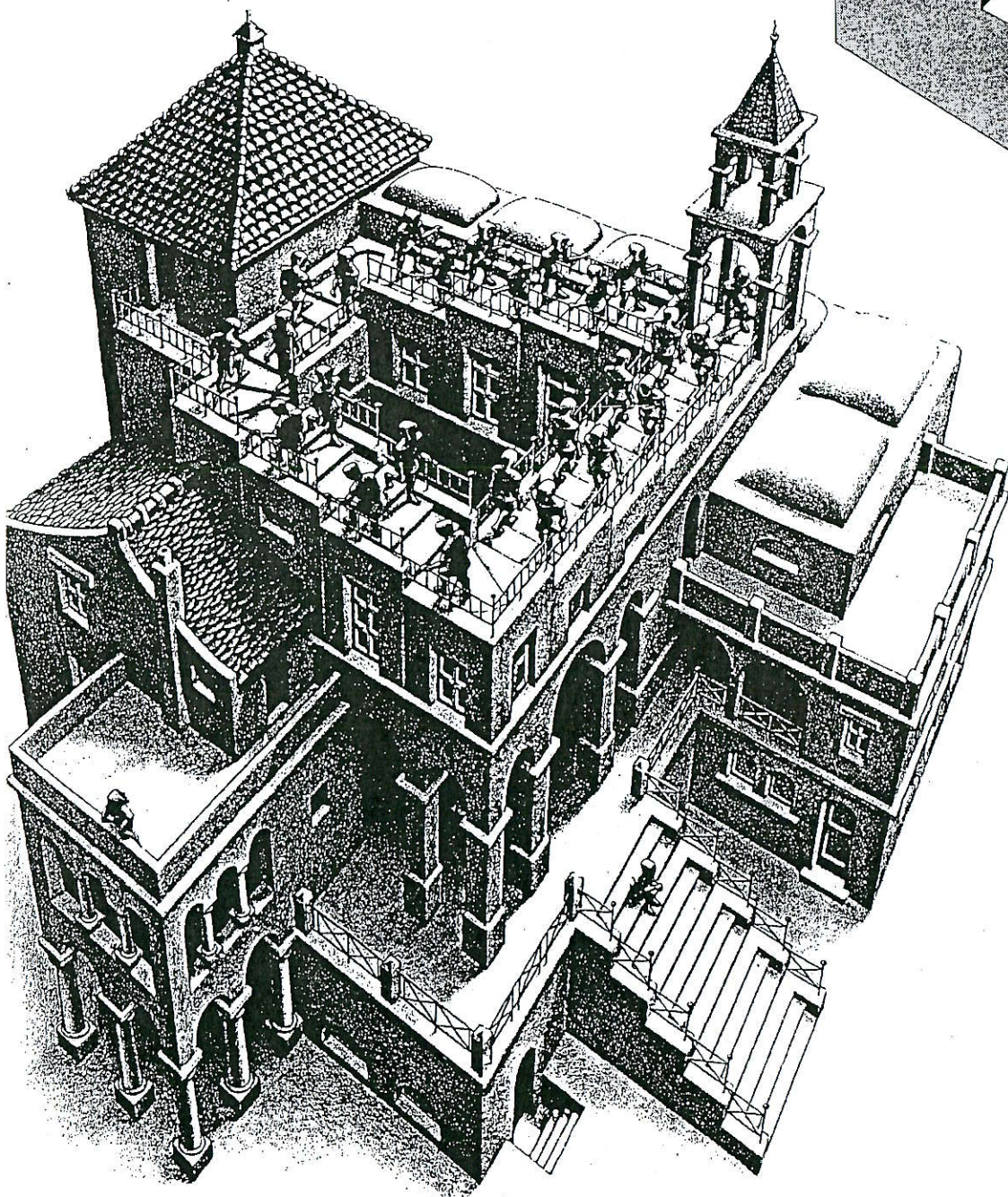
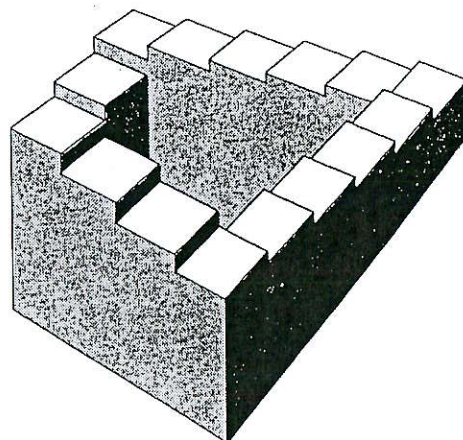
pas conscient que le sommet de la figure (c'est-à-dire le Nord) se trouve sur la gauche. Ces quatre exemples montrent que la simple présence d'une image rétinienne particulière est suffisante pour rendre compte de ce qui est perçu. En *e*, deux formes rectangulaires, dont l'une recouvre et cache l'autre, sont vues comme deux rectangles complets, même si l'une d'entre elles est en réalité incomplète. En *f*, un contour subjectif est facilement perçu même en l'absence d'une transition abrupte entre lumière et ombre, transition généralement considérée comme la stimulation nécessaire à la perception des contours. Les deux derniers exemples montrent qu'une image rétinienne exacte ou complète n'est pas indispensable à une bonne perception.

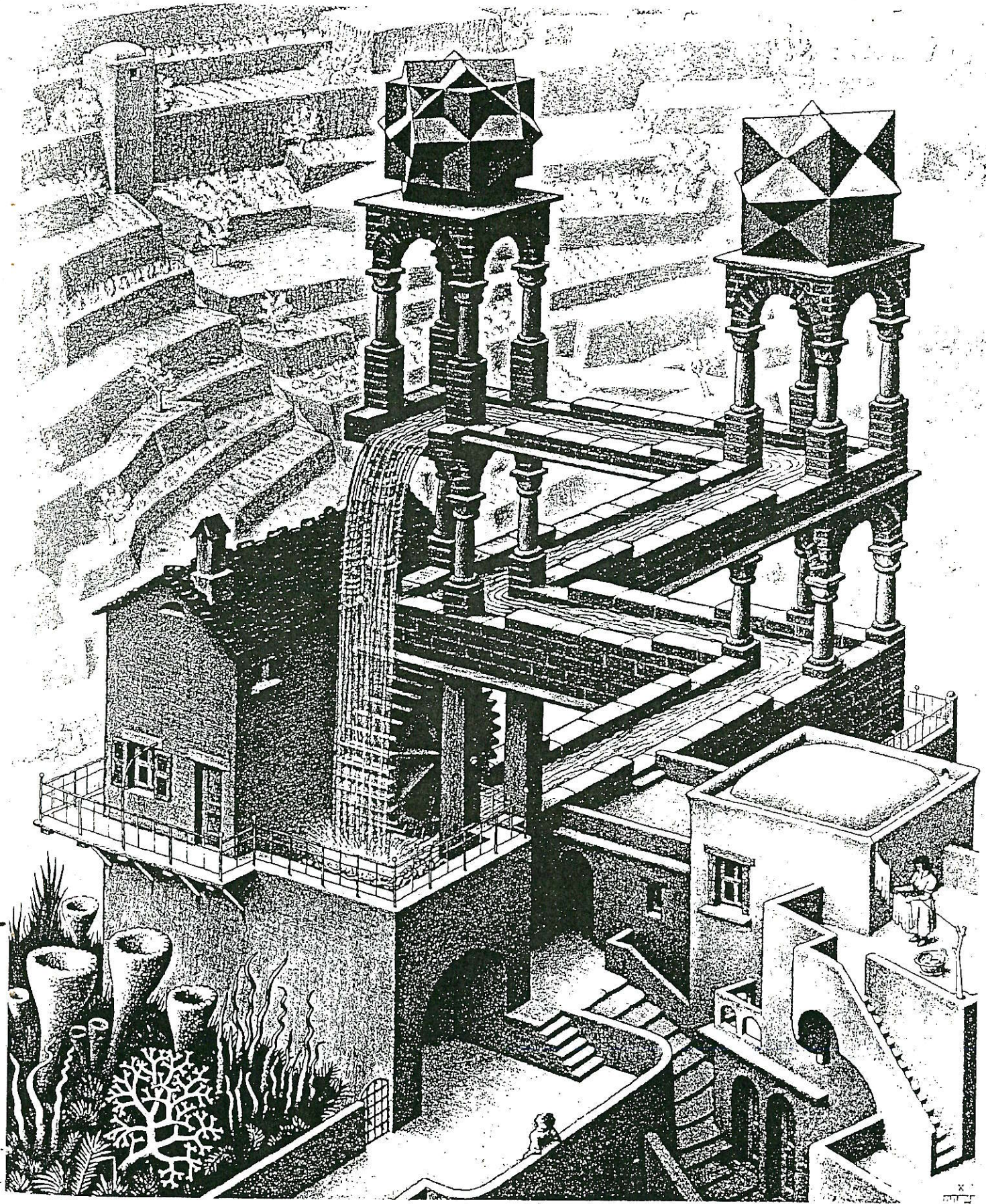


Triangle impossible : version
tridimensionnelle due à Richard Gregory

"Montant et Descendant", lithographie du célèbre artiste de l'illusion M.C. Escher, montrant le mouvement ascendant et descendant dans un escalier sans fin.

Dessin d'après Penrose, sur lequel est fondée la lithographie d'Escher. Il montre la structure fondamentale de la construction impossible.

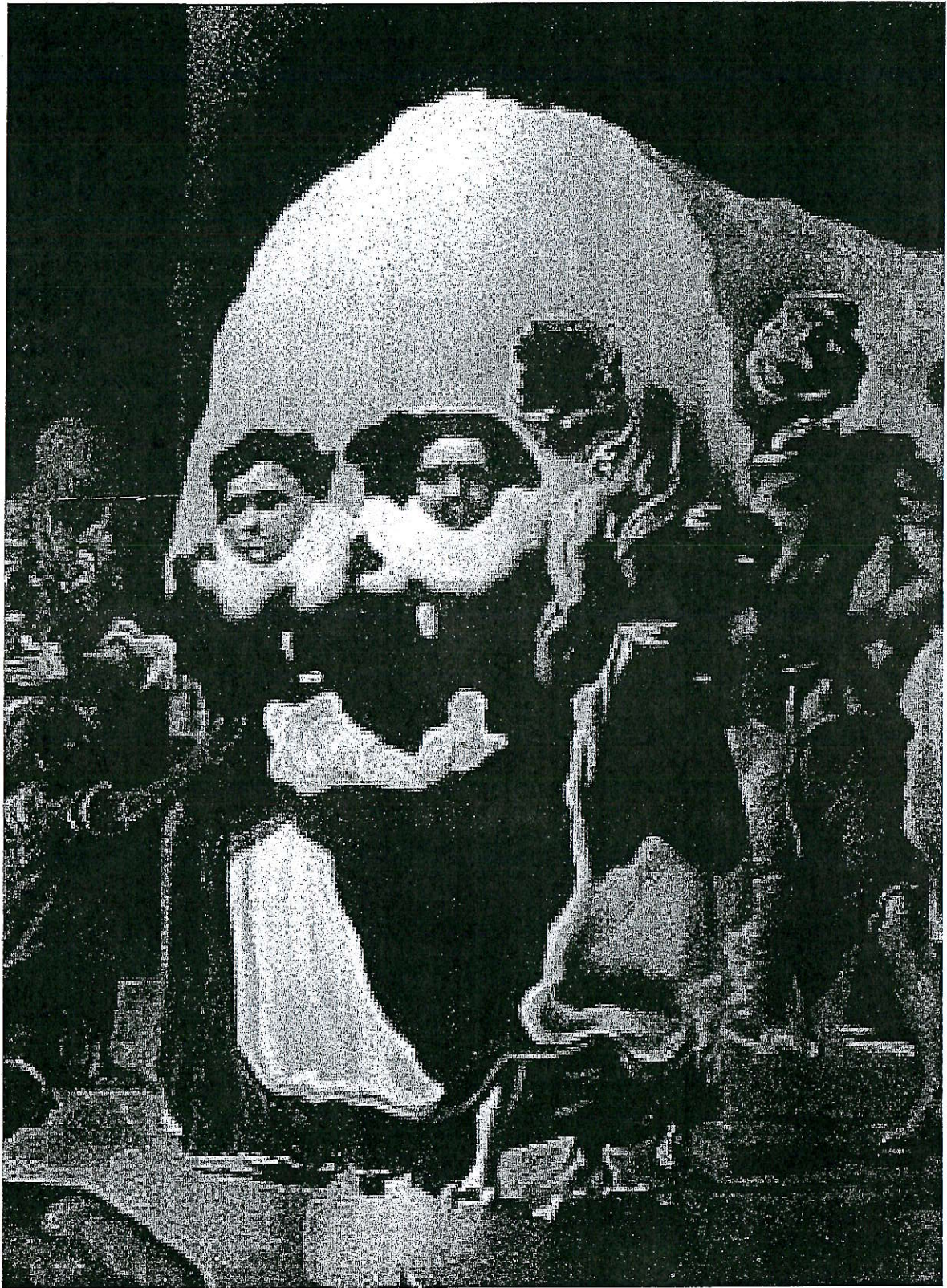




"La chute d'eau", lithographie de M.C. Escher, qui repose sur la réunion de deux triangles impossibles. La chute d'eau forme un jambage de chaque triangle.

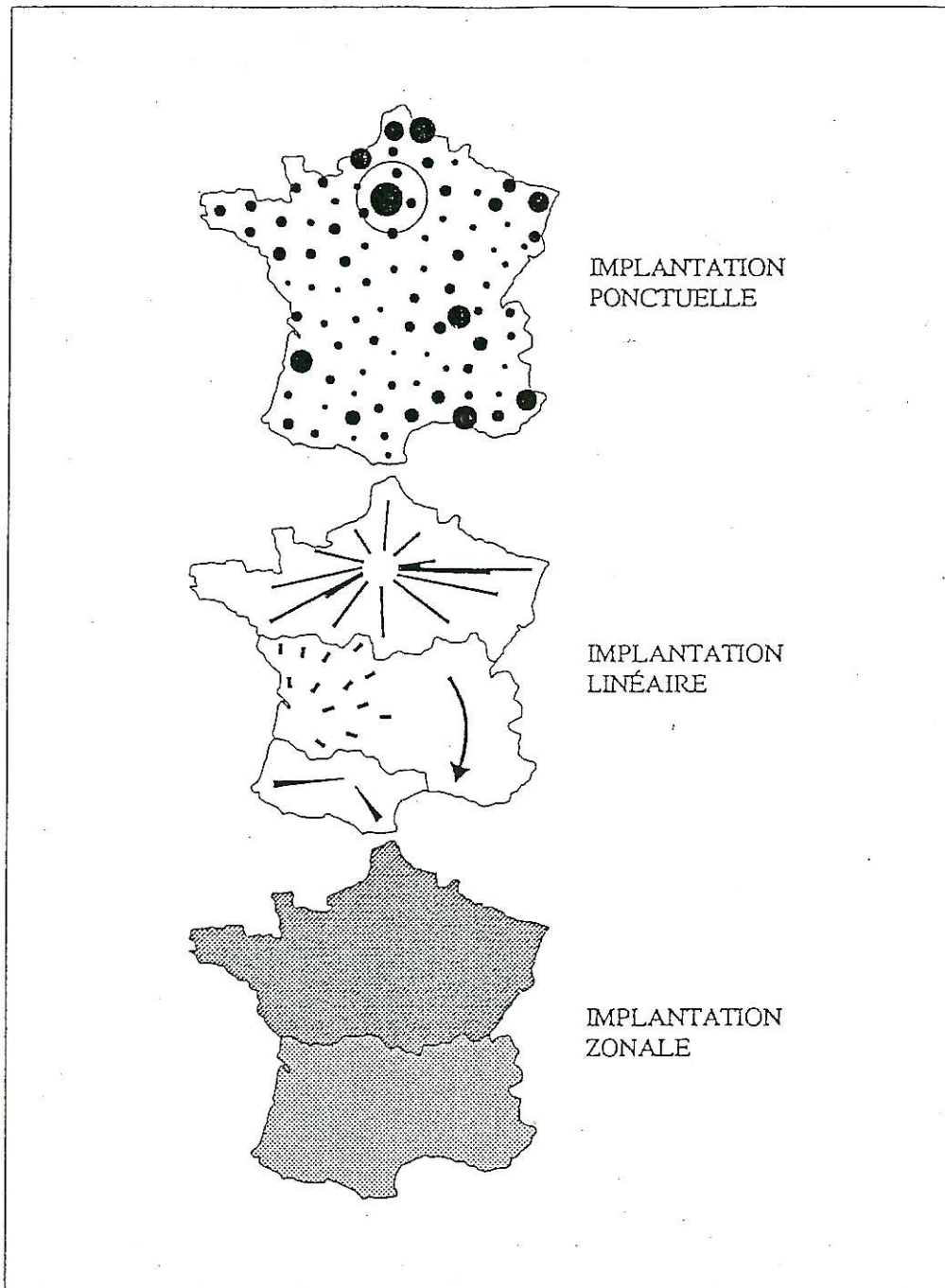






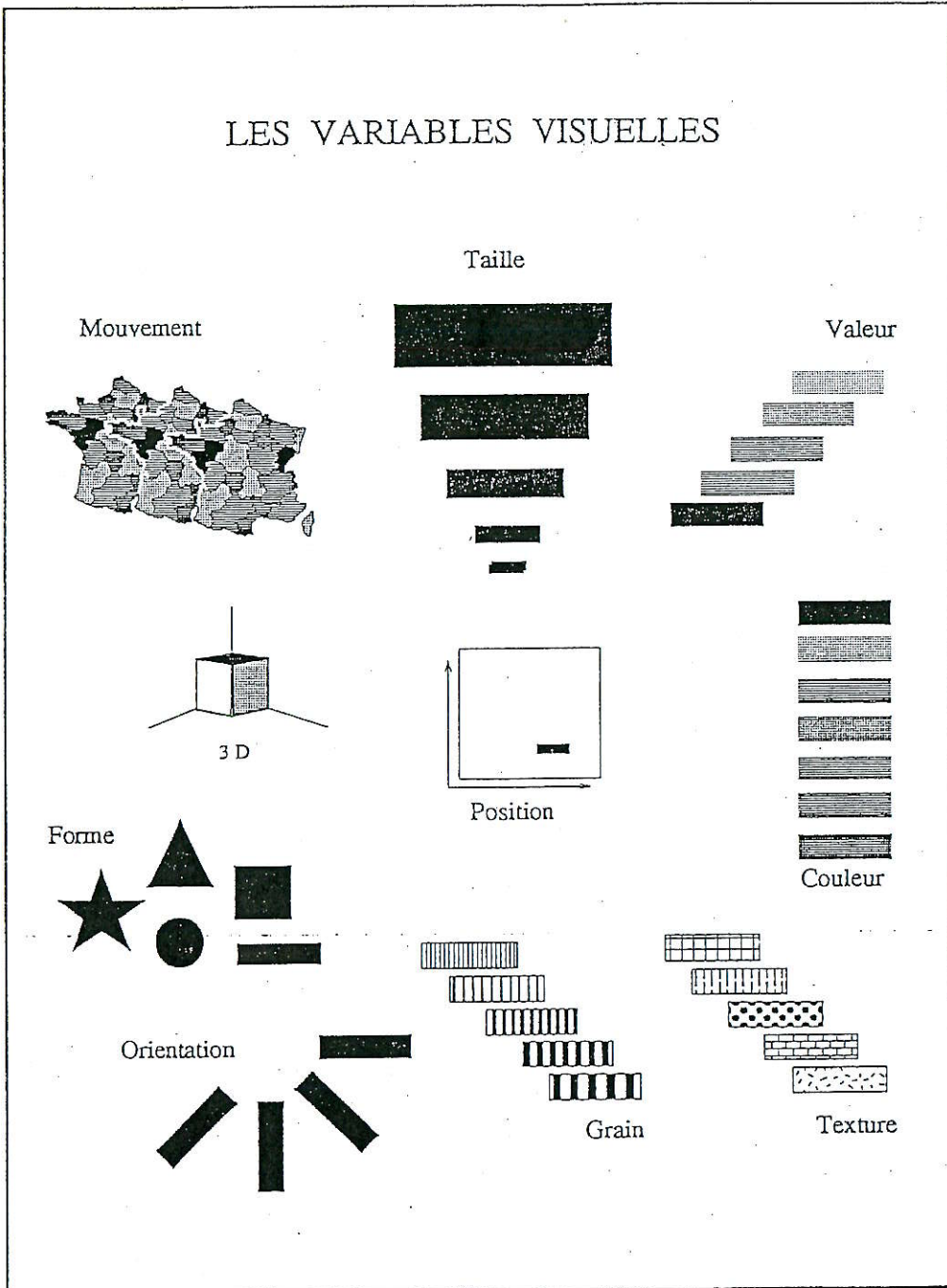


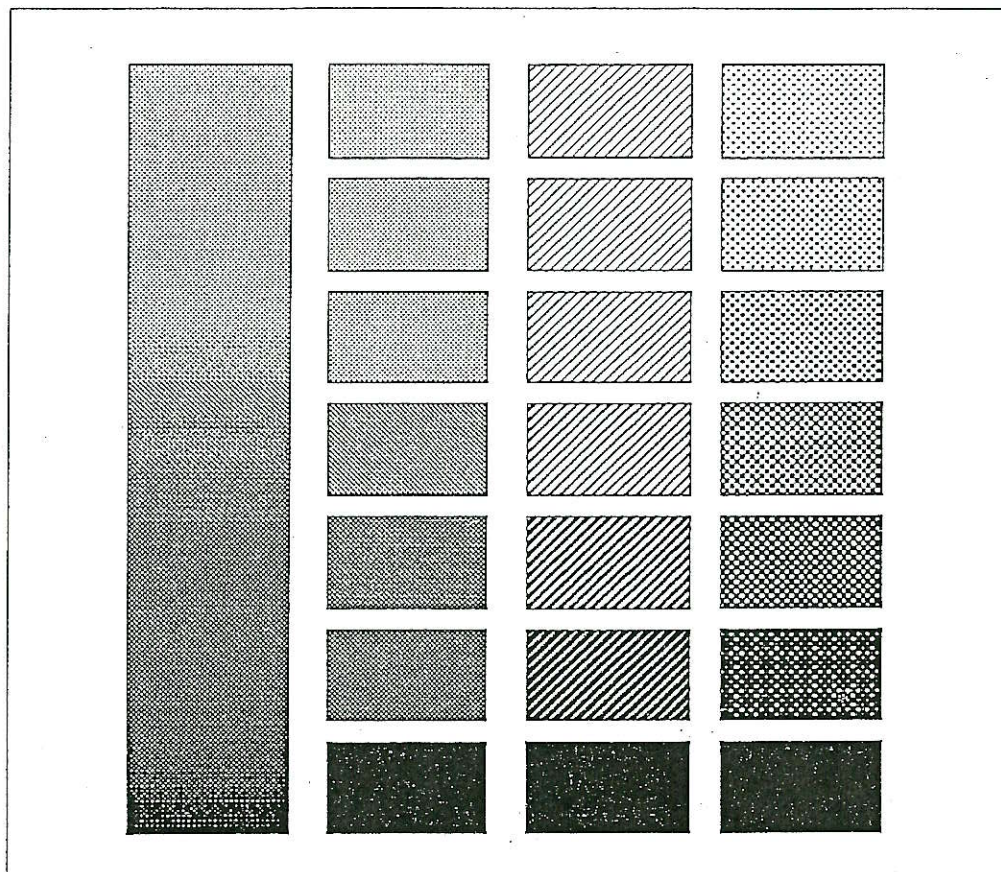
La semiologie graphique

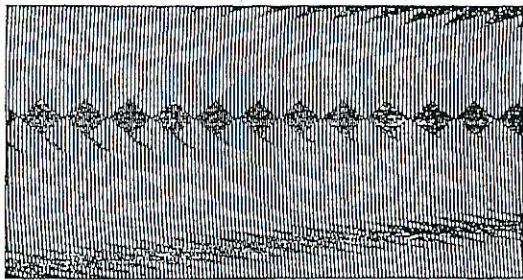
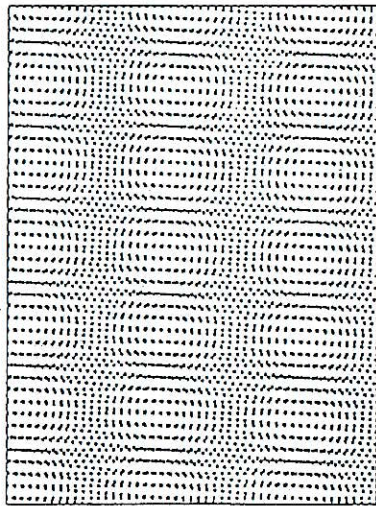
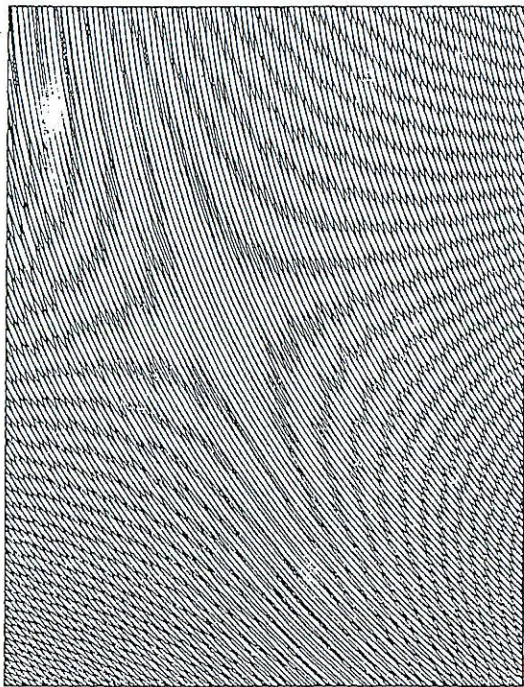
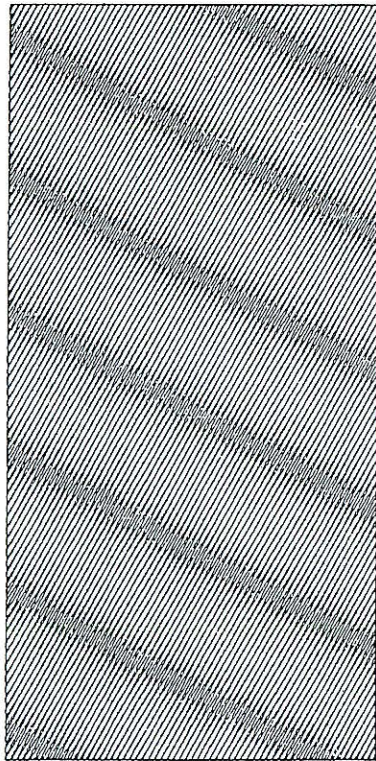
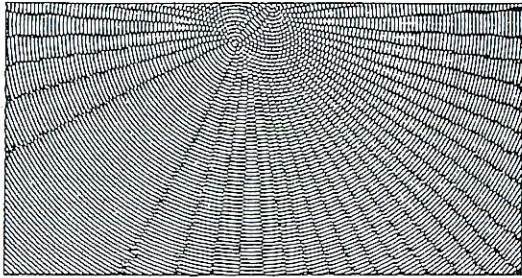


... Dans le plan les signes peuvent être représentés en implantation ponctuelle, linéaire ou zonale. On y associe ensuite les variables visuelles (taille, valeur, grain, texture, couleur, orientation, forme, position).

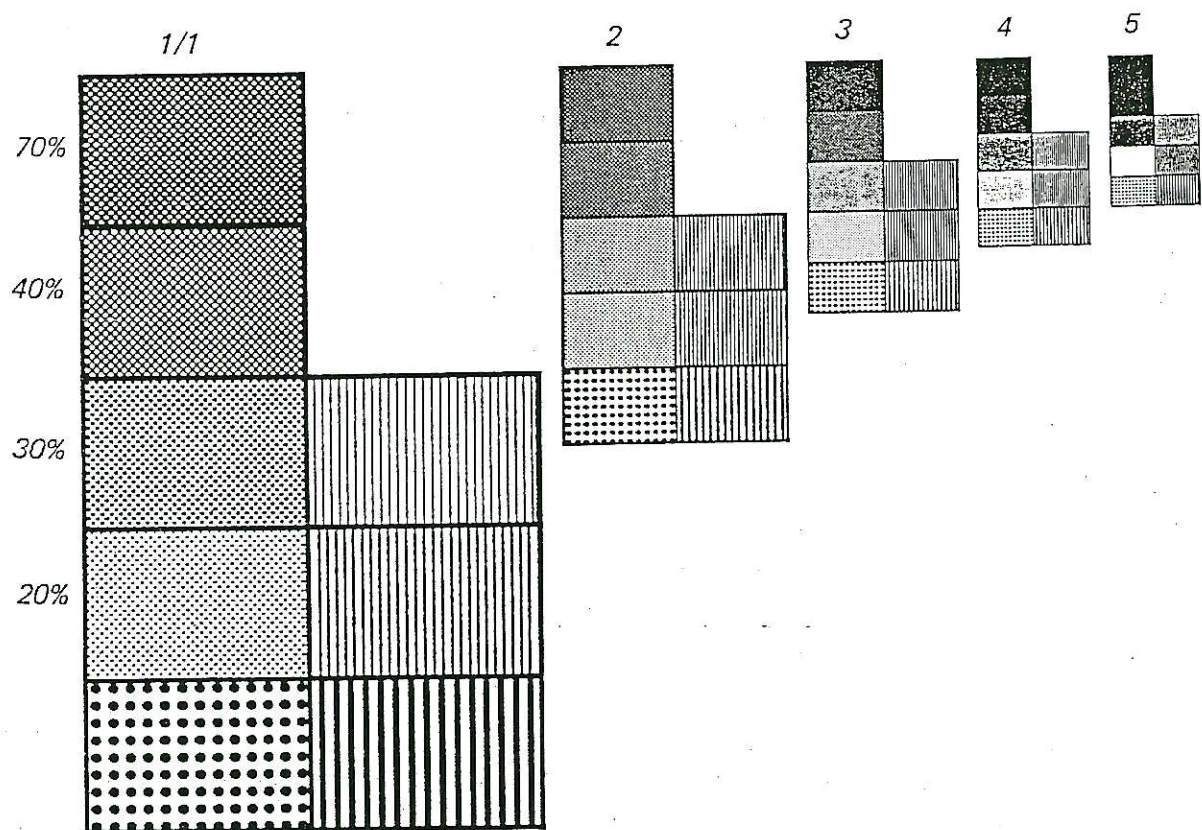
LES VARIABLES VISUELLES







Quelques Coefficients de Réductions des trames adhésives courantes (genre Mécanorma ou Lettraset 30 lignes points).



Les couleurs évoquent un sentiment

Gauguin a écrit : "Il existe des tons nobles, d'autres communs, des harmonies tranquilles, insolentes, d'autres qui excitent à la hardiesse".

Une récente enquête portant sur 21 060 observations montre chez les adultes une préférence marquée pour le bleu, puis par ordre décroissant, le rouge, le vert, le violet, l'orangé, et le jaune. Les enfants préfèrent le rouge.

Le bleu (1)

De faible luminosité, est souvent choisi comme fond pour mettre en relief des détails hautement colorés. Le bleu donne une impression de douceur, de merveilleux, d'inaccessible, de rêve.

Le rouge

Est une couleur dynamique, agressive, puissante qui "avance" vers le spectateur. Le rouge domine toutes les autres couleurs et par conséquent attire le regard en priorité.

Le vert

Mélange d'une couleur chaude (le jaune) et d'une couleur froide (le bleu), invite au calme, au repos. Certaines tonalités sont particulièrement favorables à des sensations de plénitude et d'euphorie.

Le violet

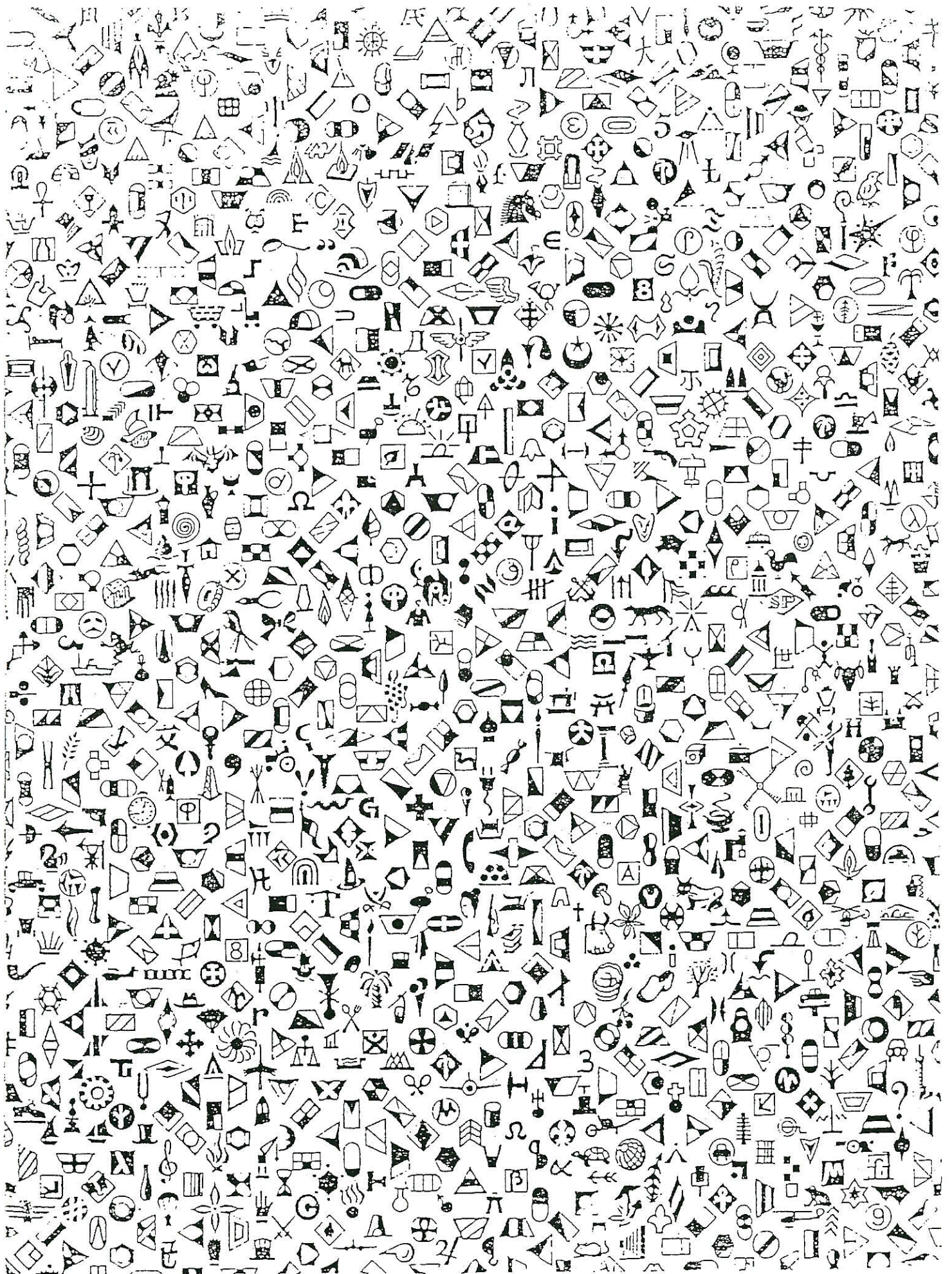
Couleur mélancolique, provoque souvent un sentiment de retenue et d'insatisfaction. Parfois riche (symbole d'apparat), le violet est quelquefois déplaisant.

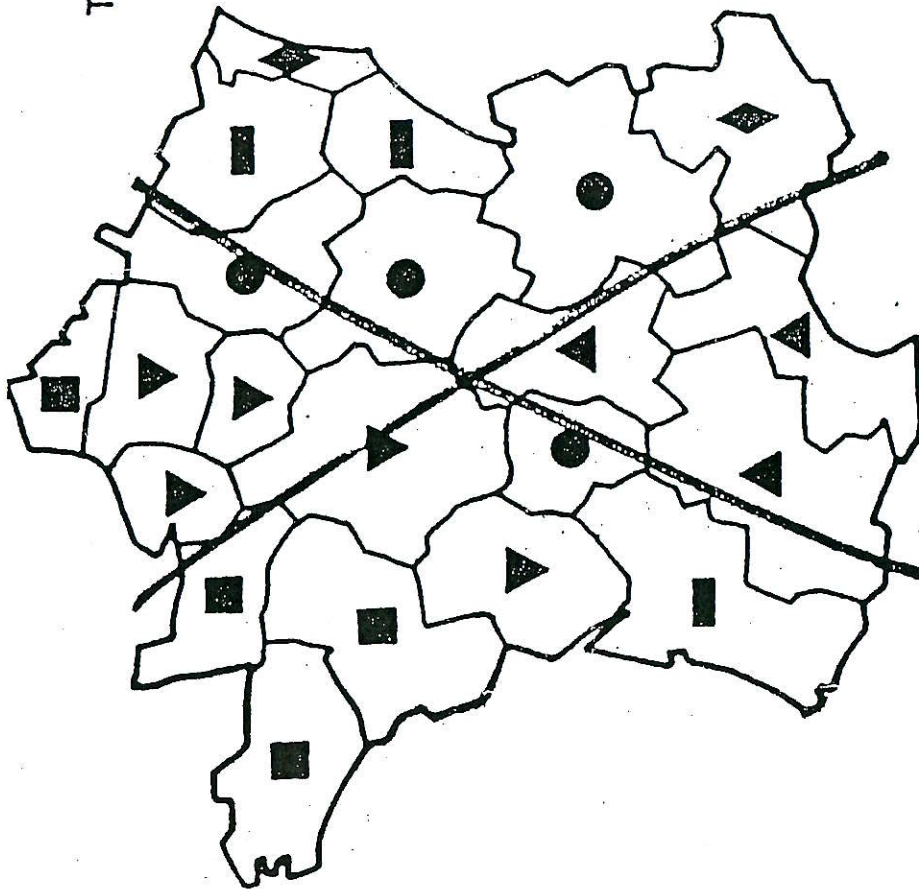
L'orangé

Possède une certaine puissance hypnotique. Avec une faible proportion de rouge, l'orangé évoque un sentiment plaisant, mais devient violent à mesure que la teneur en rouge augmente. L'orangé évoque la splendeur, le progrès, le soleil, la santé.

Le jaune

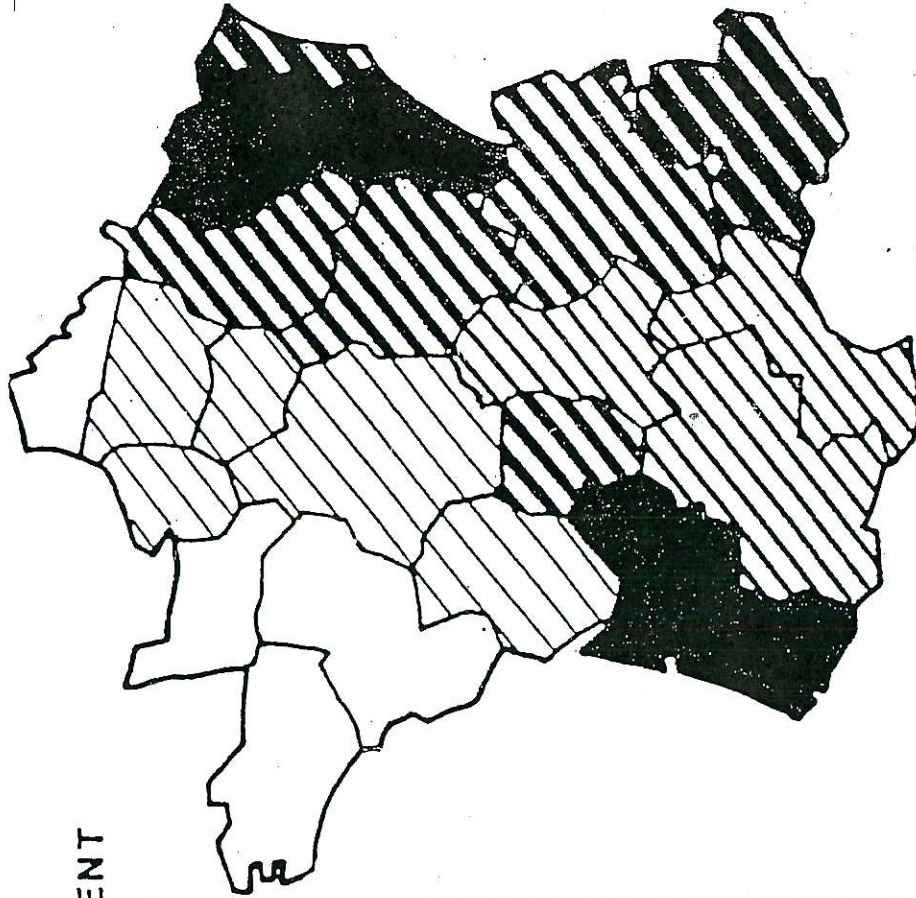
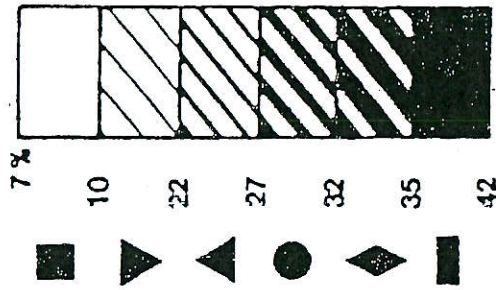
Donne une impression de chaleur, de lumière, de plénitude, de repos.





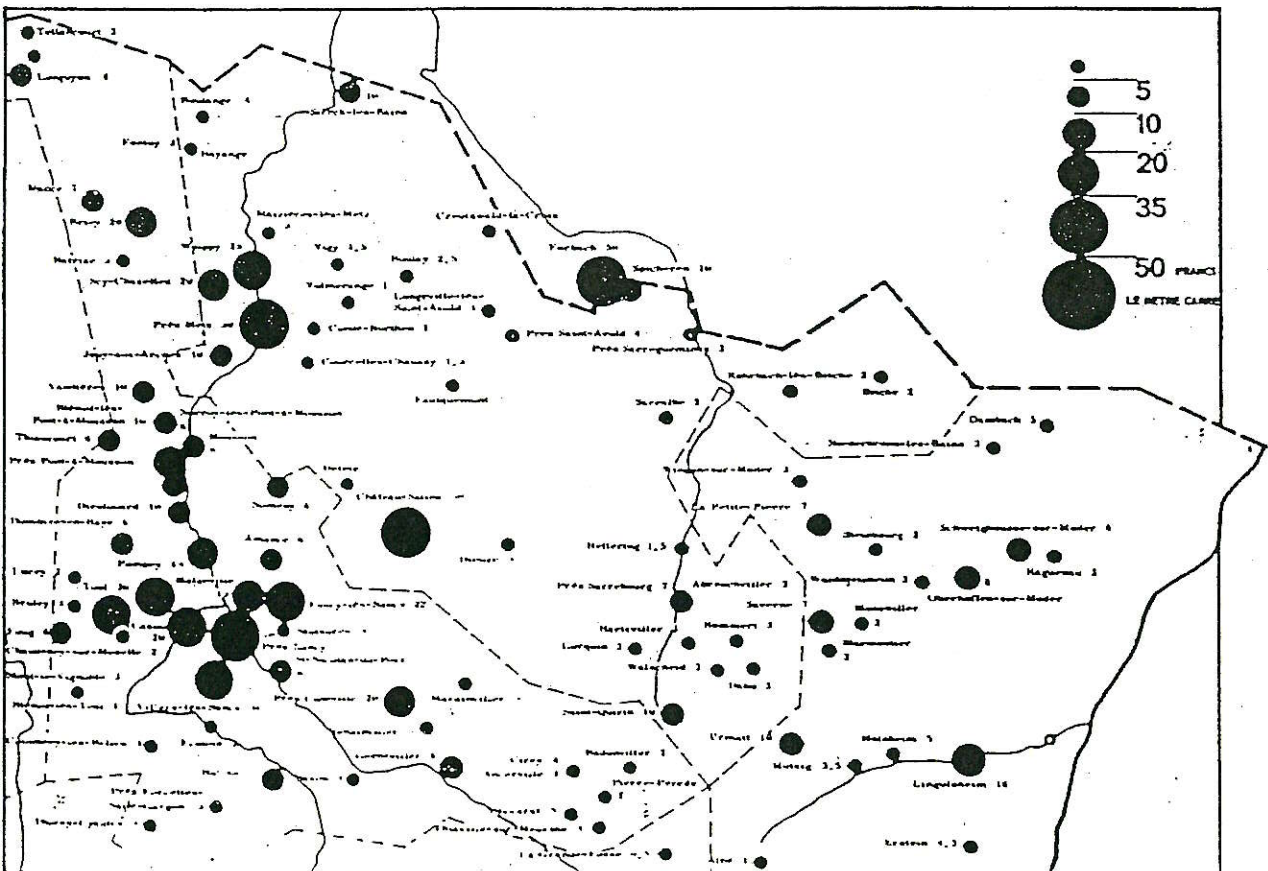
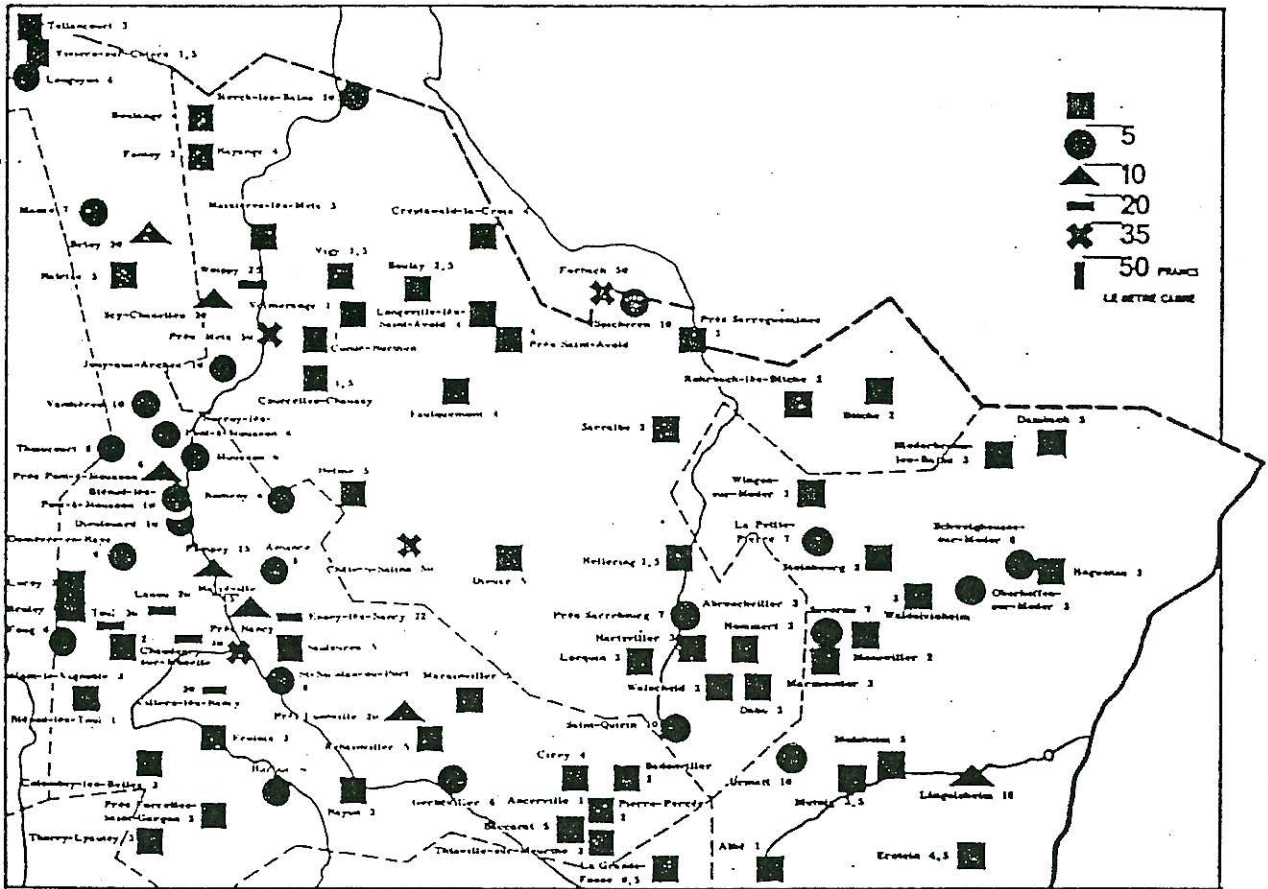
1

TAUX DE BOISEMENT
pour 100 km²



2

OU SE TROUVENT LES RÉGIONS BOISÉES ?



La conception de cartes thématiques

Philippe Quodverte

-----LA CRITIQUE DE CARTE.

1. LE PUBLIC DE LA CARTE.

- Quel est le public de la carte?
- La carte est-elle adaptée au public ciblé?
(niveau de compréhension).

2. LE CONTENU DE LA CARTE (examen du "fond").

- Quels sont les thèmes traités?
- Quels sont les niveaux de complexité et de compréhension:
 - . de la carte elle-même,
 - . du titre,
 - . de la légende,
- Quelle est la position de la carte dans le texte (quel est son rôle, son importance, sa place parmi les autres illustrations)?

3. LA CONCEPTION DE LA CARTE.

- S'agit-il d'une carte d'analyse, de corrélation ou de synthèse?
- Un traitement graphique ou statistique des données a-t-il été effectué?
- Le choix du système de représentation est-il adapté au thème?
- S'agit-il de données qualitatives ou quantitatives?
- Quel est le type d'implantation adopté: ponctuel, linéaire ou zonal?
- La légende est-elle bien rédigée? Est-elle ordonnée, facilement lisible et mémorisable? Quel est son niveau de complexité?
- Le titre est-il bien rédigé, compréhensible, efficace?
- Présence ou non de l'échelle et de l'orientation.
- Présence ou non des sources et du nom de l'auteur.

4. L'EFFICACITE DE LA CARTE.

- La carte répond-t-elle à la question posée?
- La lecture de la carte et le "budget-temps".
- Les différents niveaux de lecture.
- Voit-on apparaître des zones, des regroupements, des phénomènes particuliers sur la carte?

5. LA REALISATION GRAPHIQUE. (examen de la forme).

- La position de la légende à proximité de la carte ou non.
- La mise en page (de la carte, de l'ensemble).
- La place de la carte dans le texte.
- La couleur de la carte par rapports aux autres illustrations de la plaquette ou de l'ouvrage.
- Choix de la typographie (hiérarchie et lisibilité).
- L'aspect d'ensemble de la carte.
- La qualité graphique et la lisibilité des signes.
- La qualité de l'impression ou de la photocopie (altération des trames, des traits, de la couleur).

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 ?

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

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'oeil 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

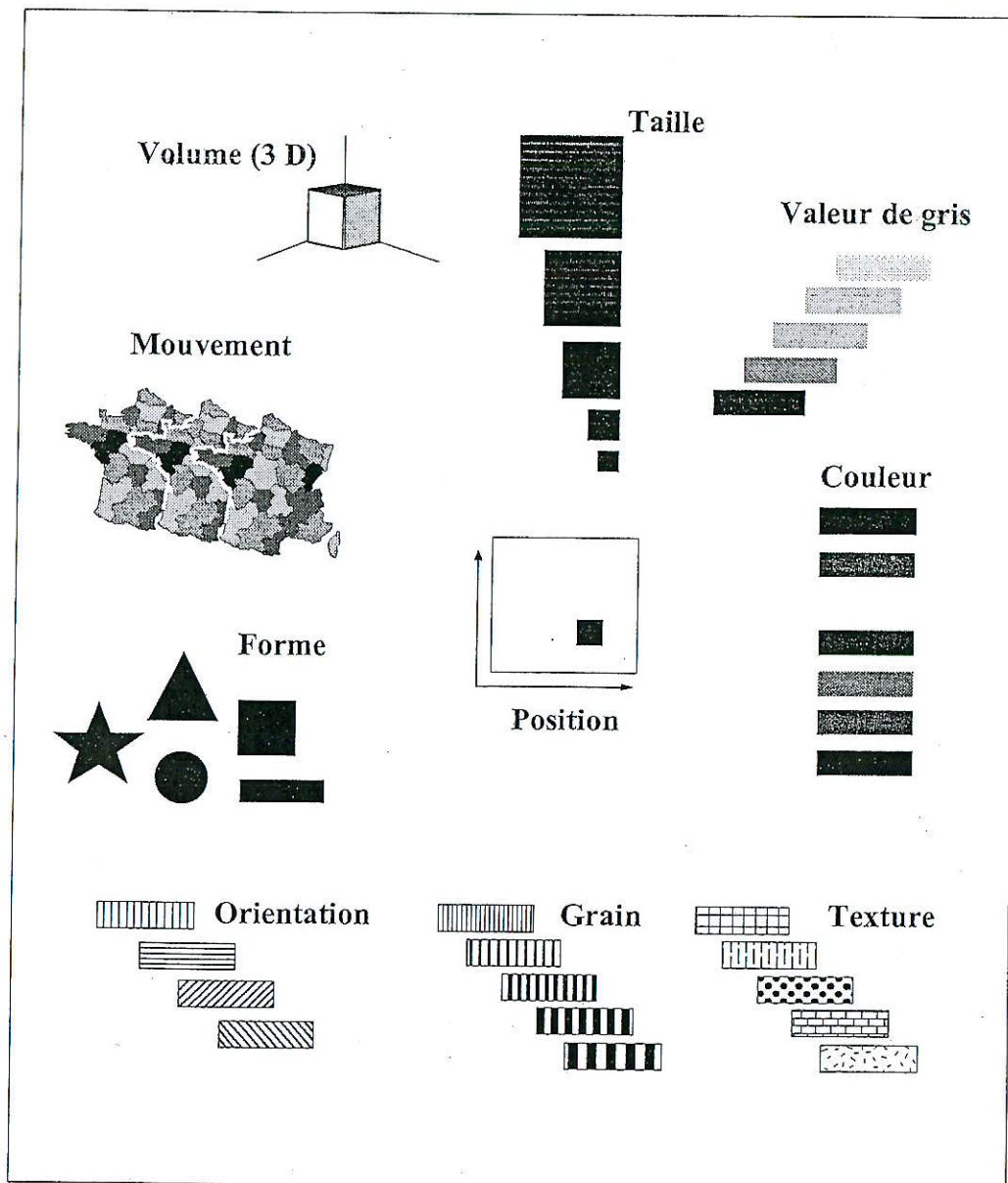


Figure N° 2 - Les variables visuelles

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

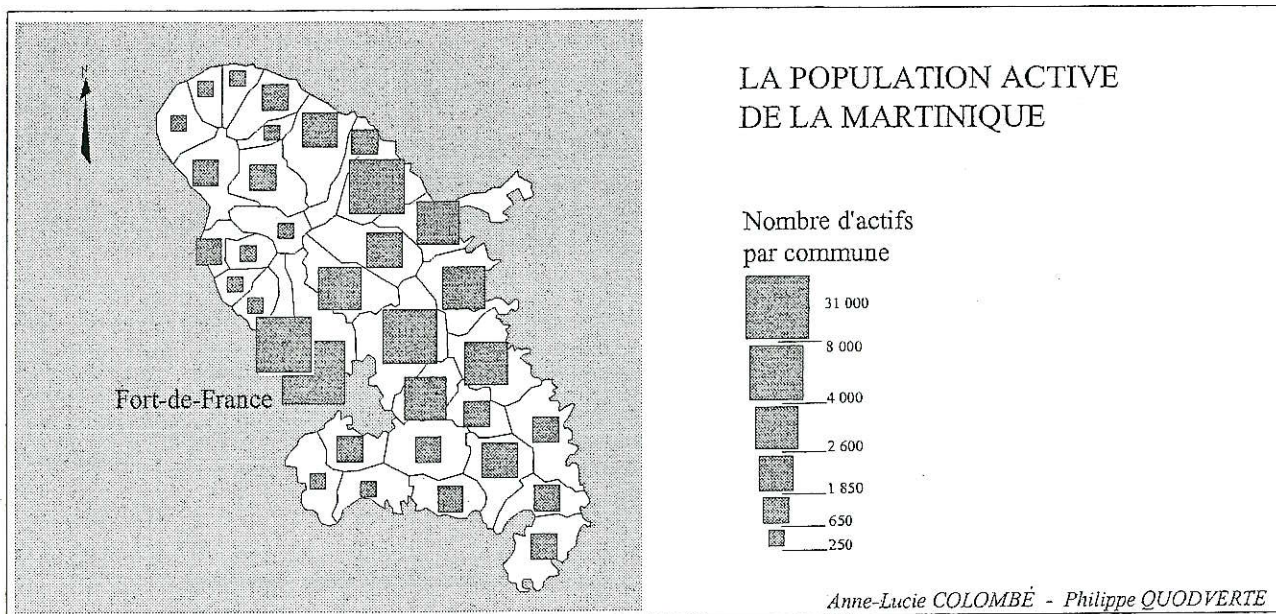


Figure N° 3 - Carte d'analyse. Représentation de données quantitatives (dénombrements) en implantation ponctuelle (utilisation de la variable taille).

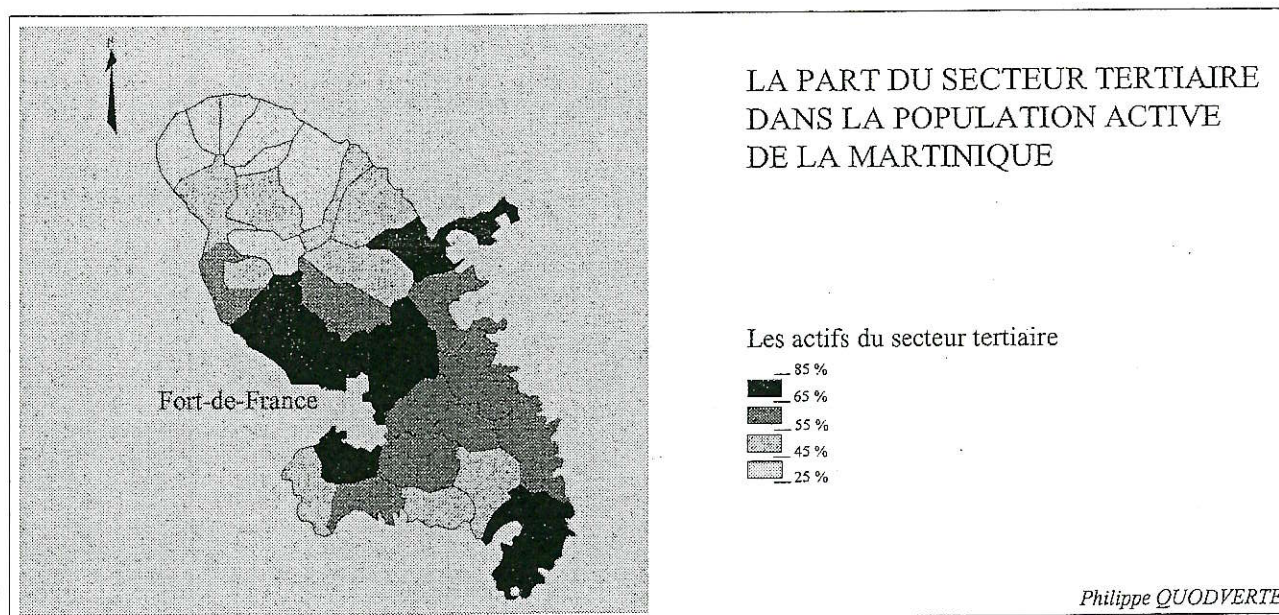


Figure N° 4 - Carte d'analyse. Représentation de données qualitatives en implantation zonale (couleurs ordonnées).

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 d'établir 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 fondre ces données pour déterminer des types (cartes de synthèse).

■ CONCEVOIR DES CARTES DE SYNTHESE

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).

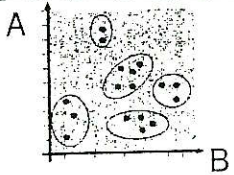
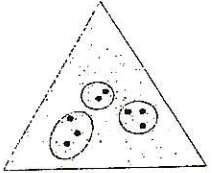
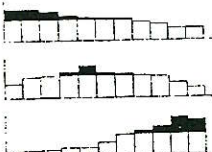

La figure N° 9 montre les différents possibilités de traitement des données pour établir des typologies permettant de mettre en relation deux, trois et x données. On utilise le diagramme de dispersion (nuage de points), le diagramme triangulaire, le fichier-image ou la matrice ordonnée. Toutes les typologies 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>TYPLOGIE →</p>	IMPLANTATION ZONALE
CONBINAISON DE TROIS DONNÉES QL= 100% (cas particulier)	 <p>Nuage de points</p> <p>TYPLOGIE →</p>	COULEURS COMBINÉES ET ORDONNÉES
CONBINAISON DE X DONNÉES QT ou QL	<p>FICHIER - IMAGE</p>  <p>CLASSEMENT</p> <p>TYPLOGIE →</p> <p>MATRICE ORDONNABLE</p>  <p>CLASSEMENT</p> <p>TYPLOGIE →</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.
- 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.

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-

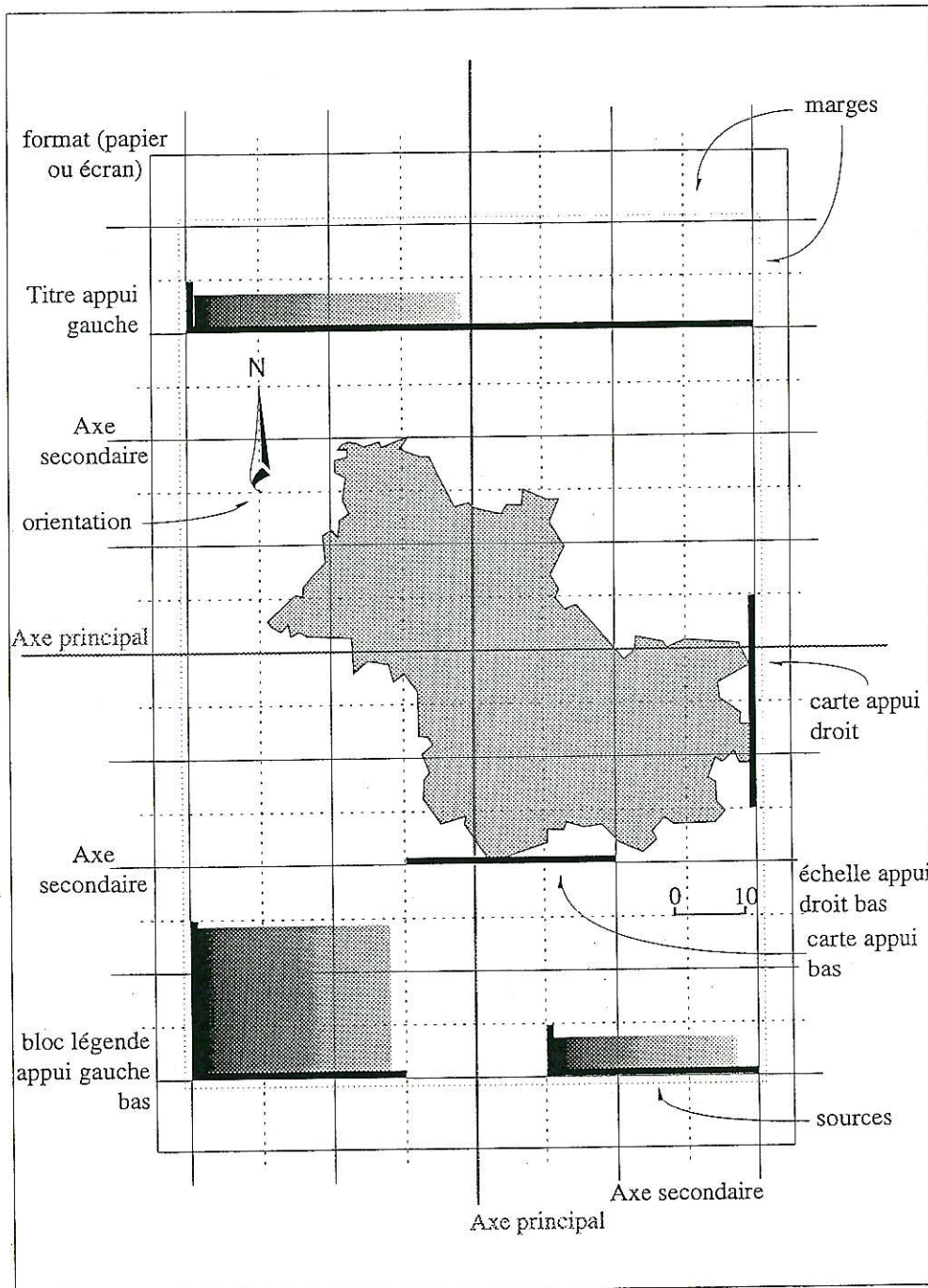


Figure N° 10 - La grille de mise en page permet de positionner les différents blocs visuels et donne ainsi une image beaucoup plus équilibrée et facile à lire.

- 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., *Discrétisation 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*.

L'implantation ponctuelle

LA REPRESENTATION DES DONNEES QUANTITATIVES.

DEFINITION:

Une composante a un niveau quantitatif lorsque ses éléments sont définis par des grandeurs mesurables ou des données chiffrées. Ce sont des quantités absolues représentant une collection d'individus ou de choses.

Exemples: Le nombre d'habitants par département, le nombre de millimètres de pluie tombés par mois en un lieu précis.

PRINCIPE DE REPRESENTATION:

Une donnée quantitative est représentée graphiquement en implantation ponctuelle.

TRANSCRIPTION VISUELLE:

Le niveau quantitatif est en général transcrit visuellement par une variation de longueur, ou de surface proportionnelle aux quantités (variable TAILLE). Il est en effet nécessaire de percevoir les quantités elles-mêmes, l'ordre de ces quantités et leur répartition géographique.

La série QUANTITATIVE est ORDONNEE, DIFFERENCIEE, ASSOCIATIVE.

La variable TAILLE: 3 possibilités d'utilisation.

1. Signes ponctuels de valeur variable: utilisation de l'abaque. L'avantage de ce système est la précision. En effet chaque chiffre est représenté par un signe ponctuel différent. L'inconvénient principal se situe au niveau de la lecture. Il n'est pas possible d'avoir une idée du chiffre sans avoir recours à la légende.

2. Signes ponctuels de valeur fixe: paliers de valeur. Dans ce cas il est nécessaire de déterminer les paliers de valeur à l'aide d'un histogramme. Ce système permet une lecture plus rapide sans avoir recours sans cesse à la légende.

3. Signes ponctuels de valeur fixe (points de comptage). Cette solution ne doit pas être utilisée pour les grandes séries. En effet, à partir du moment où les points sont trop nombreux, il est difficile des les compter. L'implantation ponctuelle peut aussi se transformer en implantation zonale.

2.

LA REPRESENTATION DES DONNEES QUANTITATIVES. (suite).

* REMARQUE:

Ces systèmes de représentation peuvent être associés sur une même carte. Par exemple, il est possible d'utiliser les signes ponctuels de valeur fixe pour la population des villes d'un département et les points de comptage pour faire apparaître la répartition de la population dispersée en zone rurale.

IMPLANTATION DANS L'UNITE STATISTIQUE:

SIGNES PONCTUELS:

- Implantation au milieu de l'unité statistique.
- Implantation en fonction de la position réelle du phénomène sur l'unité statistique.

POINTS DE COMPTAGE.

- Répartition géométrique sur l'ensemble de l'unité statistique.
- Répartition des points en fonction de la position réelle du phénomène dans l'unité statistique.

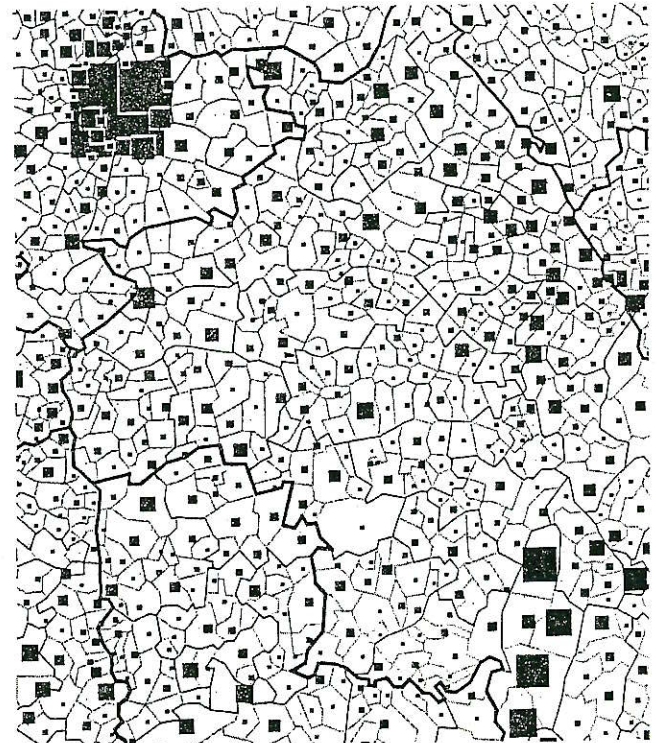
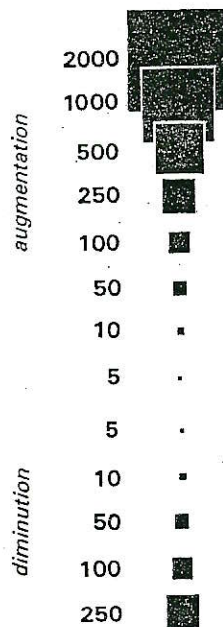
LA LISIBILITE:

Le problème graphique à résoudre:

- Choix de la taille maximum et minimum du signe ponctuel. Les plus petits signes doivent être bien visibles et se détacher correctement du fond. Les grands signes doivent être limités en taille de façon à ce qu'ils puissent aisément se séparer et qu'ils ne masquent pas d'autres représentations.
- Lorsque la quantité de noir occupe entre 5 et 10% de la surface significative, la lisibilité est optimum.
- Lorsque des signes ponctuels se chevauchent:
 - il est impératif de faire des détourages, c'est à dire de laisser un liseret blanc entre les signes ponctuels.
 - il est nécessaire de supprimer une partie du plus grand signe; le plus petit restera entier. Dans tous les cas, la surface visuelle supprimée par un autre signe ponctuel ne devra pas dépasser 25%.

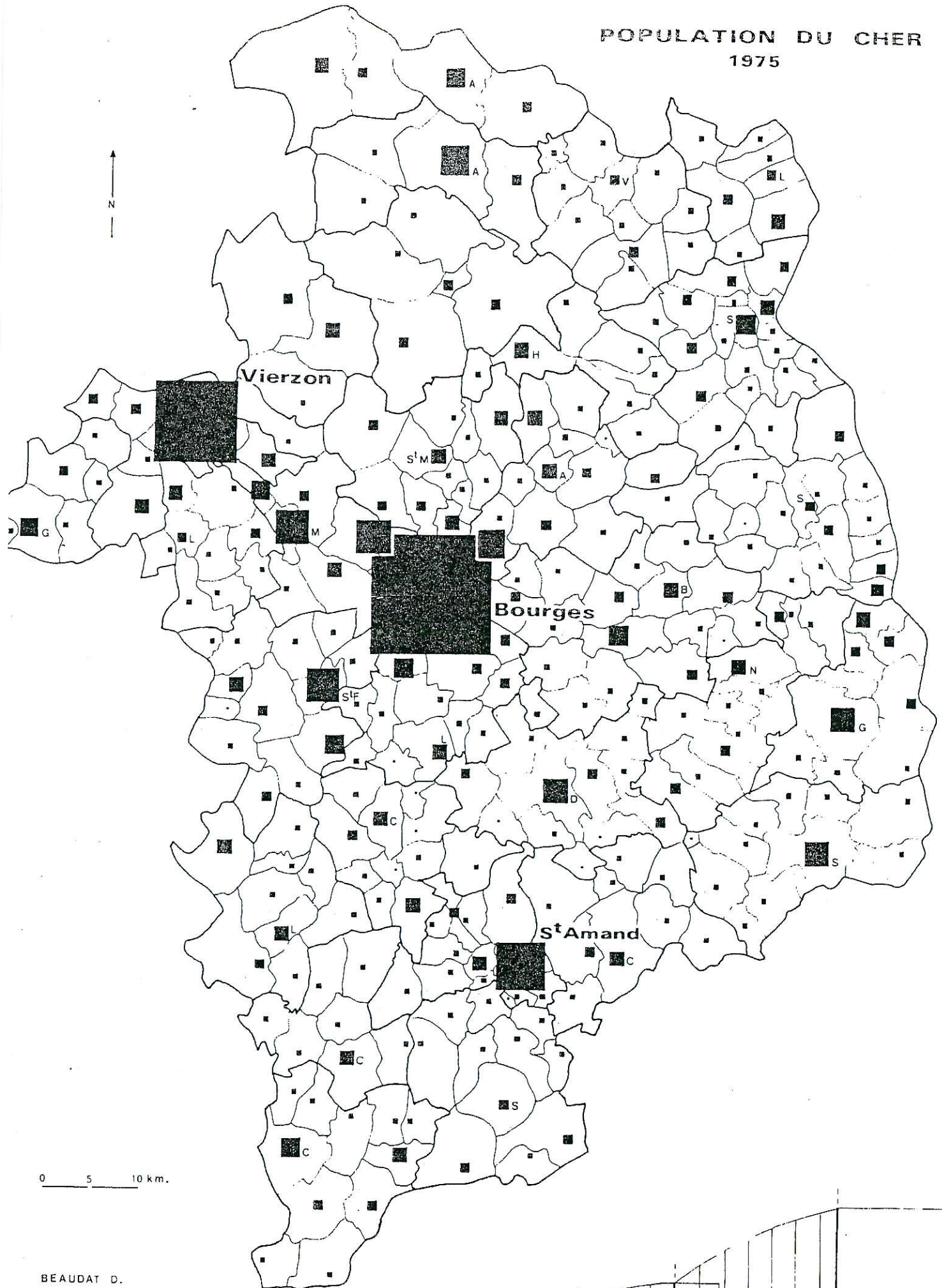
Représentations en signes de taille variable

- La compréhension de ces graphismes simples est immédiate pour le plus grand nombre.
- Si la lecture de détail, par confrontation avec la légende est parfois difficile, l'interprétation d'ensemble est excellente.
- La surface des symboles est proportionnelle à la donnée. Les signes doivent être suffisamment gros pour être lisibles et ne pas être trop gros afin d'éviter de surcharger la carte.
- Dans le cas de série statistique de trop grande amplitude, il peut être nécessaire soit de regrouper les données en un nombre limité de classes, soit de renoncer à la loi de proportionalité.
- Des quantités positives ou négatives peuvent être traduites par deux séries de signes de couleurs différentes.



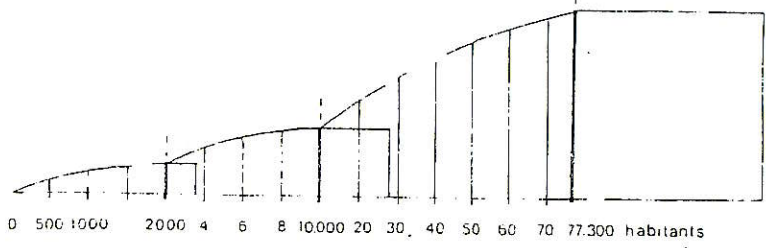
Extrait de "Rhône-Alpes en 50 cartes"
 Evolution du parc des résidences secondaires
 par communes
 Sources statistiques : INSEE, 1968-1975

POPULATION DU CHER
1975

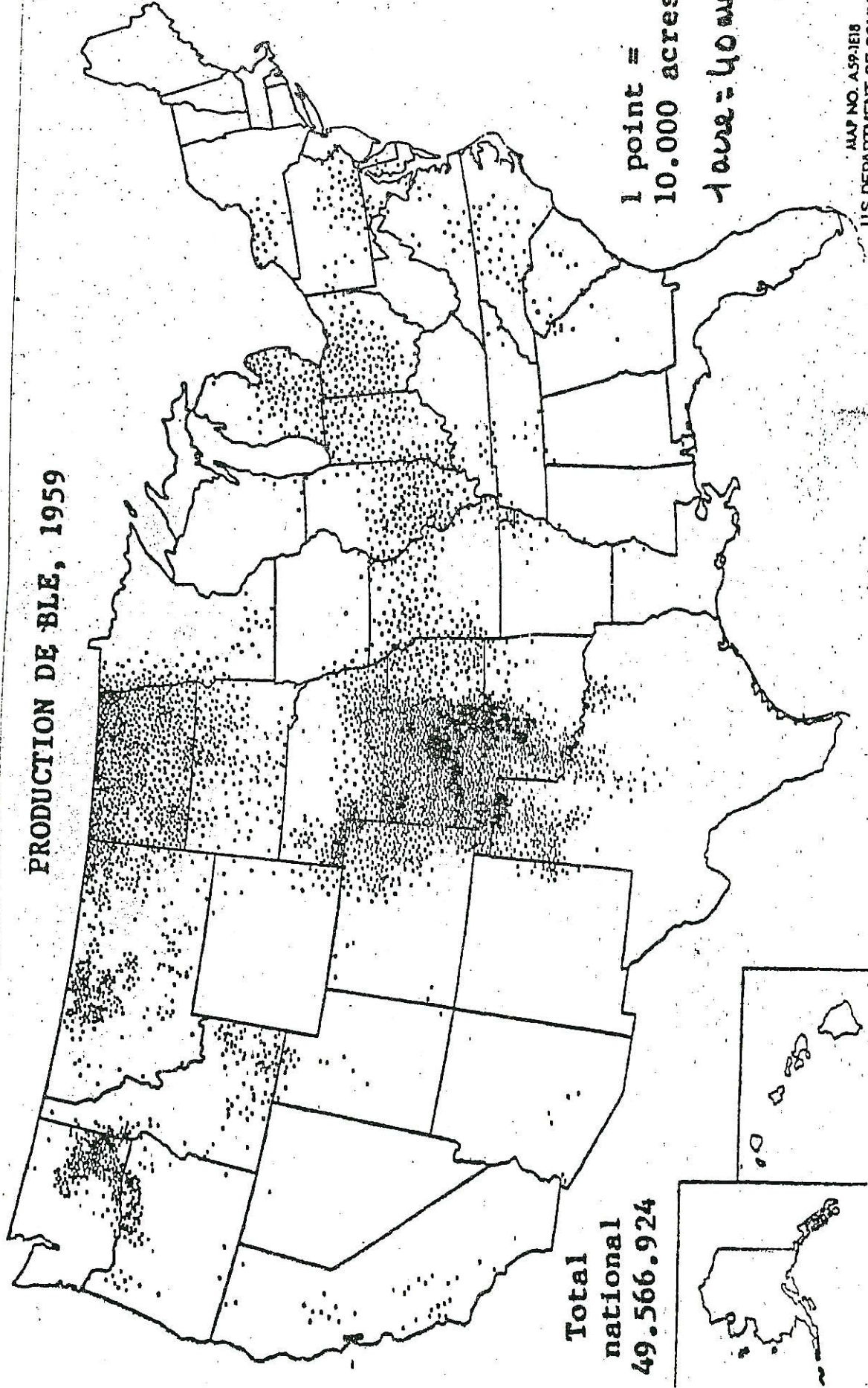


0 5 10 km.

BEAUDAT D.



PRODUCTION DE BLE, 1959



1 point =
10.000 acres
Total = 40.000

**Total
national
49.566.924**

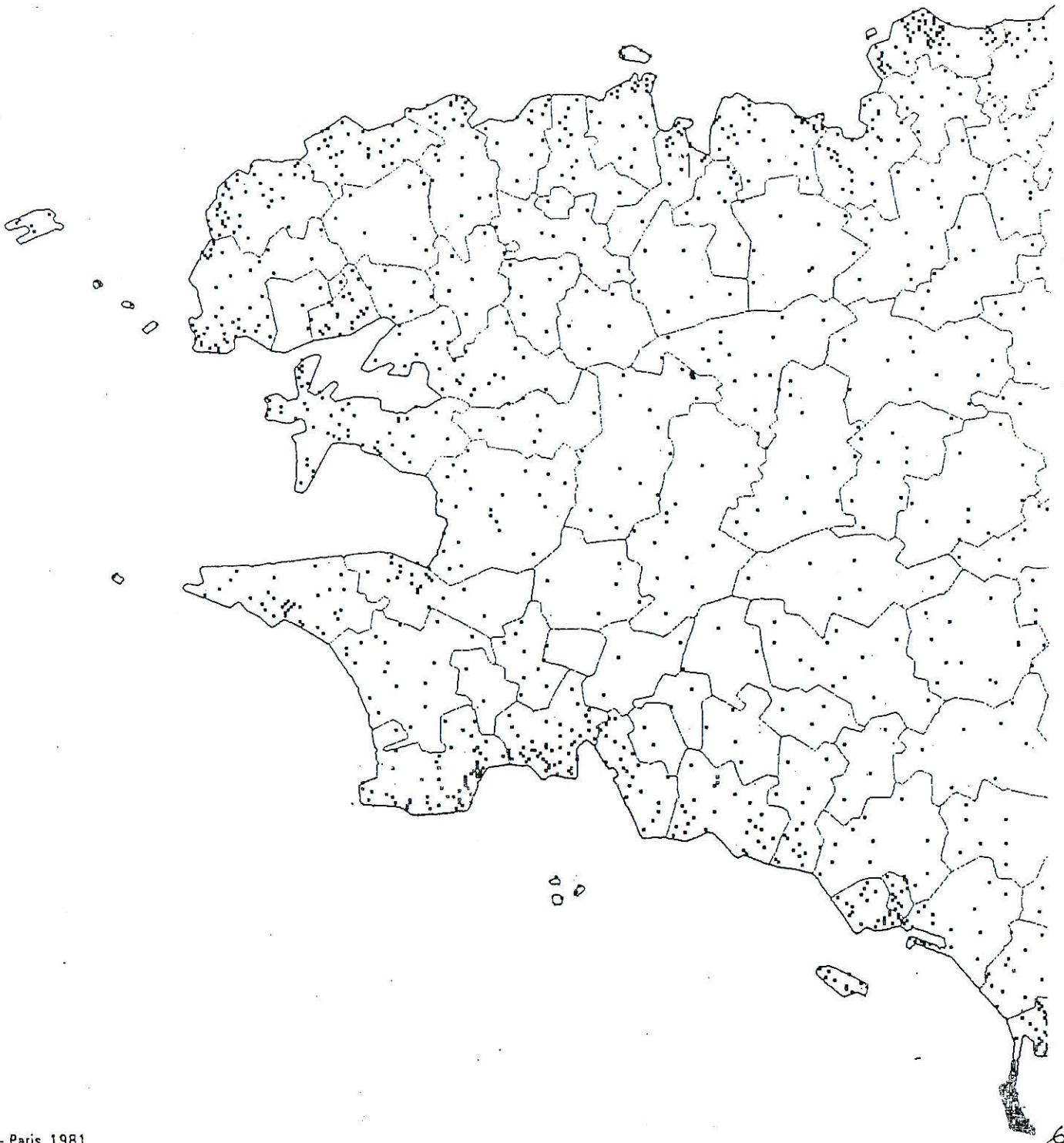
MAP NO. A59-1E18
U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
BUREAU OF THE CENSUS

Semis de points

La représentation par un semis de points aléatoires permet de connaître la grandeur absolue d'un phénomène couvrant toute la surface de l'unité géographique étudiée et qui n'a pas lieu d'être affecté à un point particulier.

L'exemple des résidences secondaires est utilisé ici : un zonage se dégage entre la frange côtière avec ses pôles touristiques d'une part, et l'intérieur des terres d'autre part.

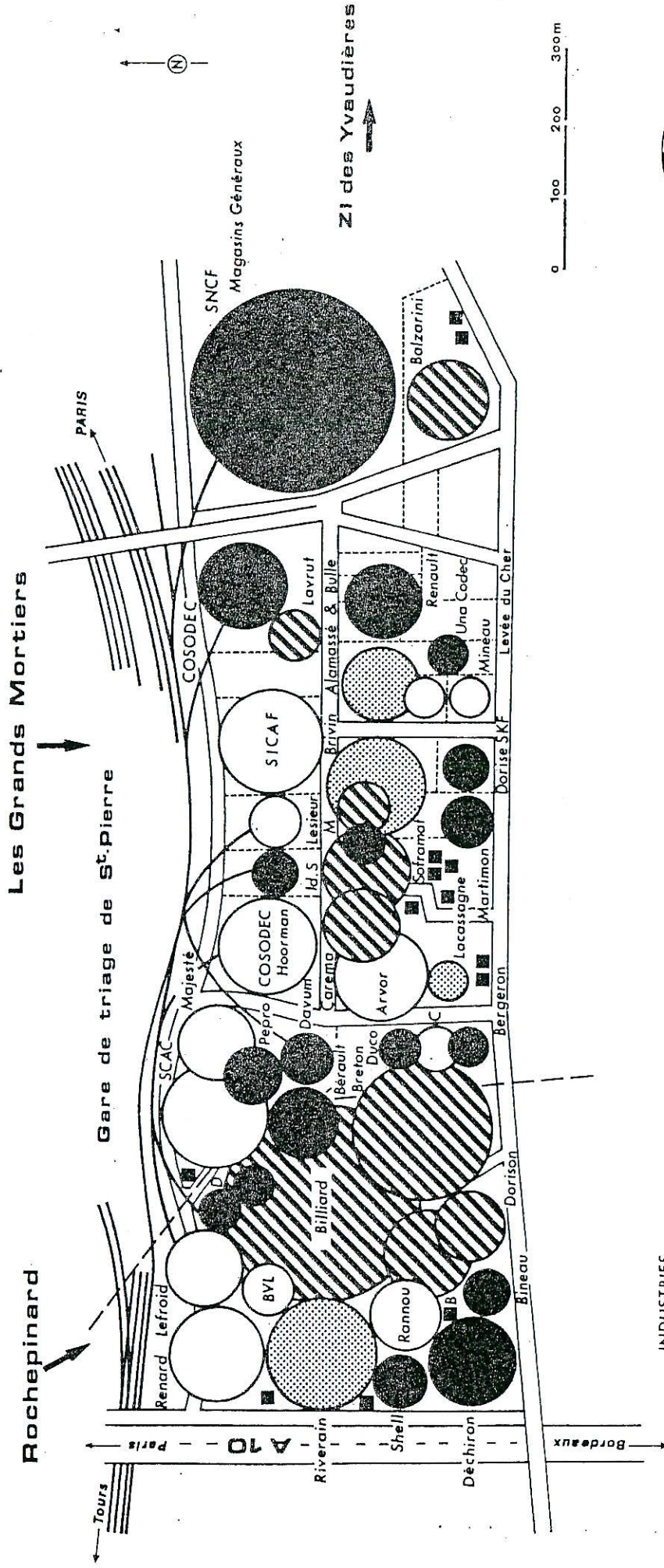
Pour que cette représentation soit applicable le rapport entre les valeurs maximales et minimales ne doit pas être très élevé.



ROCHEPINARD -

GRANDS MORTIERS

1973



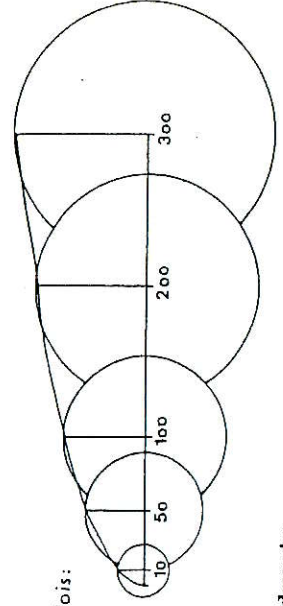
INDUSTRIES :

- Mécaniques
- Chimiques
- Bois
- Cuir
- Bâtiment; TP
- Diverses

- Transporteur routier
- Dépôts; Commerces

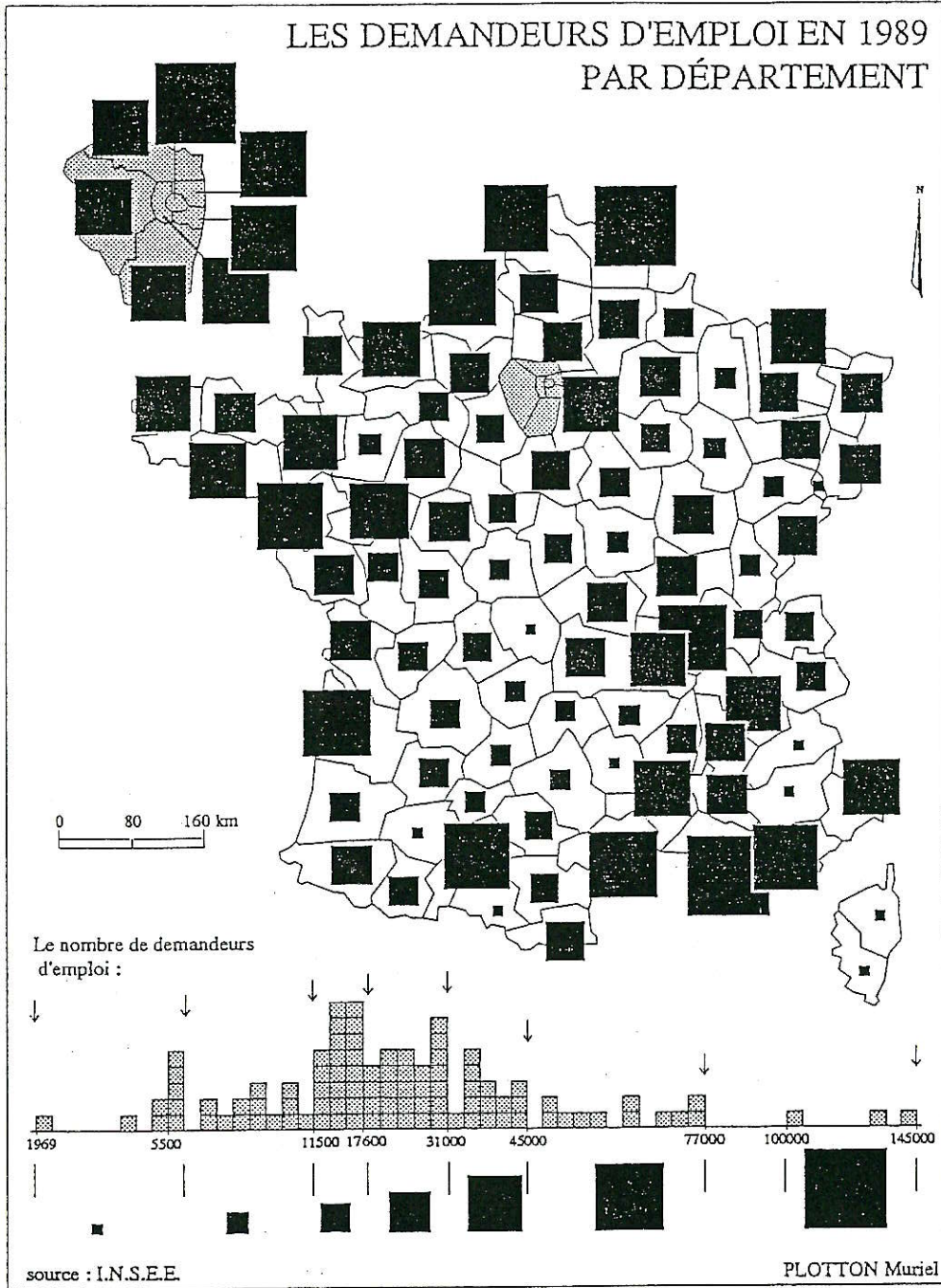
- Entreprise de - de 10 emplois

Emplois:

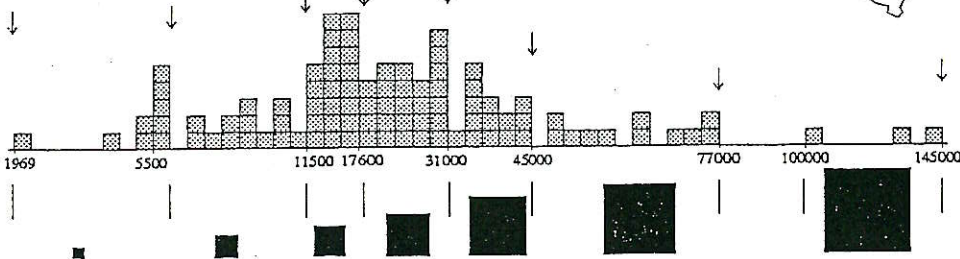


Ph. Quodverte

LES DEMANDEURS D'EMPLOI EN 1989 PAR DÉPARTEMENT



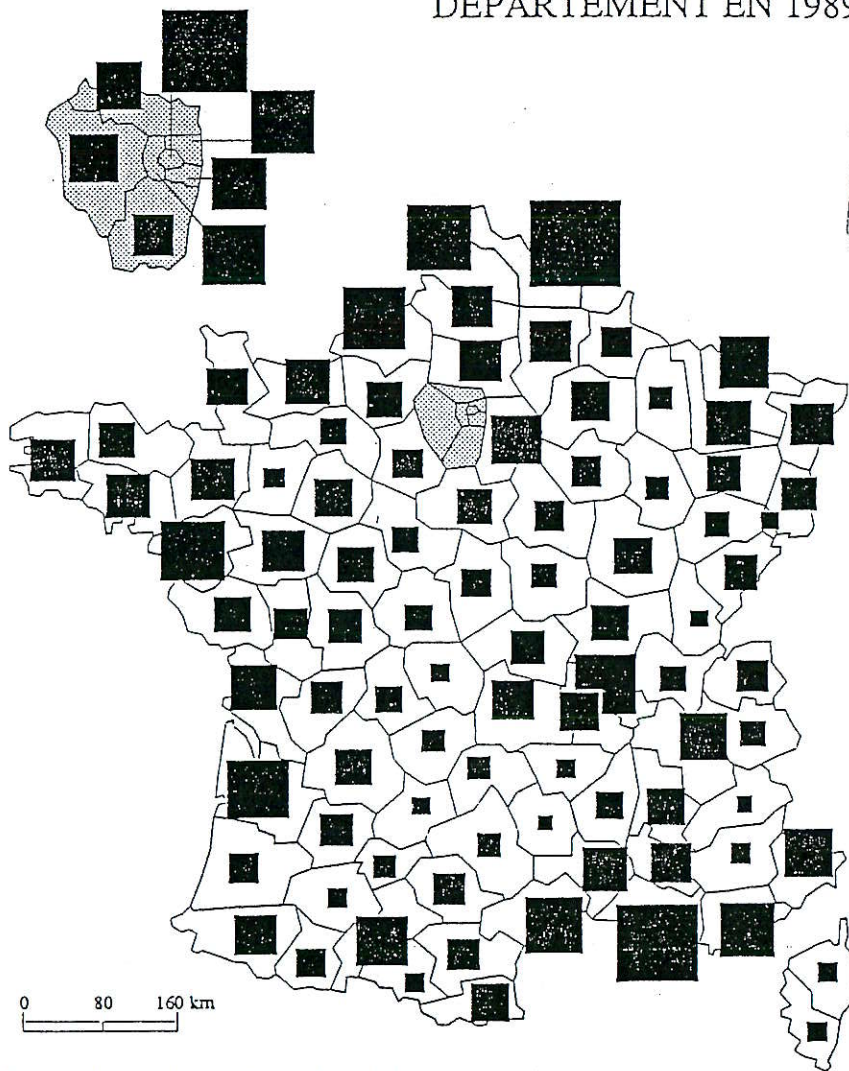
Le nombre de demandeurs
d'emploi :



source : I.N.S.E.E.

PLOTTON Muriel

LES DEMANDEURS D'EMPLOI PAR DÉPARTEMENT EN 1989

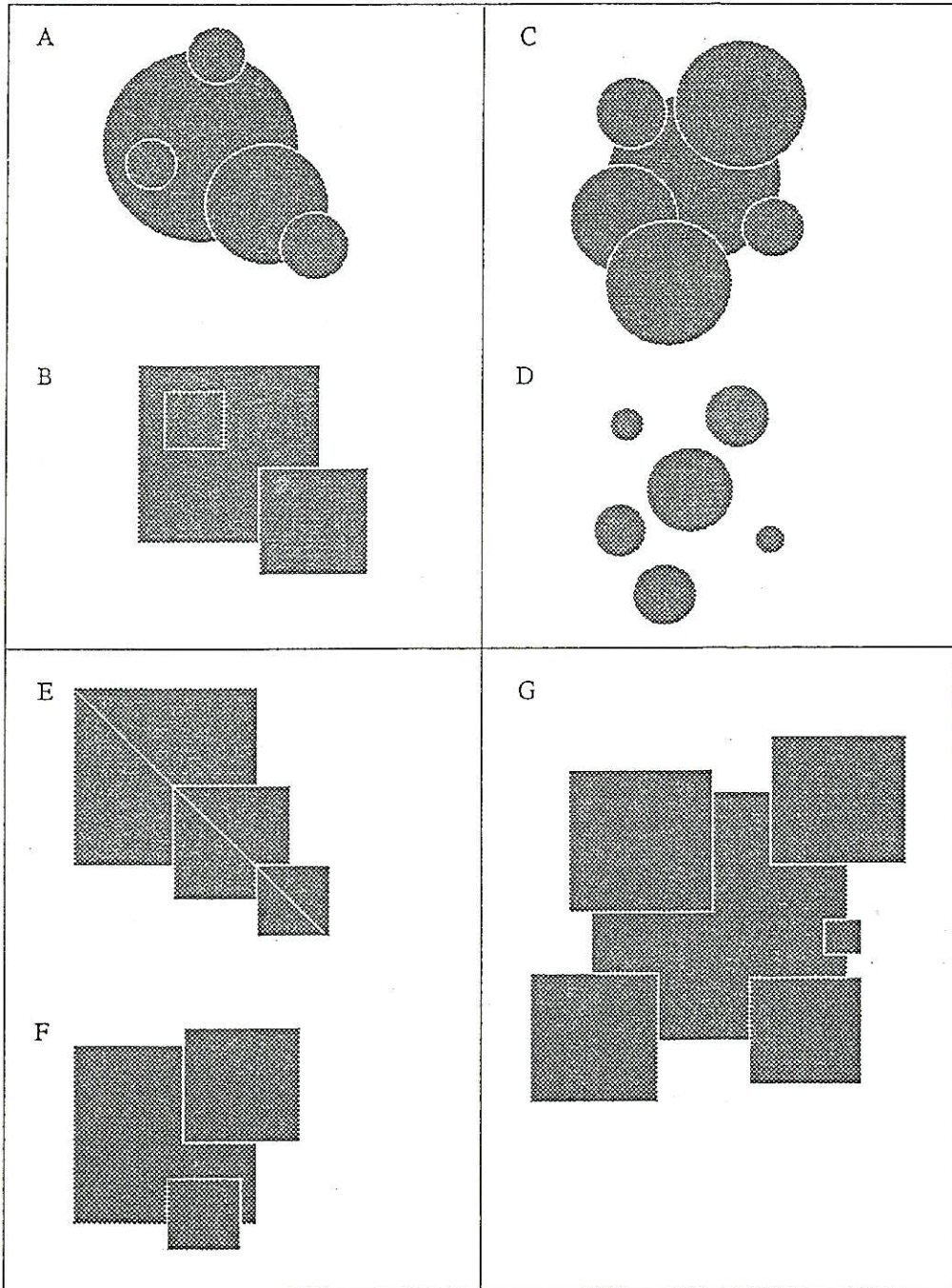


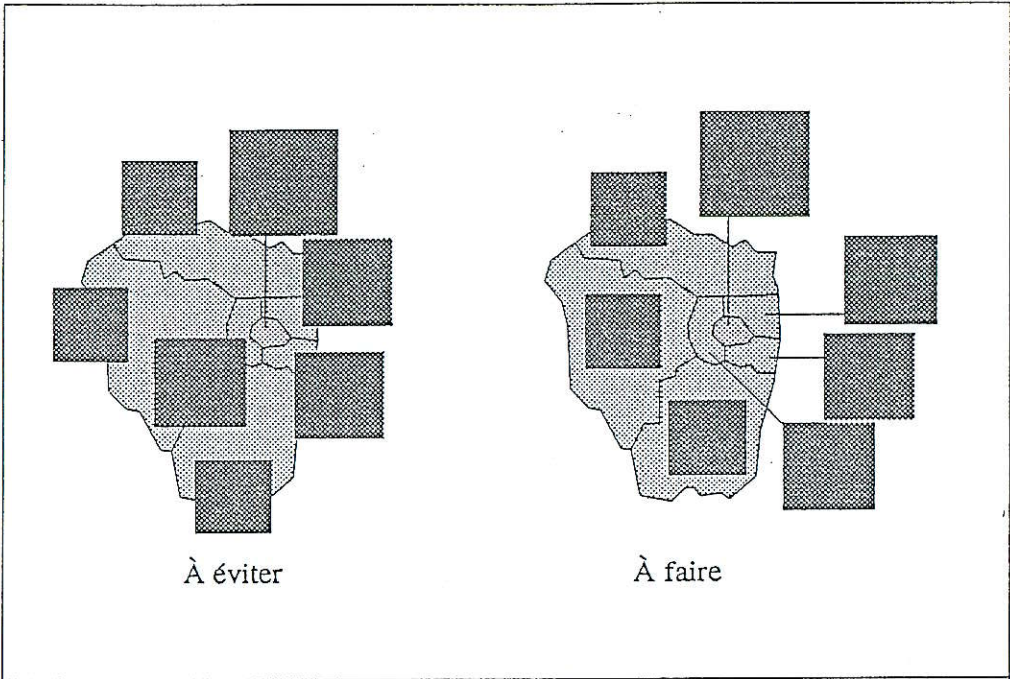
Le nombre de demandeurs d'emploi :



source : I.N.S.E.E.

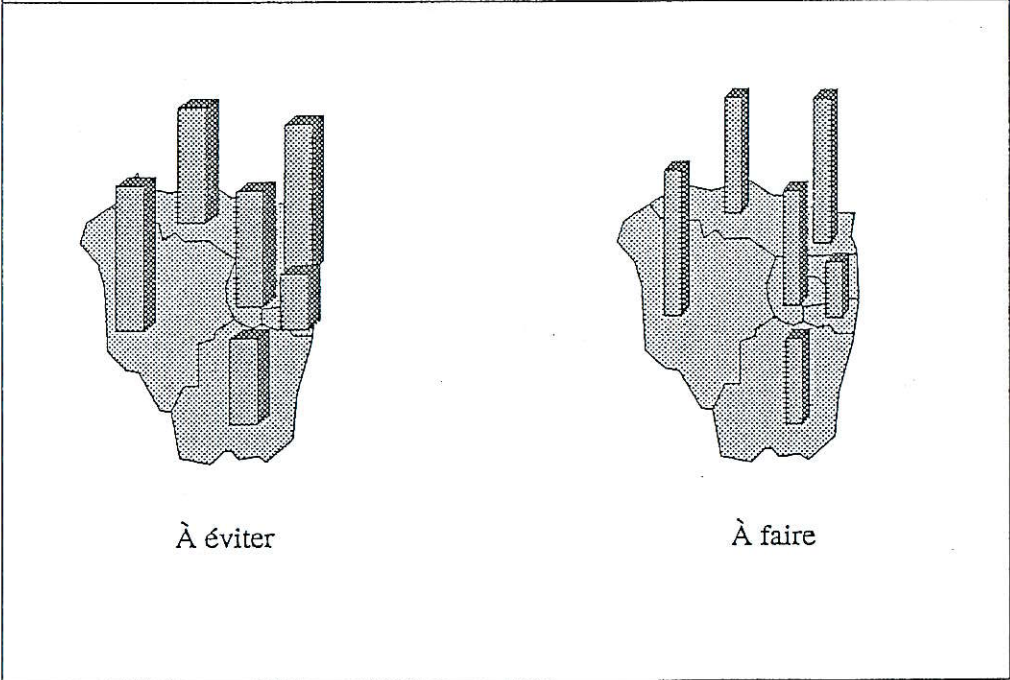
PLOTTON Muriel





À éviter

À faire



À éviter

À faire

L'IMPLANTATION LINÉAIRE

5. CARTE DE FLUX

Gérard GAUVILL 

Nature de l'exercice :

Représenter l'importance relative de la circulation automobile (transport voyageurs, trafic marchandises...)   partir des comptages enregistrés le long d'un réseau de voies de communications urbaines (rues) ou rurales (routes).

Documents de base et matériel de dessin :

1. Fond de carte (ici, un secteur urbain à l'échelle du 1 : 15 000) sur lequel sont portés :
 - les points de comptage,
 - les valeurs enregistrées en ces points,
 - les limites des sections du réseau auxquelles se rapportent ces valeurs.

2. Support transparent, stylo Rotring, équerres, crayons de couleurs, trames, double décimètre.

Analyse de l'exercice :

Le problème essentiel de cet exercice réside dans le calcul judicieux des largeurs des segments qui représenteront quantitativement l'importance des flux.

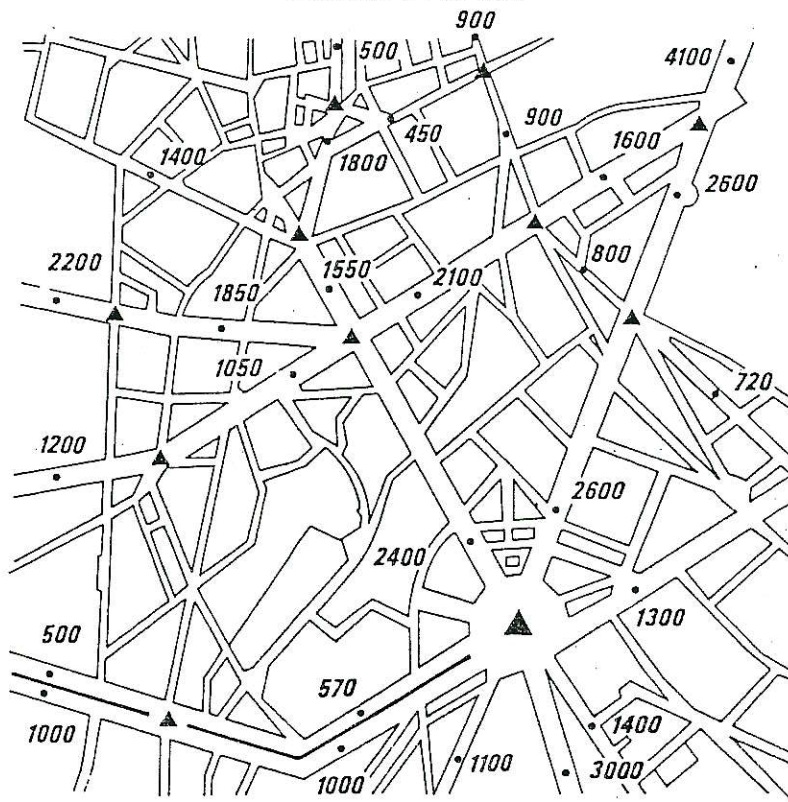
- Etudier le fond de carte

- Repérer soigneusement :

- 1 - Les lieux de comptage ainsi que leurs limites (soit entre 2 points ▲ soit entre 1 point ▲ et l'orle de la carte),

- 2 - Les valeurs extrêmes des comptages :
450 V/h → 4100 V/h

CIRCULATION AUTOMOBILE - EN VILLE à une heure de pointe
ECHELLE 1 : 15 000



La vitesse moyenne des véhicules étant supposée constante, la longueur d'un véhicule ainsi que l'espace entre 2 mobiles consécutifs ayant été établis empiriquement ; seule, entrera en considération pour la représentation quantitative du flux la largeur exprimant un flux élémentaire par rapport aux largeurs de voies intéressées. On supposera, pour réaliser l'exercice un fond de carte représentant les rues à leur largeur réelle à l'échelle. On peut donc écrire :

$$\text{Flux} = \frac{\text{DEBIT VOITURES (en centaines de V/h)}}{\text{LARGEUR RUE (en mm.)}}$$

Ce principe étant établi, calculons les rapports des comptages extrêmes :

$$41 : 2,8 \neq 14,6 - 4,5 : 1,25 = 3,6$$

Compte tenu de ces 2 extrêmes, la largeur du flux élémentaire peut-être établie à 0,2 mm pour 100 véhicules/heure.

Représentation qualitative :

On pose comme préalable que les rues sont représentées à leur largeur réelle. En supposant qu'aucun véhicule ne gêne la circulation et qu'une largeur de 3 m. est nécessaire pour une voie de roulement (0,2 mm. à l'échelle); l'aspect qualitatif du trafic — FLUIDE, MOYEN, DENSE, — sera fonction de la relation graphique entre la largeur de la voie et celle du flux :

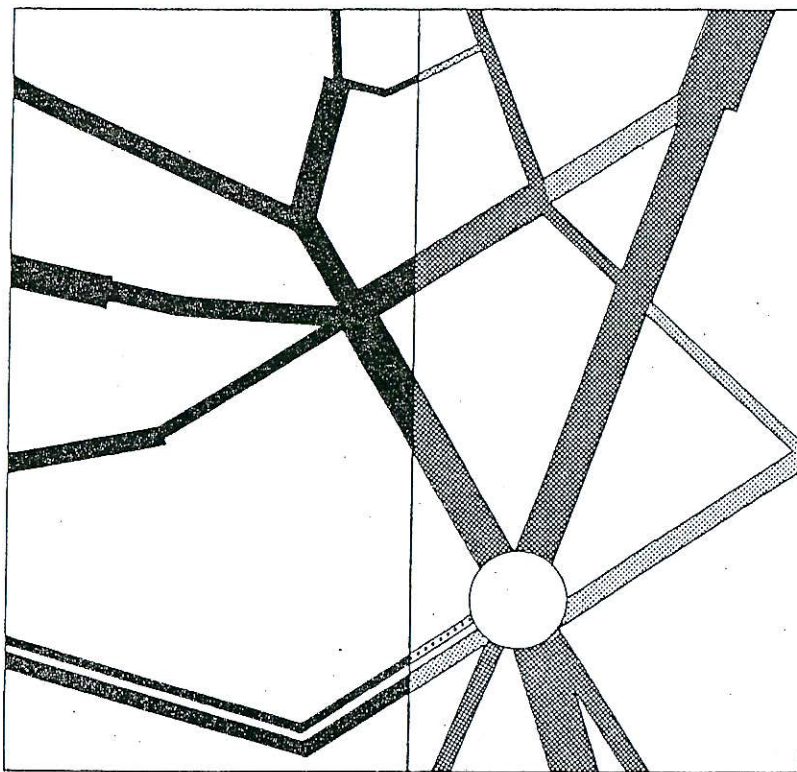
Largeur Flux < Largeur Voie : trafic fluide.
 Largeur Flux = Largeur Voie : trafic moyen.
 Largeur Flux > Largeur Voie : trafic dense.

Pour cette représentation, on pourra faire appel :
 — soit à la variable couleur,
 — soit à la variable valeur.

SOLUTION :

CARTE DE FLUX - TRAFIC AUTOMOBILE A PARIS
 comptage entre 18 et 19 heures

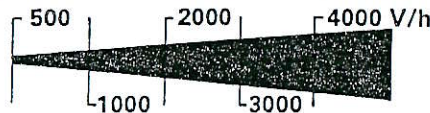
REPRESENTATION QUANTITATIVE



REPRESENTATION QUANTITATIVE

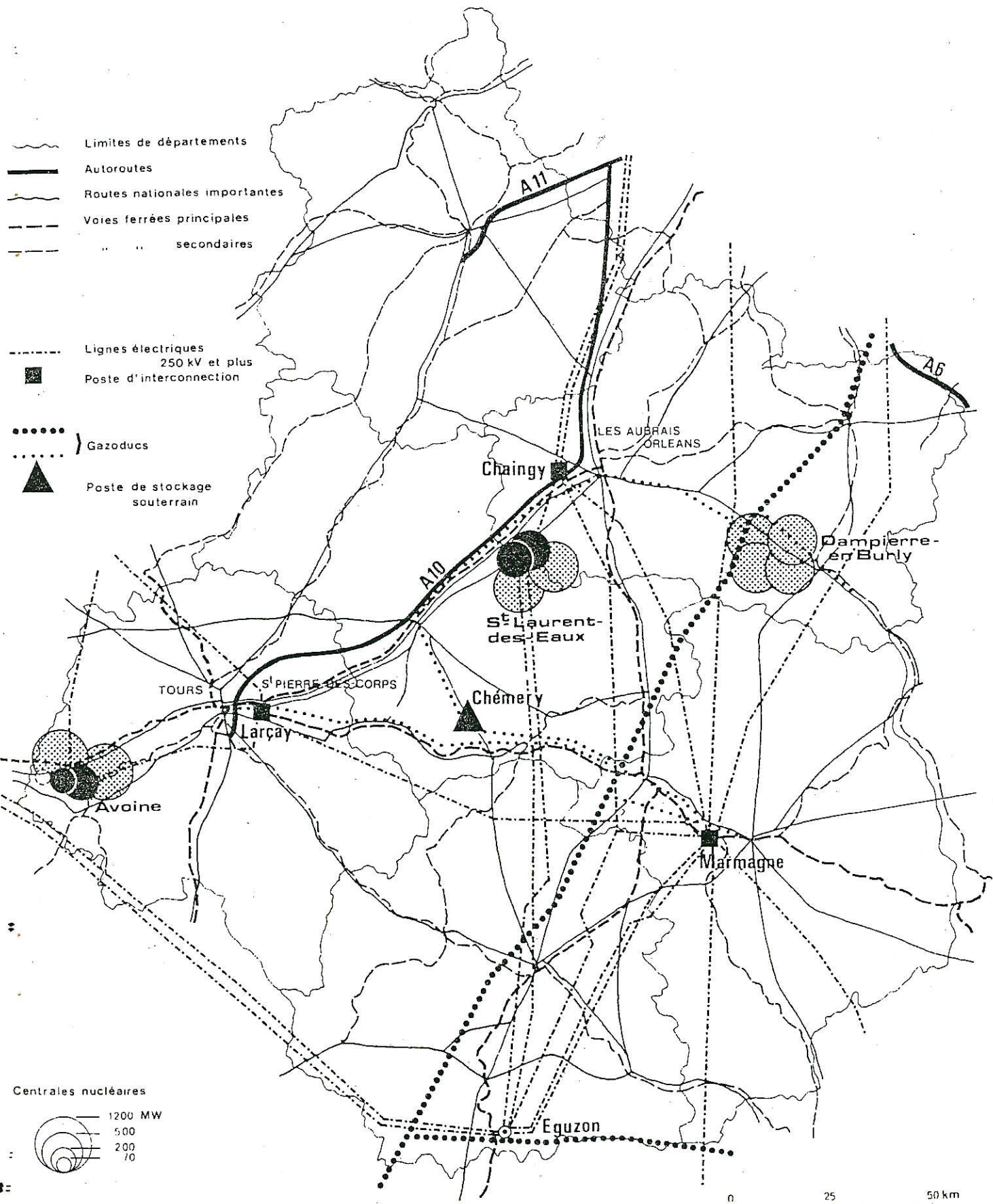
Echelle 1:15 000

Flux : Véhicules/heure (100 V/h = 0,2 mm.)



Largeur voies	Largeur flux	Densité de circulation	
—————	—————		Fluide
—————	—————		Moyenne
—————	—————		Dense

COMMUNICATIONS ET ENERGIE



- Limites de départements
- Autoroutes
- Routes nationales importantes
- - - Voies ferrées principales
- - - " " secondaires
- - - Lignes électriques 250 kV et plus
- Poste d'interconnection
- Gazoducs
- ▲ Poste de stockage souterrain

- Centrales nucléaires
- 1200 MW
 - 500
 - 200
 - 10

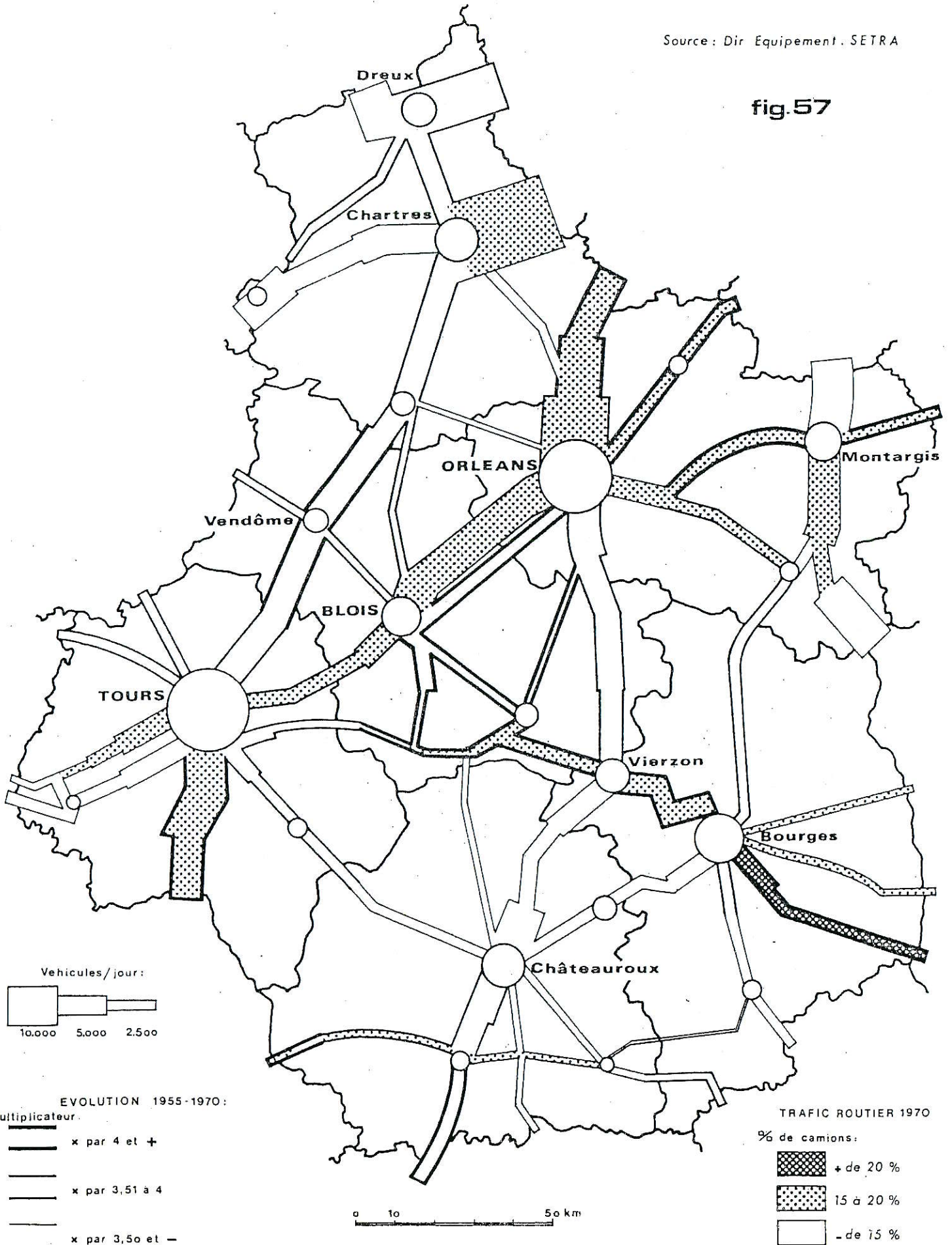
- En service
- Projétées
- Fermées

© Centrale hydro-électrique

PQ

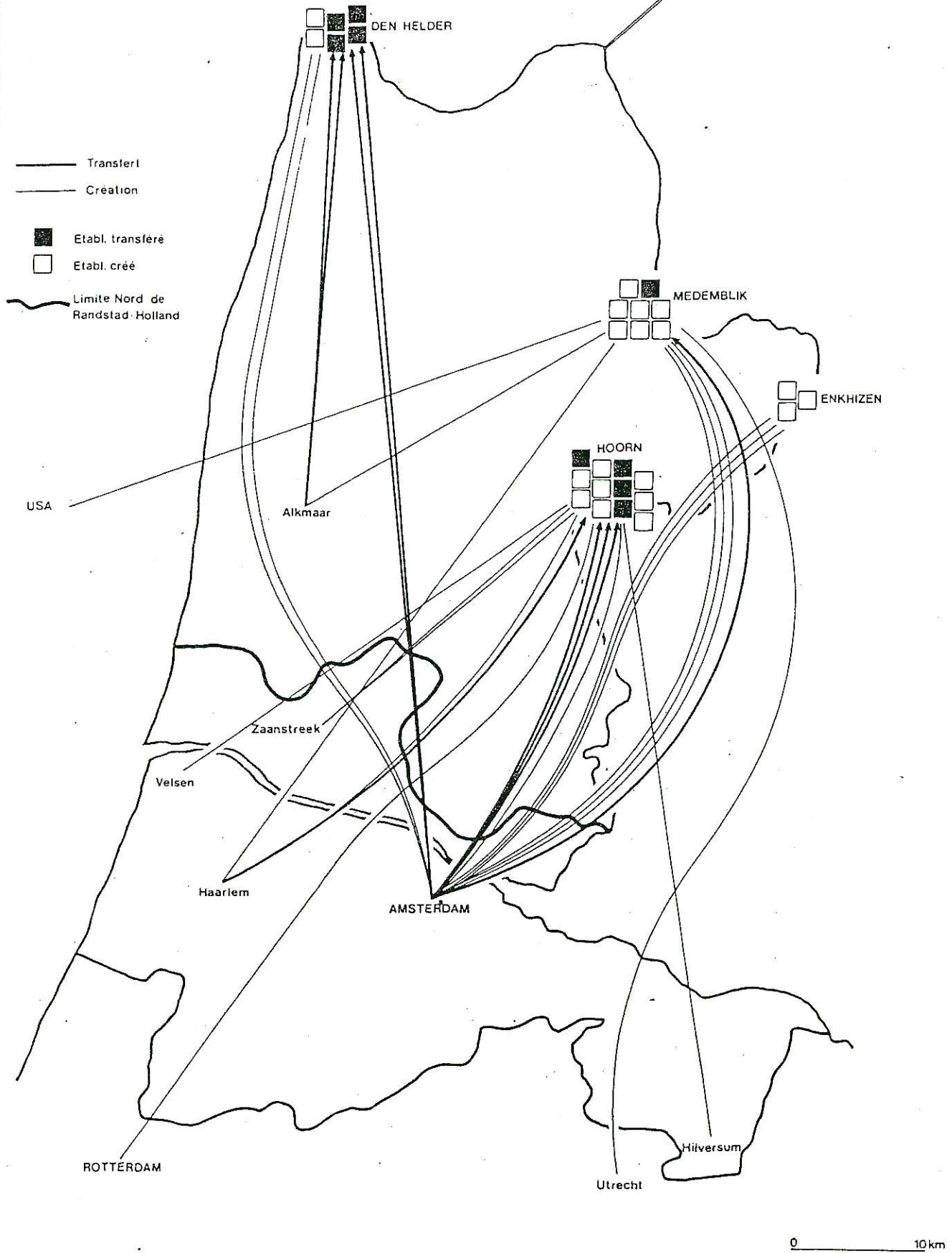
Source : Dir Equipement . SETRA

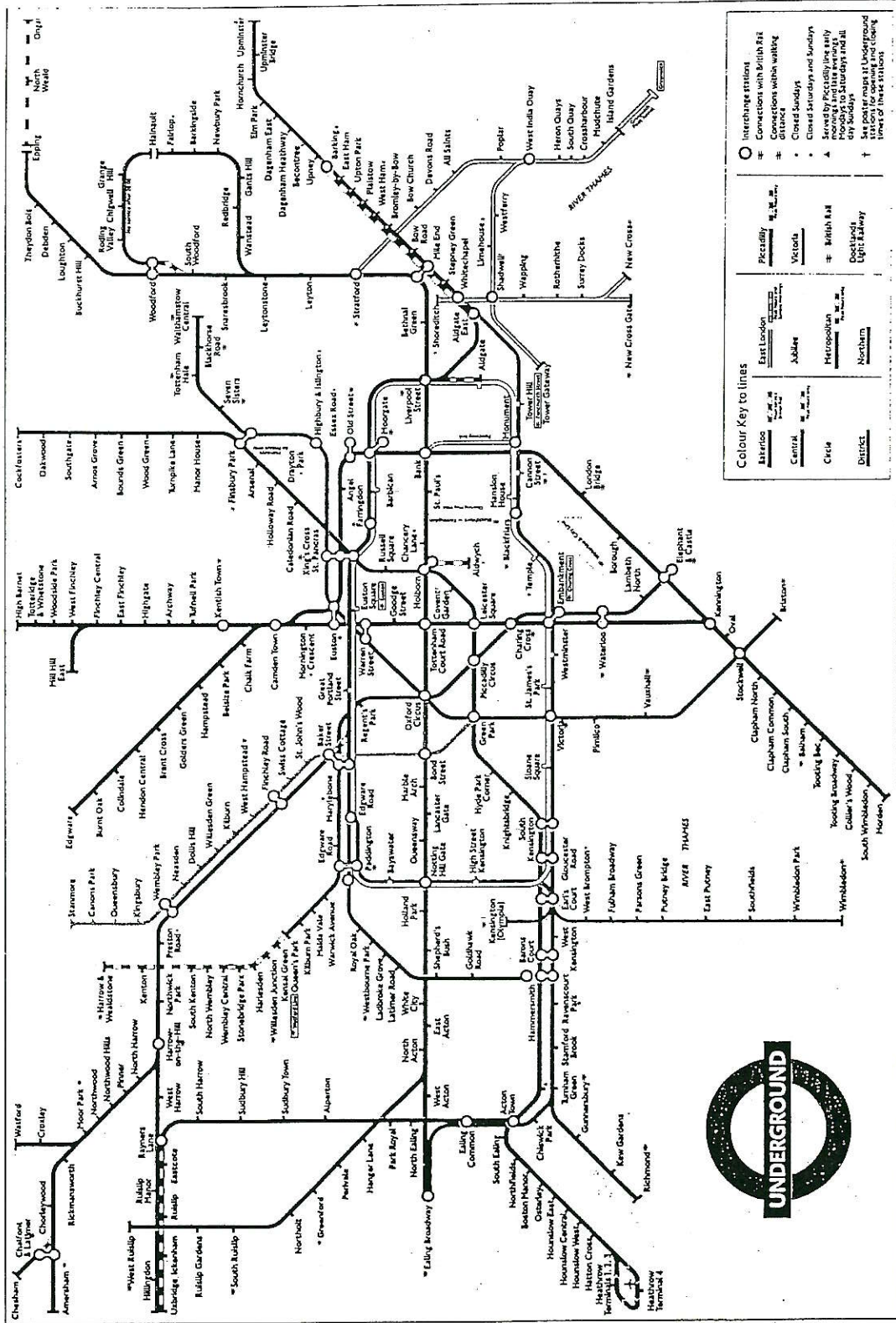
fig.57



LES IMPLANTATIONS DANS LES NOYAUX DE HOLLANDE SEPTENTRIONALE

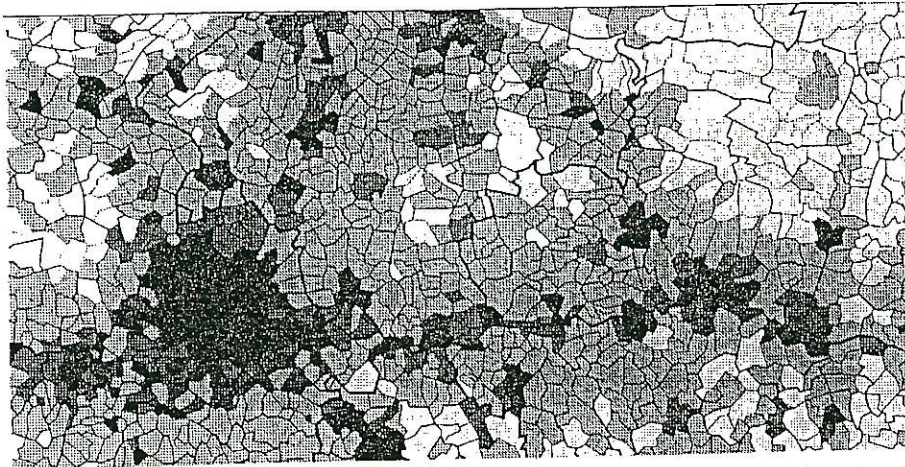
1952 - 1971





L'IMPLANTATION ZONALE

Représentation en teintes dégradées



- La gradation des teintes est réalisée en programmant différentes valeurs de trames en fonction de la donnée à représenter.

- Pour des raisons de lisibilité il n'est pas souhaitable de dépasser six valeurs de trames.

- Cette représentation implique un regroupement des données en classes.

- Deux gammes de couleurs peuvent être employées pour représenter des quantités positives et négatives.

Extrait de "Rhône-Alpes en 50 cartes"
Population : densité 1975 par commune
Source statistique : INSEE - RP 1975.

IGN

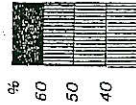
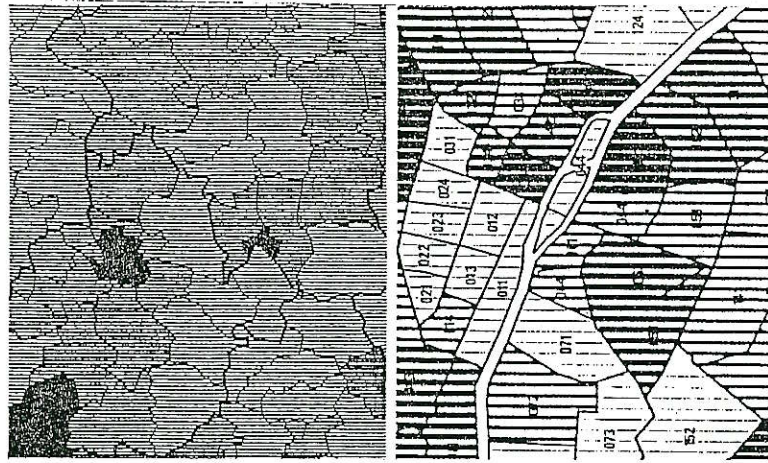
Représentations en traits

Les variations des données sont traduites graphiquement par les variations :

- de l'épaisseur du trait (1)
- ou de la largeur de la bande (2).

Cette représentation qui ne peut s'appliquer qu'à des parcelles suffisamment grandes présente l'avantage de permettre :

- l'impression en une seule couleur
- un nombre important de classes de représentation.



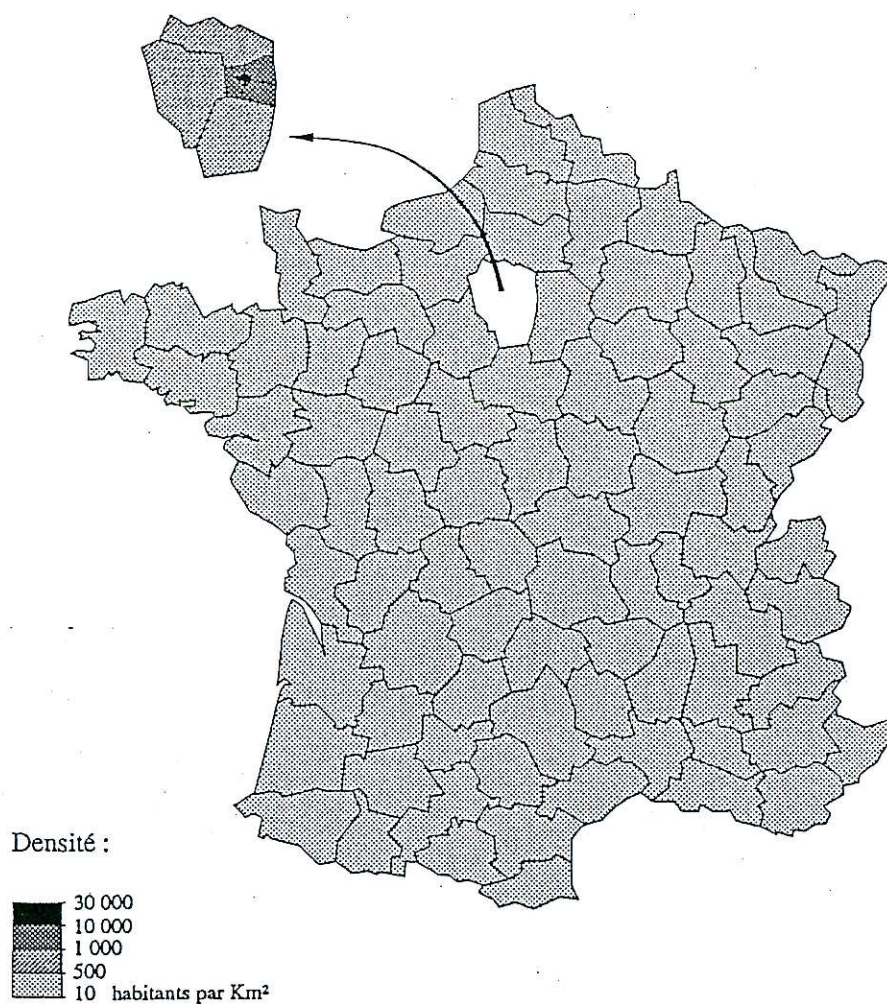
(1) Femmes actives de 25 à 44 ans par cantons

Source statistique : INSEE - RP 1975

(2) Stationnement sur la voie publique
Source statistique : Enquête Ville de Paris 1974

IGN

DENSITÉ DE LA POPULATION EN 1990
PAR DÉPARTEMENT

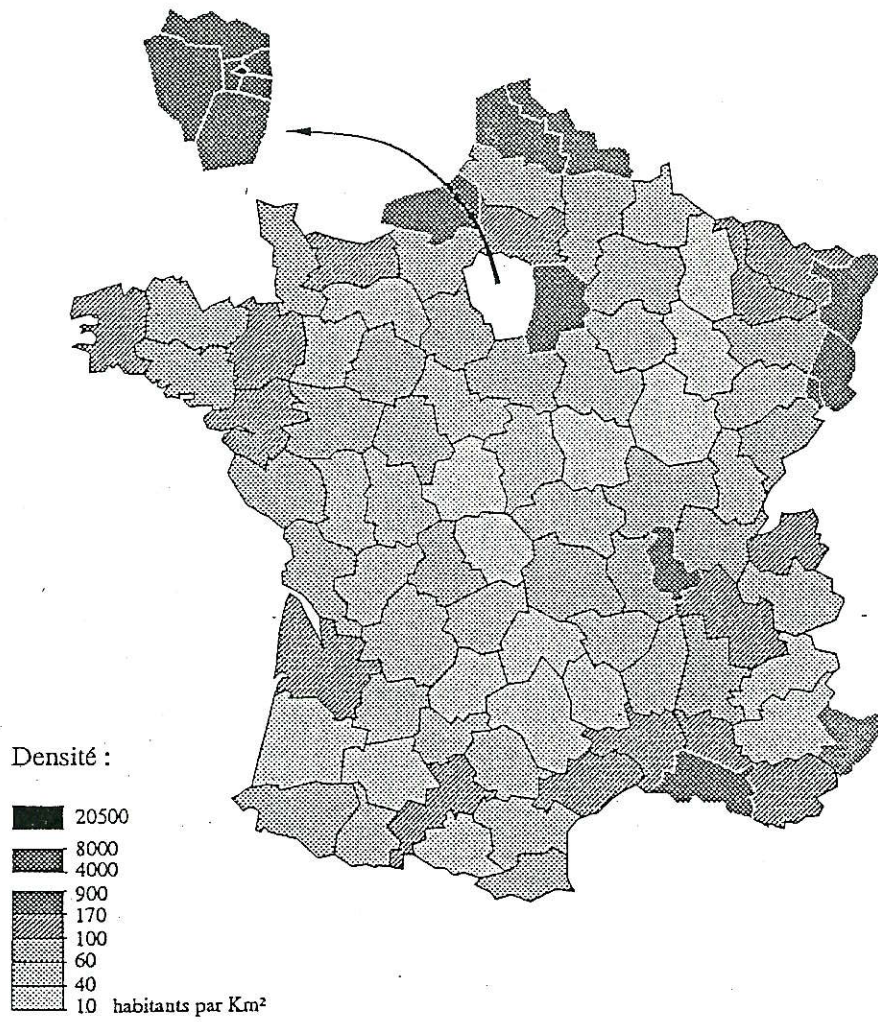


SOURCE : INSEE 1990

LAVENU Gaëtan

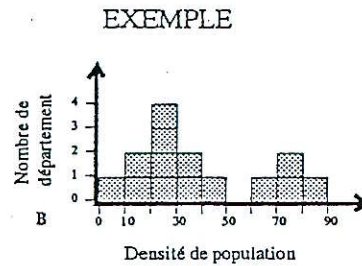
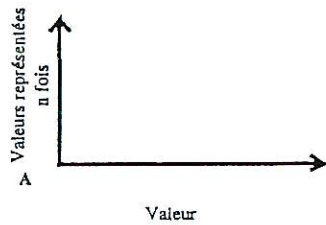
Figure N°... - Choix arbitraire des classes.

DENSITÉ DE LA POPULATION EN 1990
PAR DÉPARTEMENT

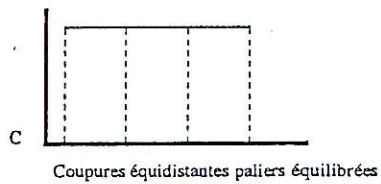


SOURCE : INSEE 1990

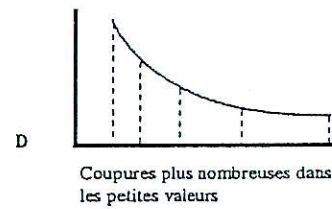
LAVENU Gaëtan



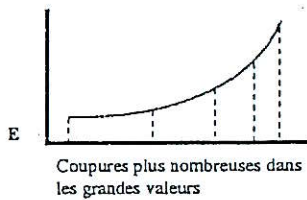
PROFIL REGULIER



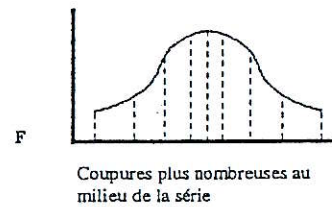
PROFIL DECROISSANT



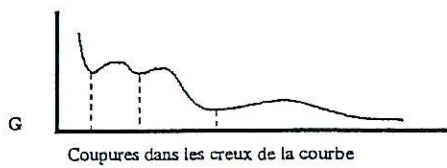
PROFIL CROISSANT



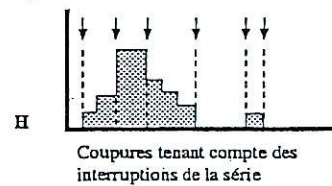
PROFIL EN CLOCHE



PROFIL COMPLEXE



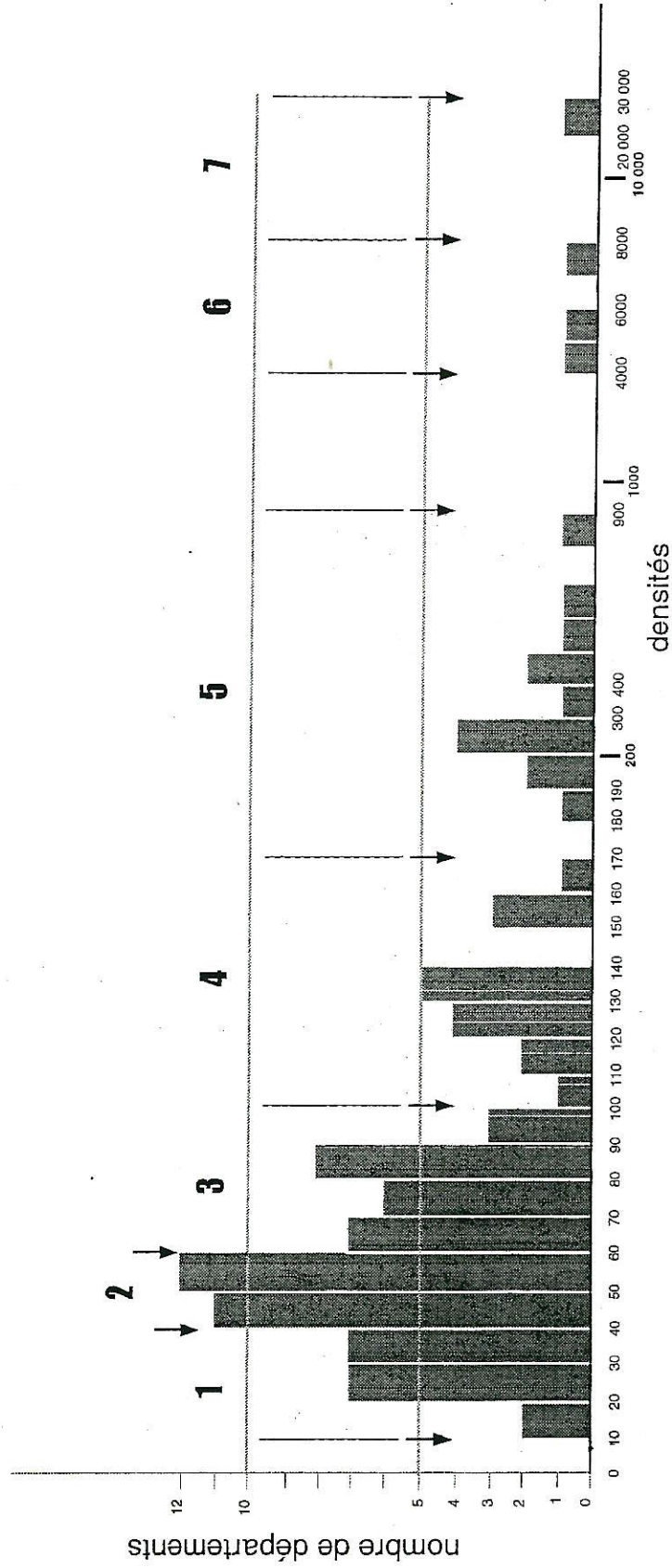
PROFIL INTERROMPU



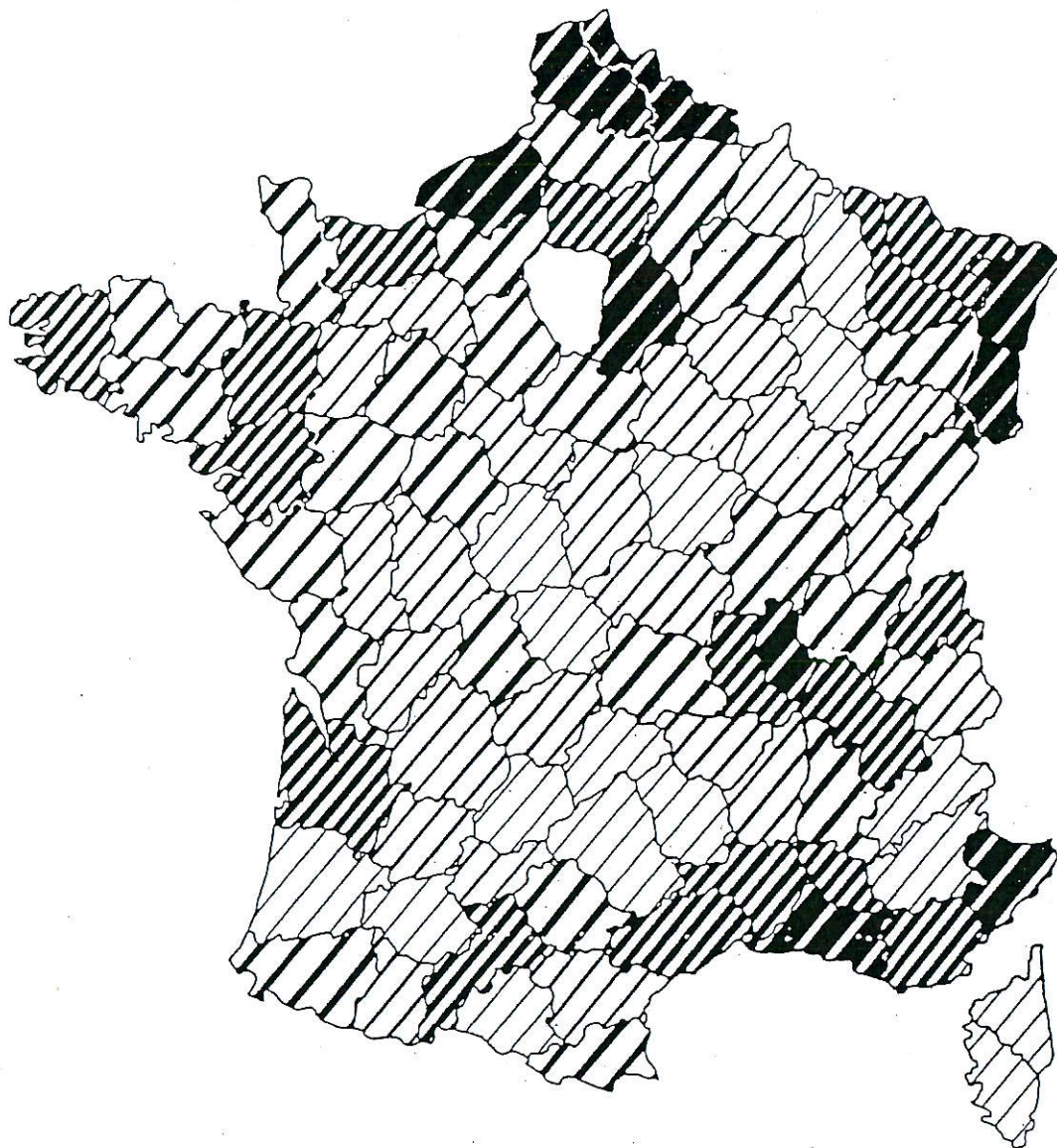
LE DIAGRAMME DE FREQUENCE
LE DECOUPAGE EN CLASSES EN FONCTION DU PROFIL

DENSITÉ DE LA POPULATION FRANÇAISE PAR DÉPARTEMENT EN 1990

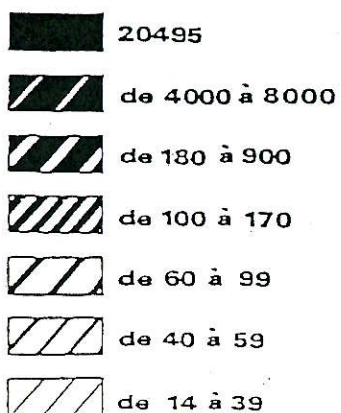
DIAGRAMME DE FRÉQUENCE



DENSITE DE LA POPULATION FRANÇAISE PAR DEPARTEMENT EN 1990.

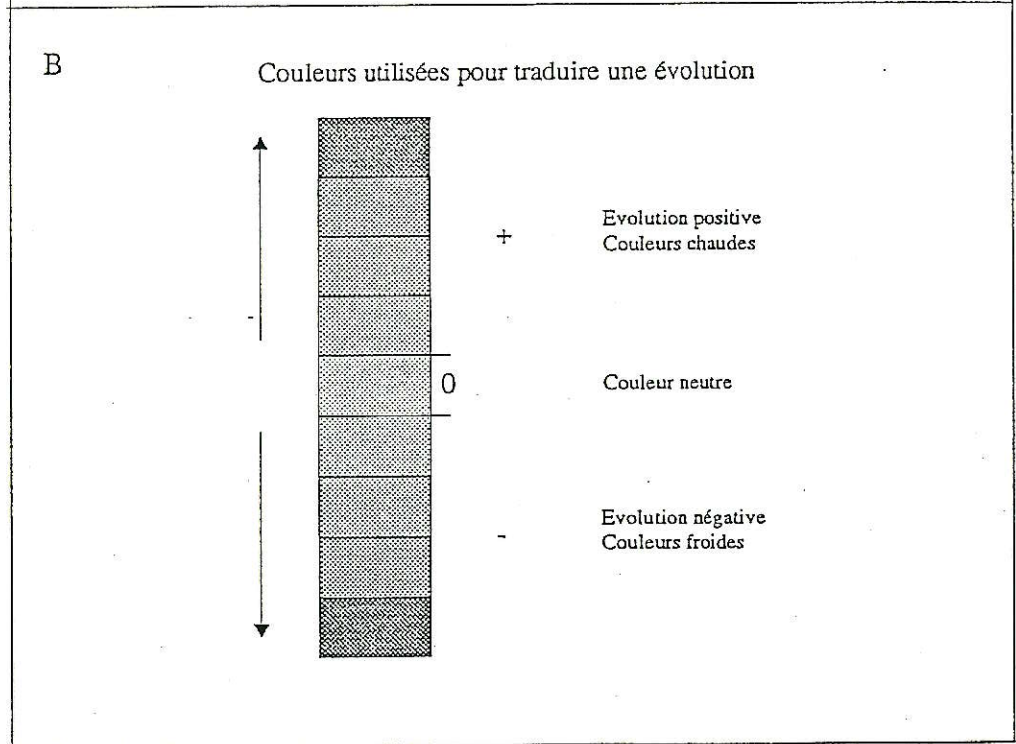
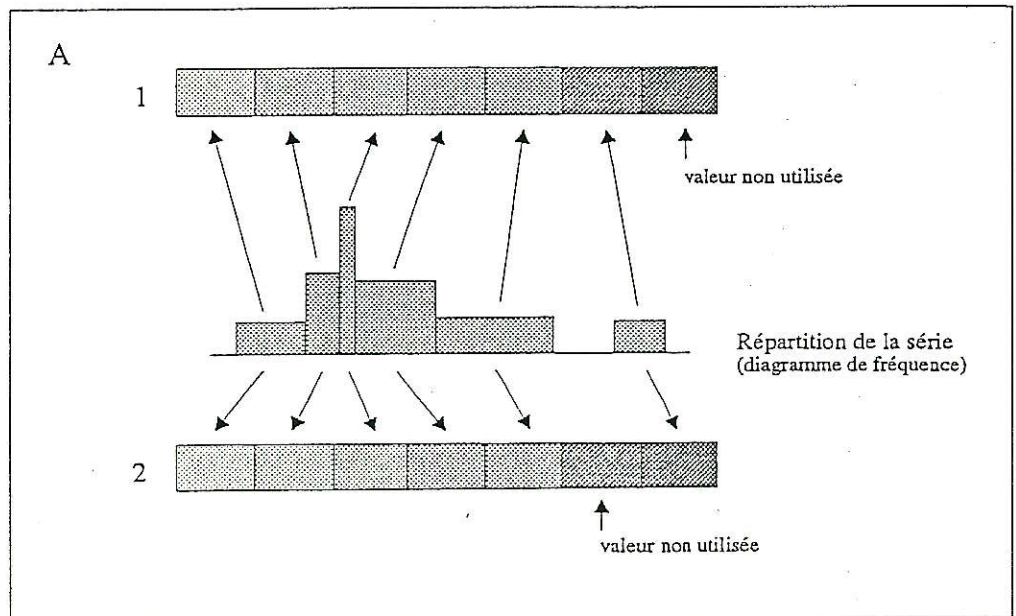


Nombre d'habitants au km²:

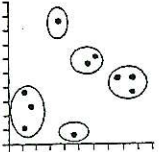
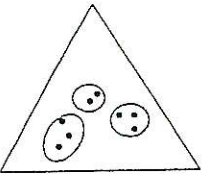
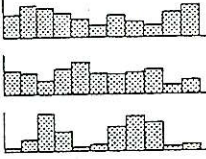
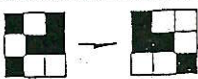


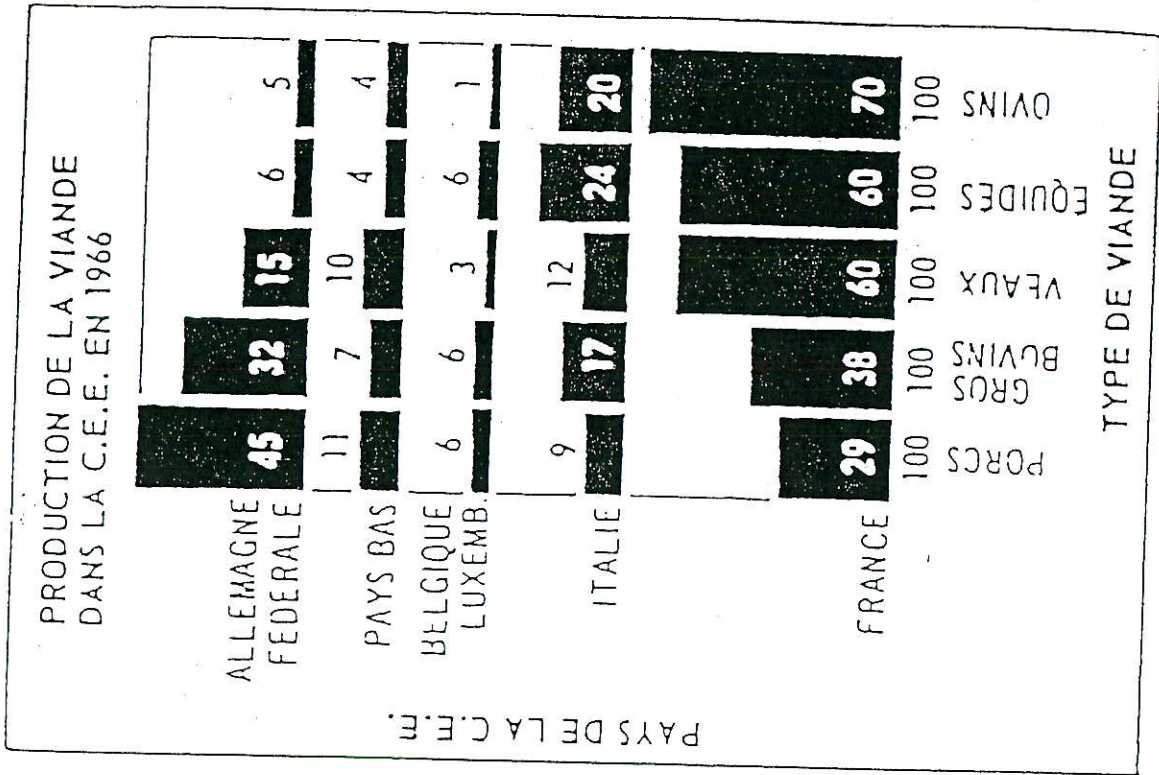
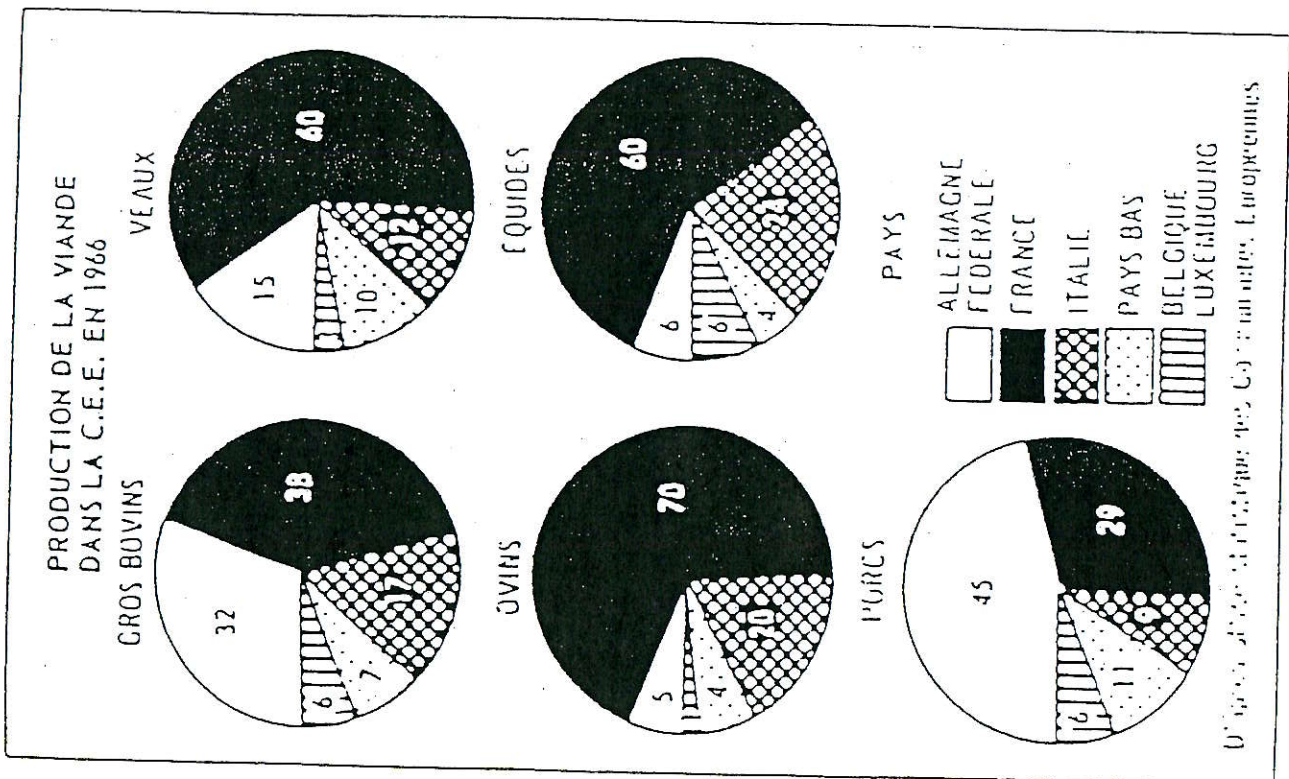
Région Parisienne :



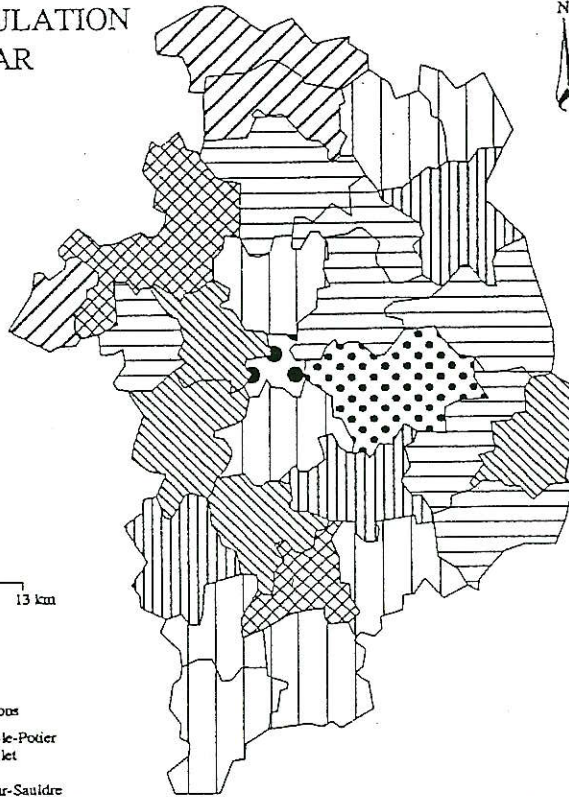


Conception de cartes de synthèse

NATURE DES DONNÉES STATISTIQUES	TRAITEMENTS GRAPHIQUES	IMPLANTATION VARIABLES VISUELLES
CONBINAISON DE DEUX DONNÉES QL + QL QL + QT QT + QT	 Nuage de points ↓ TYPOLOGIE	IMPLANTATION ZONALE
CONBINAISON DE TROIS DONNÉES = 100% (cas particuliers)	 Nuage de points ↓ TYPOLOGIE	COULEUR TEXTURE
CONBINAISON DE X DONNÉES QT ou QL	FICHIER - IMAGE  CLASSEMENT ↓ TYPOLOGIE <hr/> MATRICE ORDONNABLE  CLASSEMENT ↓ TYPOLOGIE	+ VALEUR



RÉPARTITION DE LA POPULATION ACTIVE DANS LE CHER PAR CANTONS EN 1968



SECTEURS D'ACTIVITÉ :

primaire secondaire tertiaire



cantons

Saulzais-le-Potier
Le Châtelet
Léré
Vailly-sur-Saône
Levet
Charenton-du-Cher
Châteaumeillant

Cantons principalement agricoles (plus de 55 % de l'activité est agricole)



Néroudes
Henrichemont
Lury-sur-Arnon
La Chapelle-d'Angillon
Sancergues
Sancoins
Les Aix-d'Angillon

Cantons agricoles avec toutefois la moitié des emplois répartis dans le secteur secondaire et tertiaire



Sancerre
Lignères
Dun-sur-Auron

Cantons agricoles par des activités commerciales ou touristiques



Gracay
Aubigny-sur-Nère
Argent-sur-Saône

Cantons industriels
37% d'emplois agricoles



La Guerche-sur-l'Aubois
Châteauneuf-sur-Cher
Châteaumeillant
Mehun-sur-Yèvre

Cantons avec une forte activité industrielle, représentant entre 50 et 60 % des emplois



Saint-Amand-Montrood
Vierzon

Cantons avec une activité industrielle combinée à 35 % des emplois dans le secteur tertiaire



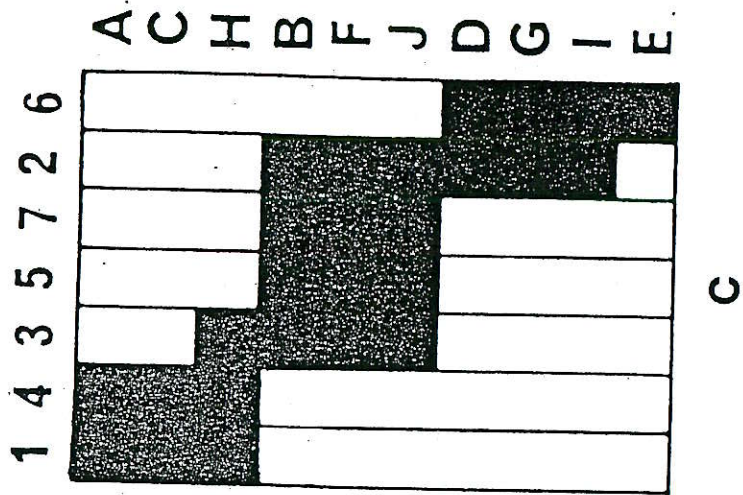
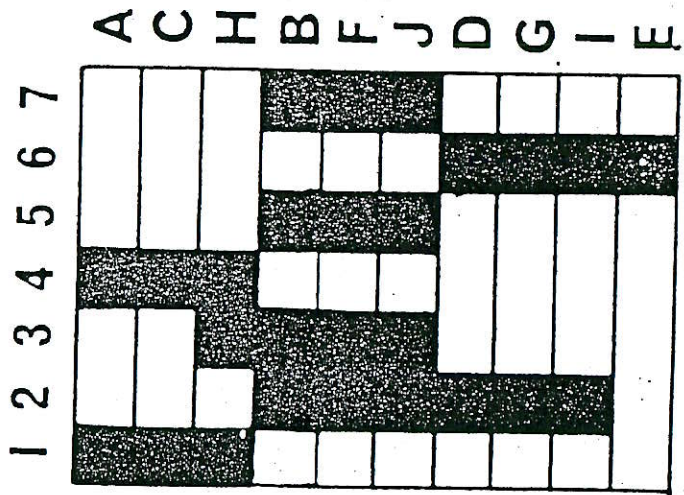
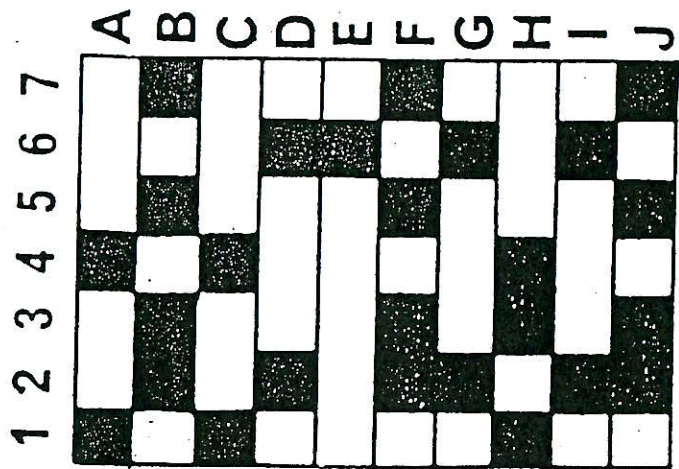
Bourges
Baugy

les fonctionnalités d'une préfecture avec 52 % d'emplois tertiaires
Canton constitué essentiellement d'emplois dans le secteur tertiaire (58 %), base militaire d'Avord

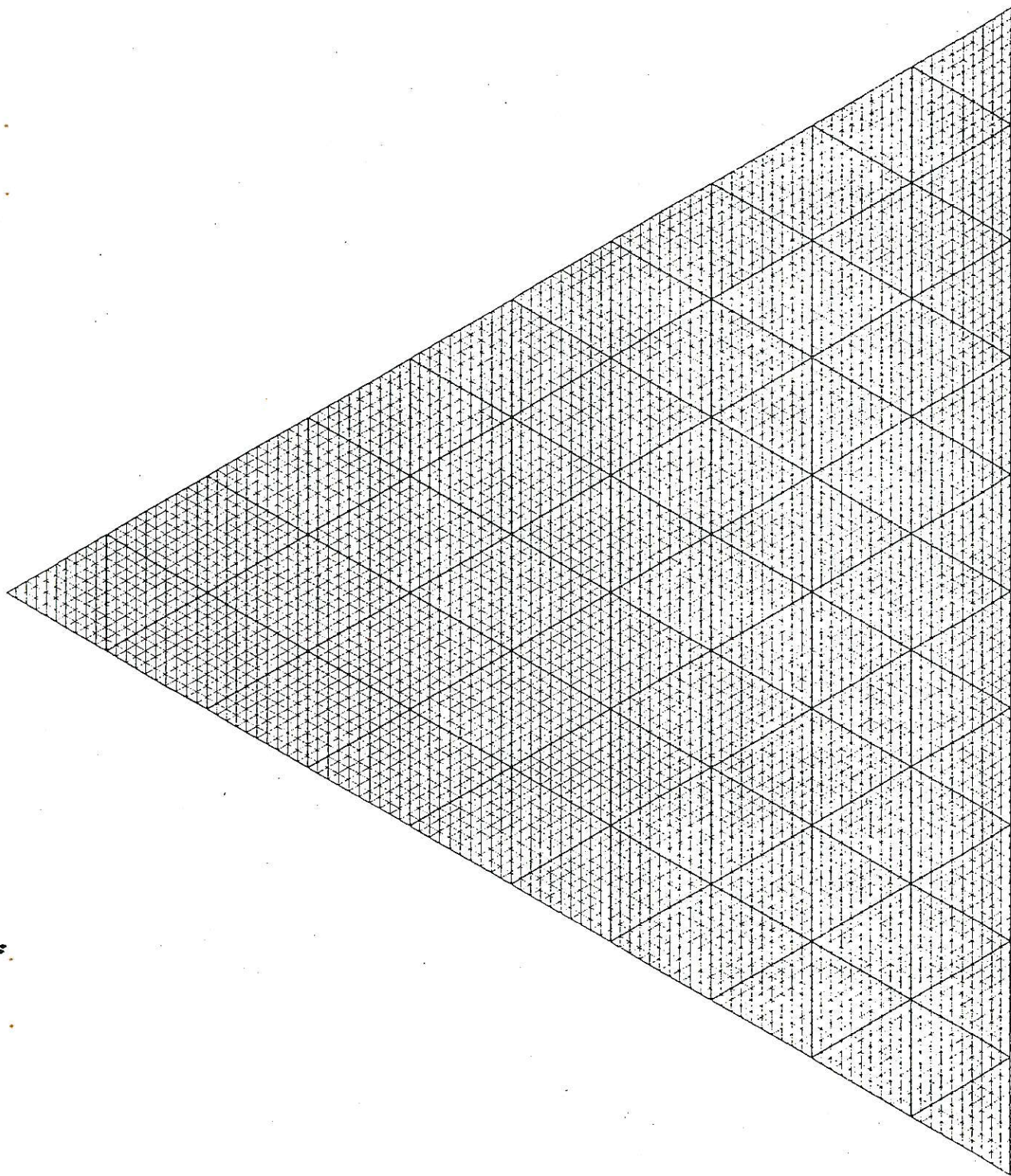


Source : I.N.S.E.E. 1968

Cyrille SUSS



y



Les systèmes de représentation

LES MAILLES



12 - CARTE PAR MAILLES

Bernard ROULEAU

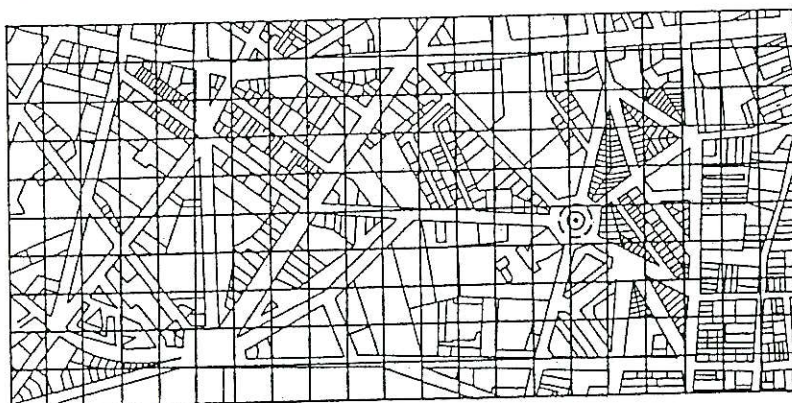
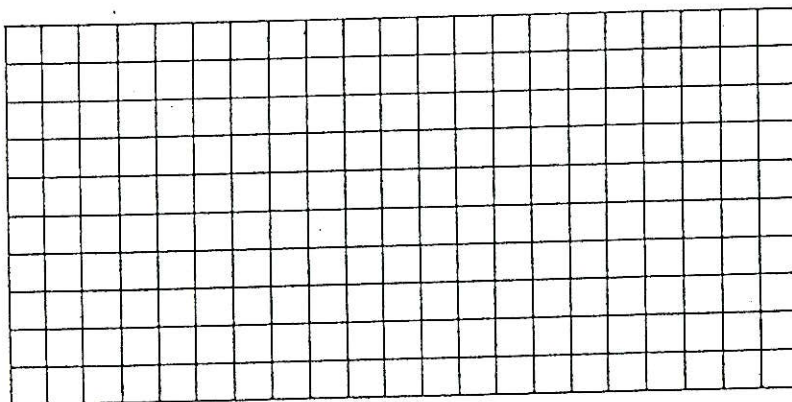
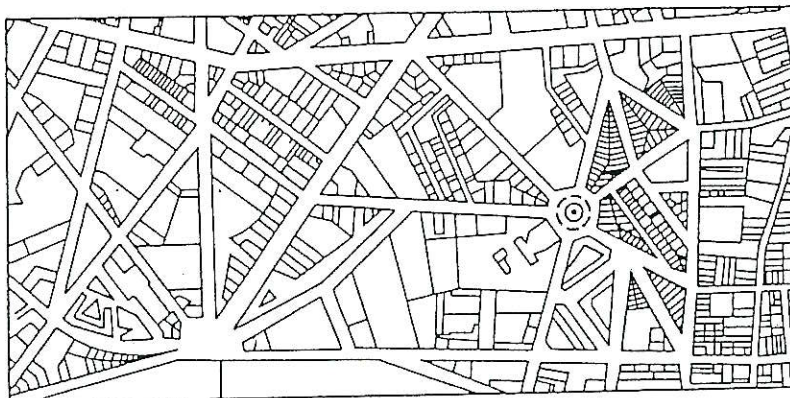
Nature de l'exercice

Diviser l'espace à cartographier en unités de surfaces identiques et constantes pour comparer plus facilement les valeurs qui les caractérisent.

Par exemple (ci-dessous), analyse de la densité parcellaire dans un secteur urbain (nombre de parcelles par unité spatiale).

Documents de base et matériel de dessin

1. Un fond de carte qu'on aura divisé en carrés, triangles ou rectangles, les valeurs numériques se rapportant à chaque unité et codées par classes.
2. Support transparent, équerres, stylo rottring, compas ou points transfert, crayons de couleurs.



2	4	7	4	4	1	7	12	6	4	2	4	1	1	2	2	9	7	2	5	6
5	4	6	11	14	6	7	3	7	9	4	7	5	3	4	4	4	8	3	5	6
5	4	7	6	12	7	11	8	7	5	5	8	4	2	7	5	16	18	7	6	7
3	6	2	3	4	5	7	9	5	5	5	9	7	4	4	11	14	15	5	10	3
3	2	7	3	6	5	5	7	5	4	3	11	9	8	4	11	10	13	7	9	6
3	3	3	5	3	2	7	6	5	5	3	3	6	5	5	6	19	14	8	6	9
5	4	4	3	1	5	6	5	4	3	2	2	1	4	3	2	8	15	9	6	8
4	10	26	11	6	6	4	3	3	2	3	6	4	3	6	2	13	11	11	6	12
7	5	21	19	6	0	4	1	1	3	3	6	4	4	5	4	3	7	16	7	16
6	4	6	3	1	2	1	1	1	1	1	3	4	2	6	2	4	8	8	6	13

Analyse de l'exercice

Donner à chaque classe un figuré : palier de valeur ou taille d'un signe ponctuel (cf. exercice).

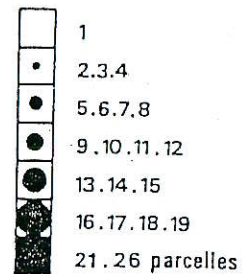
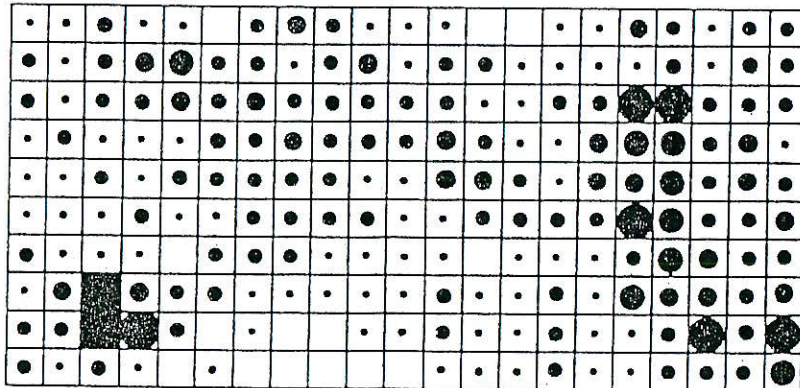
Réalisation de l'exercice

Placer dans chaque maille la valeur ou la taille correspondant à la classe de sa valeur numérique.

Intérêt de cette représentation

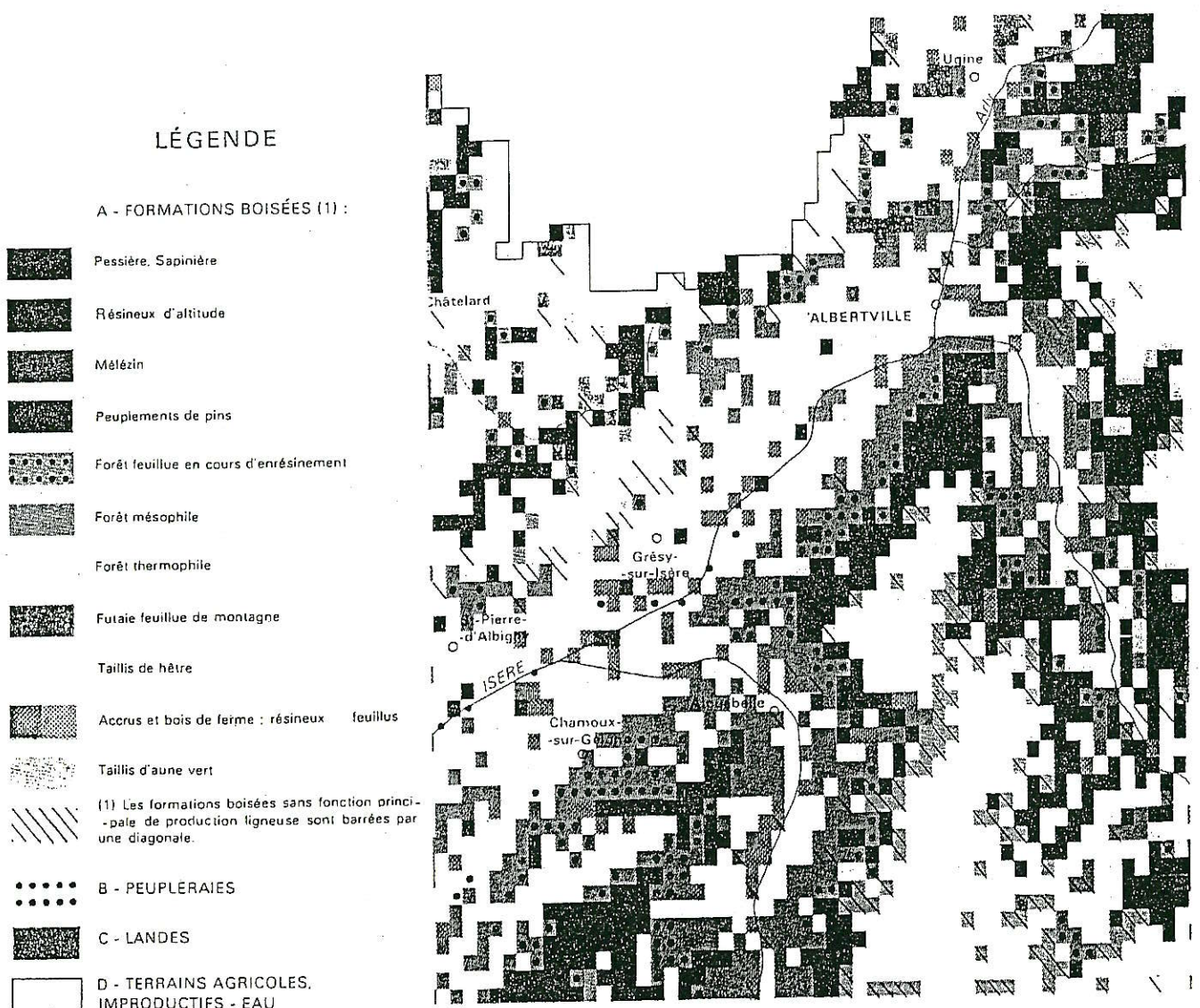
- S'affranchir des limites administratives
- Comparer entre eux des phénomènes physiques ou humains qui n'ont pas le même découpage spatial
- Etablir un inventaire systématique des données d'un espace déterminé maille par maille, et en faire la gestion méthodique
- Permettre une analyse de l'évolution de l'espace dans le temps, les limites administratives n'ayant plus d'importance.
- Faciliter la réalisation des cartes par ordinateur.

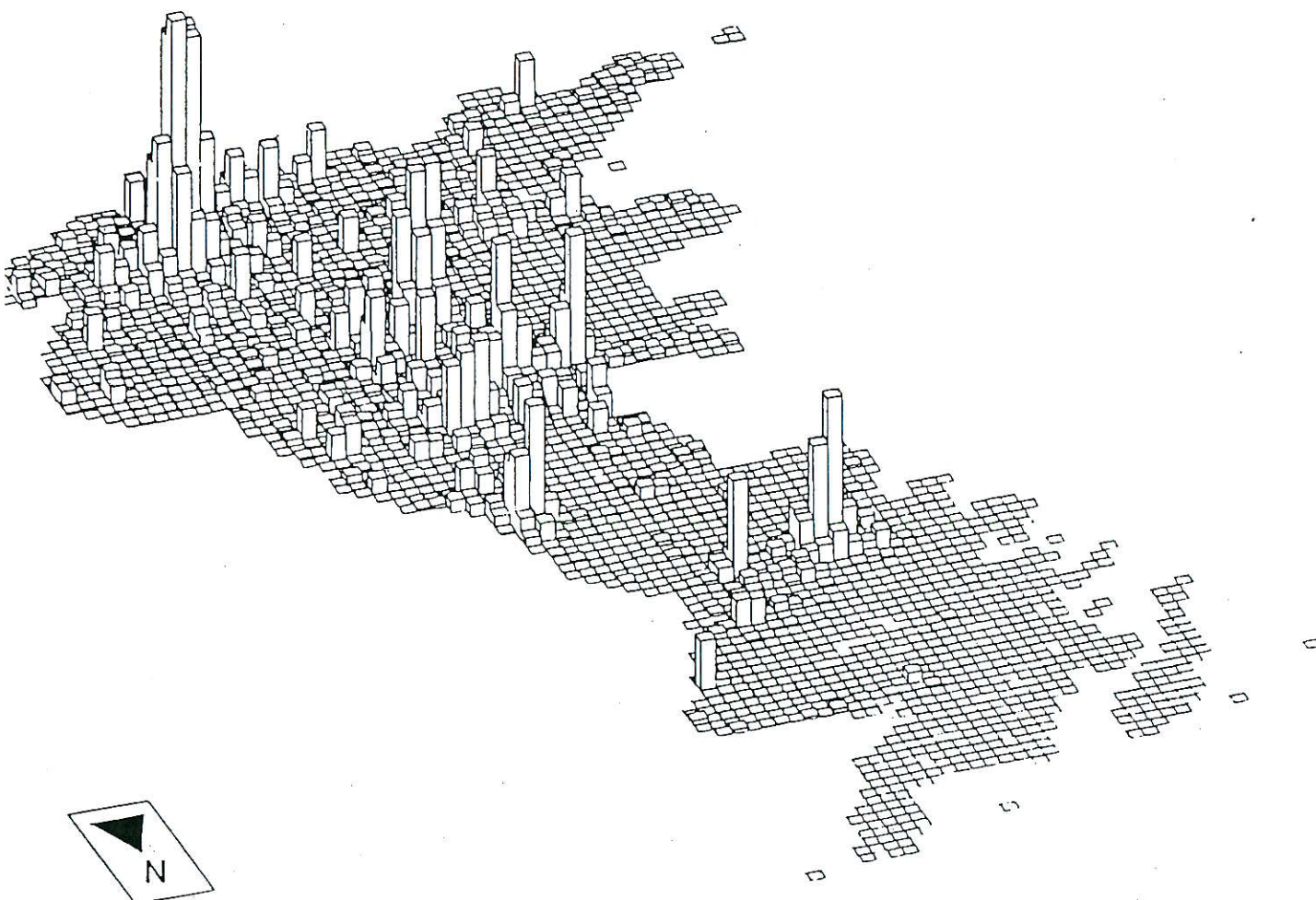
SOLUTION



Cartographie par maille : Inventaire Forestier National

- Le service de l'Inventaire Forestier National a pour activité principale le recensement des ressources forestières de la France. A ce titre il a étudié et réalisé, avec le concours de l'I.G.N., une carte forestière de technique manuelle traditionnelle.
- Le remplacement de celle-ci par une carte à réalisation automatique est en cours de réalisation.
- Cette cartographie au 1/250.000 par département adopte une maille de 2 x 2,5 mm (500 x 625 m au sol) homothétique de la maille d'imprimante d'ordinateur (possibilité de sorties graphiques d'étude).
- L'inventaire réalisé, dans sa 1^{re} phase, d'après photos aériennes affecte à chacune des mailles une série de données stockées sous forme informatique.
- La cartographie automatique utilise un certain nombre de ces données et leur fait correspondre les représentations graphiques adéquates : teintes, symboles, poncifs...

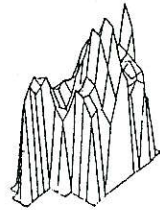
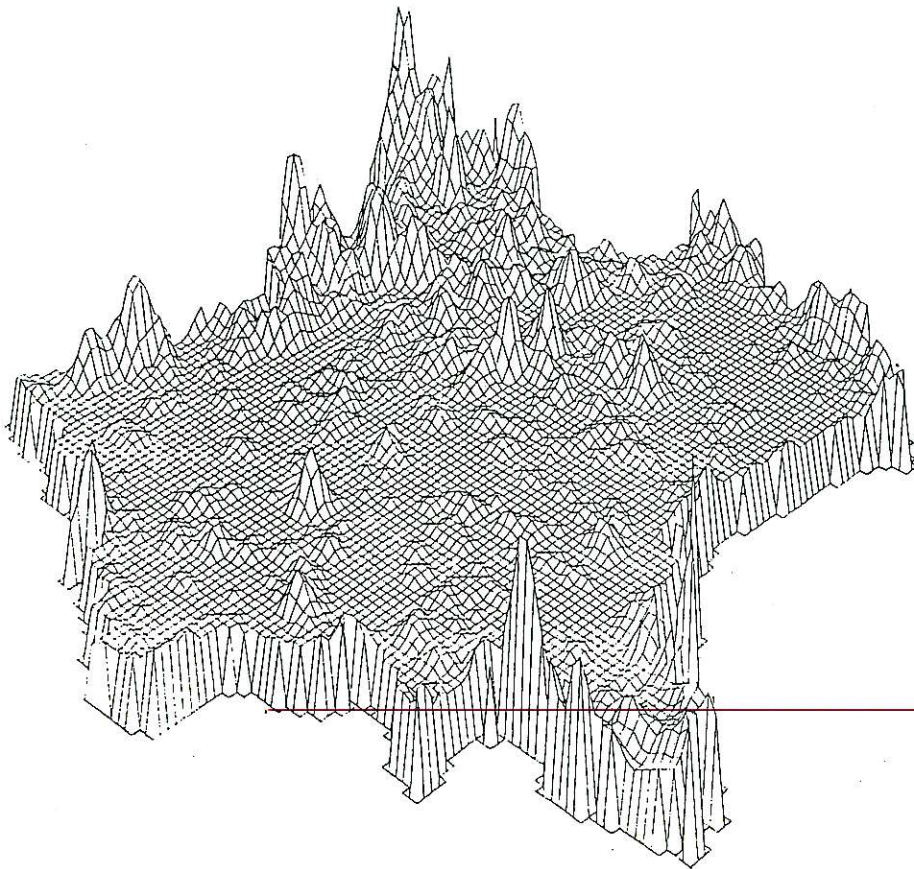
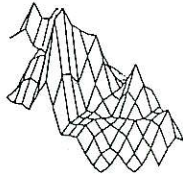
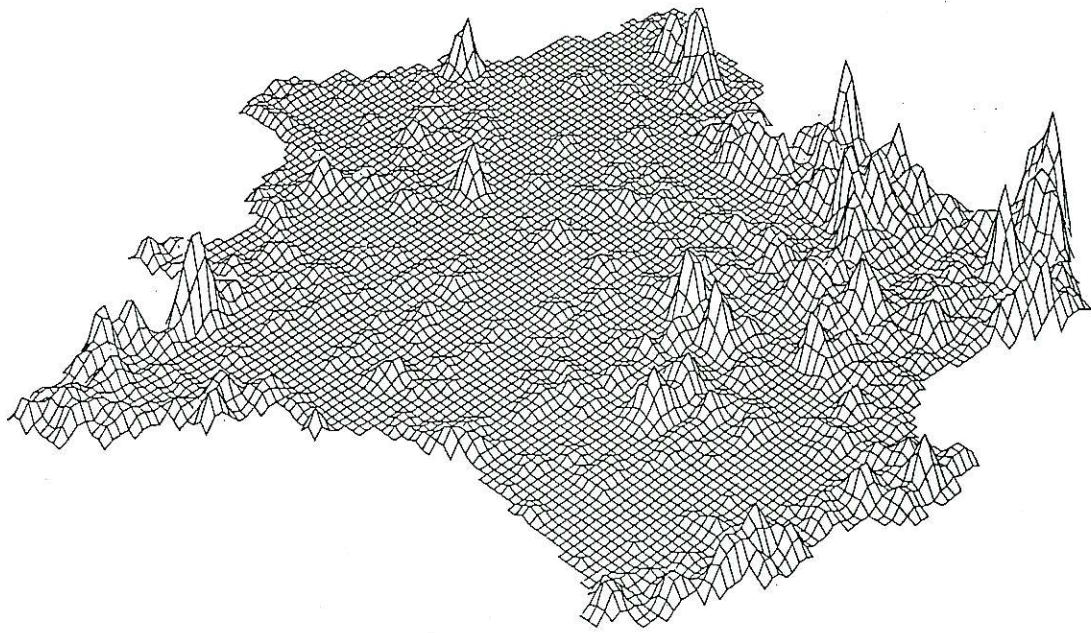




1. Manhattan en Grande-Bretagne

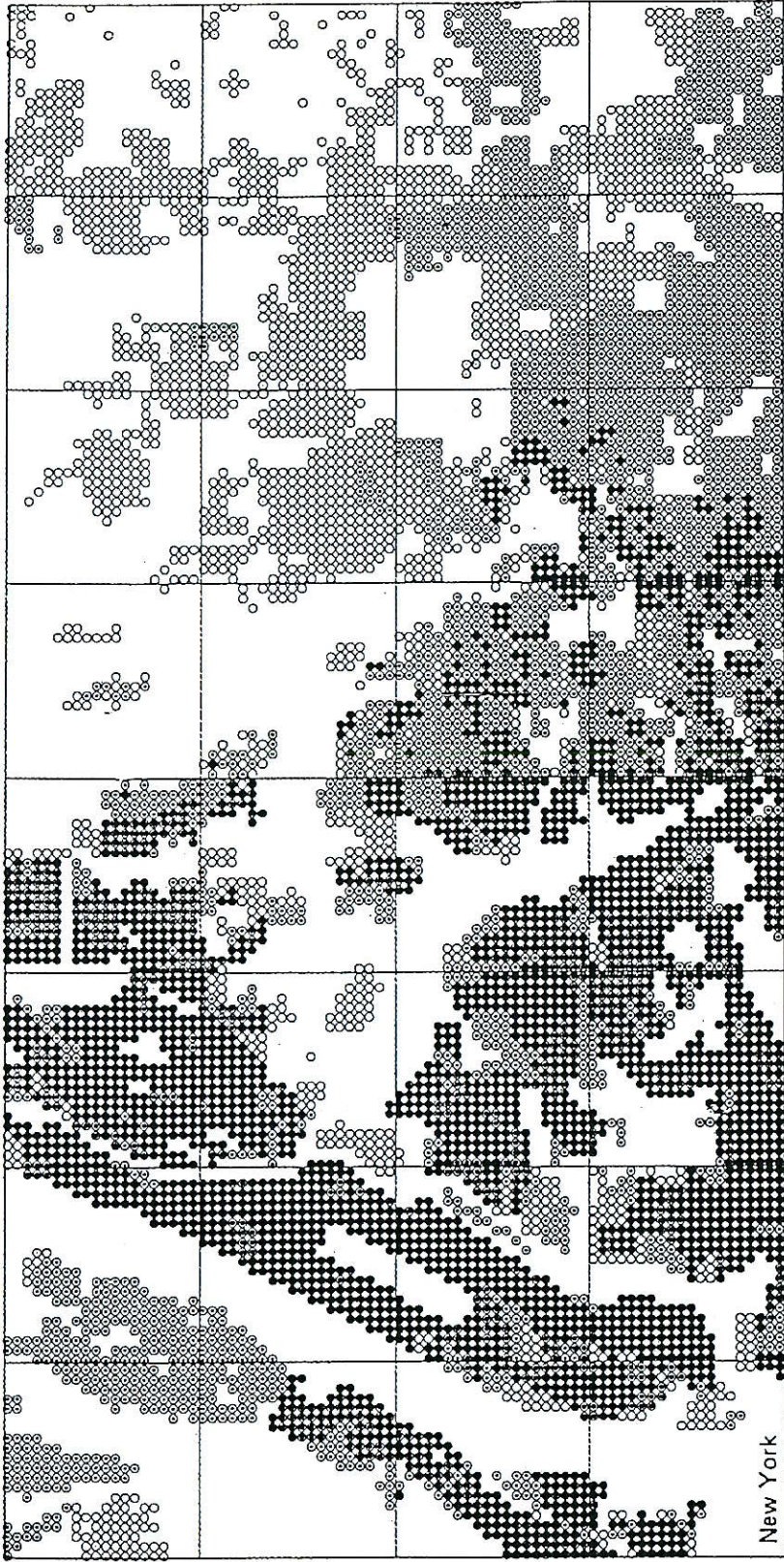
isissante vision en relief de la population britannique, à par-
du carroyage de base du recensement (carrés de 10 km de
té) : les hauteurs des barres sont proportionnelles aux nom-

bres d'habitants (et donc aux densités aussi). L'ensemble est
comme vu de la Norvège : Londres est au fond à gauche. *Peo-
ple in Britain, a Census Atlas*. HMSO.



DES GUIDES ET DES CARTES

MAPPEMONDE 87-4



LA POPULATION

LE S BANDES ALTERNÉES

11 - EXPRESSION PAR BANDES ALTERNÉES

Bernard ROULEAU

Nature de l'exercice

Représenter, en implantation zonale, l'importance relative des différentes composantes d'une donnée, traduites en pourcentages, et dont le total est égal à 100 % (nationalités, classes d'âges, catégories socio-professionnelles, utilisation du sol...).

Documents de base et matériel de dessin

1. Fond de carte portant les surfaces statistiques, les composantes en pourcentages.
2. Support transparent, équerres, stylo rottring, crayons de couleurs ou trames.

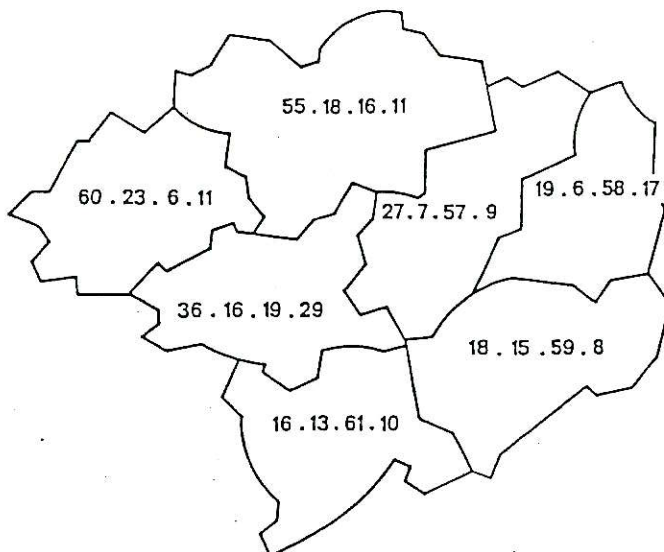
Analyse de l'exercice

Tracer un lignage, vertical de préférence, constitué de bandes (périodes ou modules) de largeur constante (10 mm. si possible) sur l'ensemble de la carte.

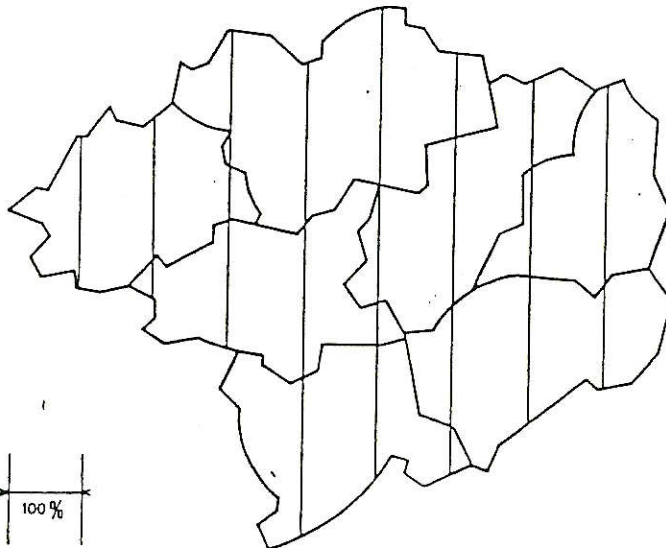
Chaque surface statistique (ou zone) se trouve ainsi traversée par une ou plusieurs périodes de 10 mm., entières ou partielles, chaque période représentant 100 %.

La plus petite zone doit comporter au moins une période complète.

Fond de Carte et données



1. céréales - 2. cultures industrielles - 3. Paturages - 4. bois, landes, lacs et autres



Réalisation de l'exercice

Calculer la largeur des bandes zone par zone à l'intérieur des périodes qui traversent la zone, chaque bande correspondant à une des composantes de la donnée et se répétant d'une période à l'autre d'une même zone.

Par exemple , Zone A : céréales 55 % = 5,5 mm.
cultures industrielles et fourragères 18 % = 1,8 mm.
surfaces toujours en herbe 16 % = 1,6 mm.
bois, landes, lacs, divers 11 % = 1,1 mm.

A l'intérieur d'une même zone, les périodes (ou modules) sont donc toujours divisés en bandes de façon identique. D'une zone à l'autre, la largeur des bandes est différente selon les données statistiques à exprimer pour chaque phénomène étudié. L'ordre dans lequel se présentent les bandes entre elles dans

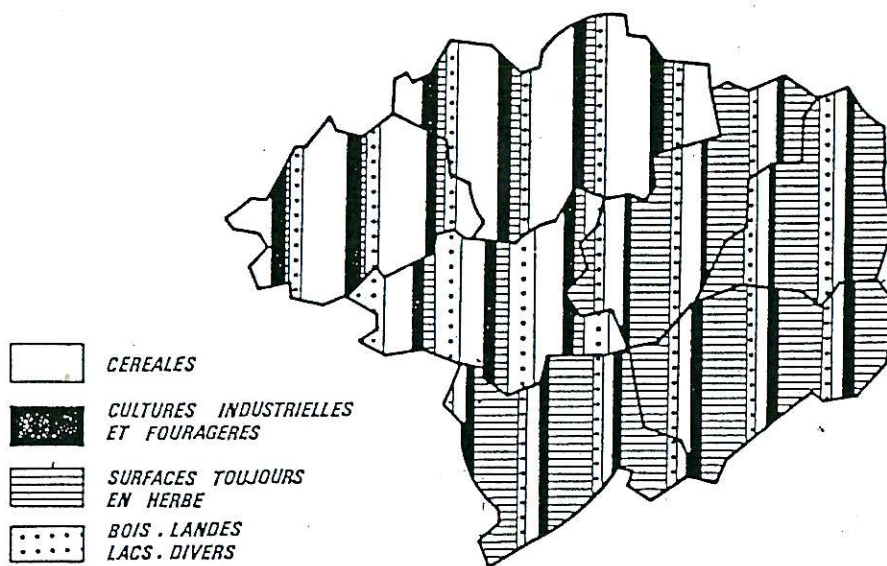
les périodes doit toujours être le même sur toute la carte.

Remplissage des bandes

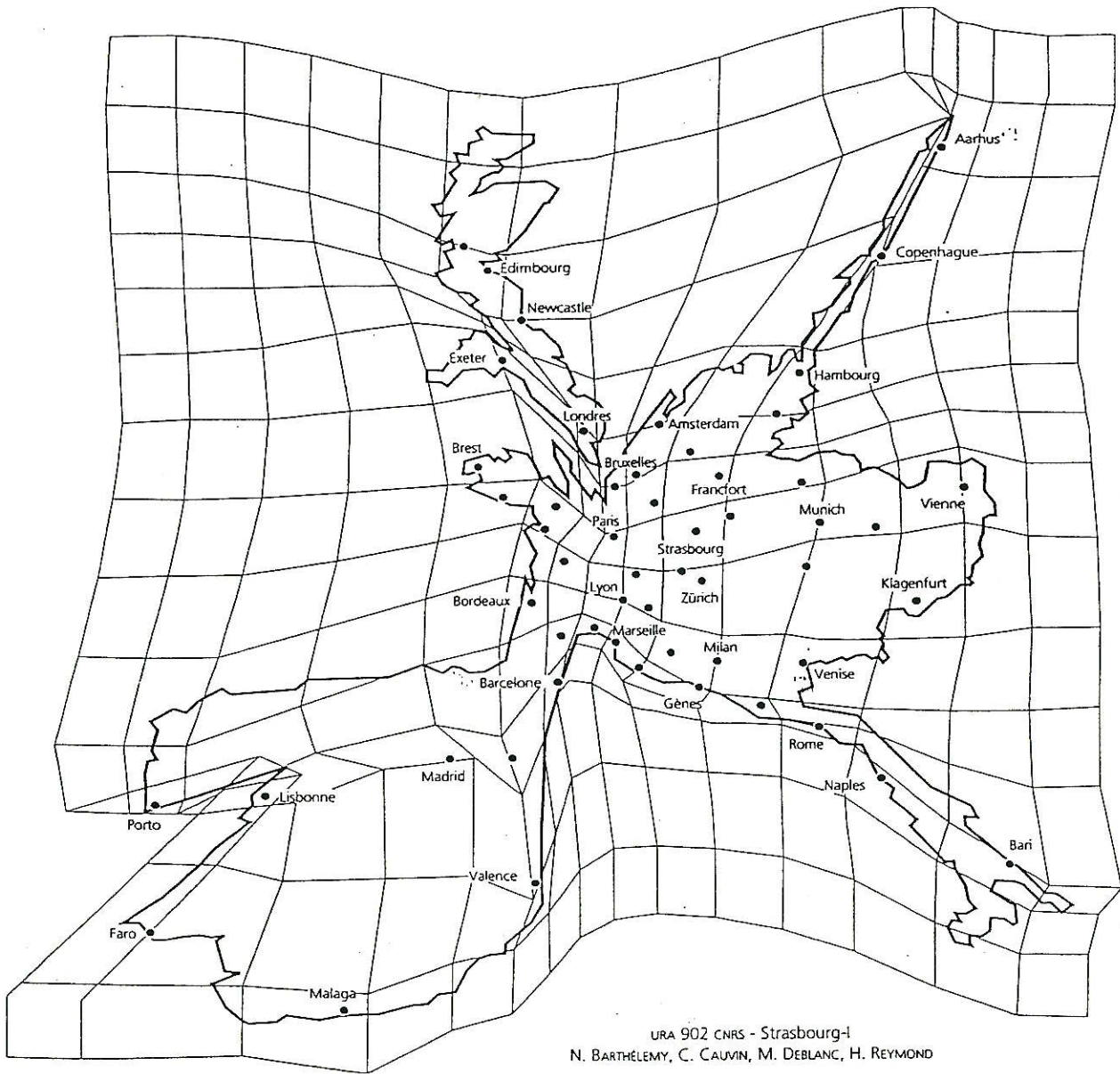
A chaque composante correspond un figuré (couleur ou trame). S'il y a une relation d'ordre entre les composantes (classes d'âges ...) on aura soin de l'exprimer par une gamme de valeurs (de couleurs ou de noir).

Pour construire et remplir les bandes à l'intérieur d'une zone, il faut commencer par les périodes complètes et terminer par les périodes partielles en observant si ce sont des débuts ou des fins de périodes. Ce mode d'expression n'est efficace que si les valeurs des différentes composantes sont assez contrastées d'une zone à l'autre, si le nombre des composantes n'est pas supérieur à 5 et si les figurés utilisés se différencient assez nettement entre eux.

SOLUTION



LES ANAMORPHOSES



LES DÉPLACEMENTS

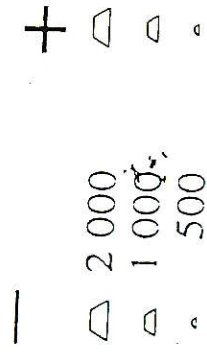
carte 1 Attraction des centres d'hémodialyse situés dans le 77, 78, 91, 95 (traitement)



Seuil minimum

représenté:

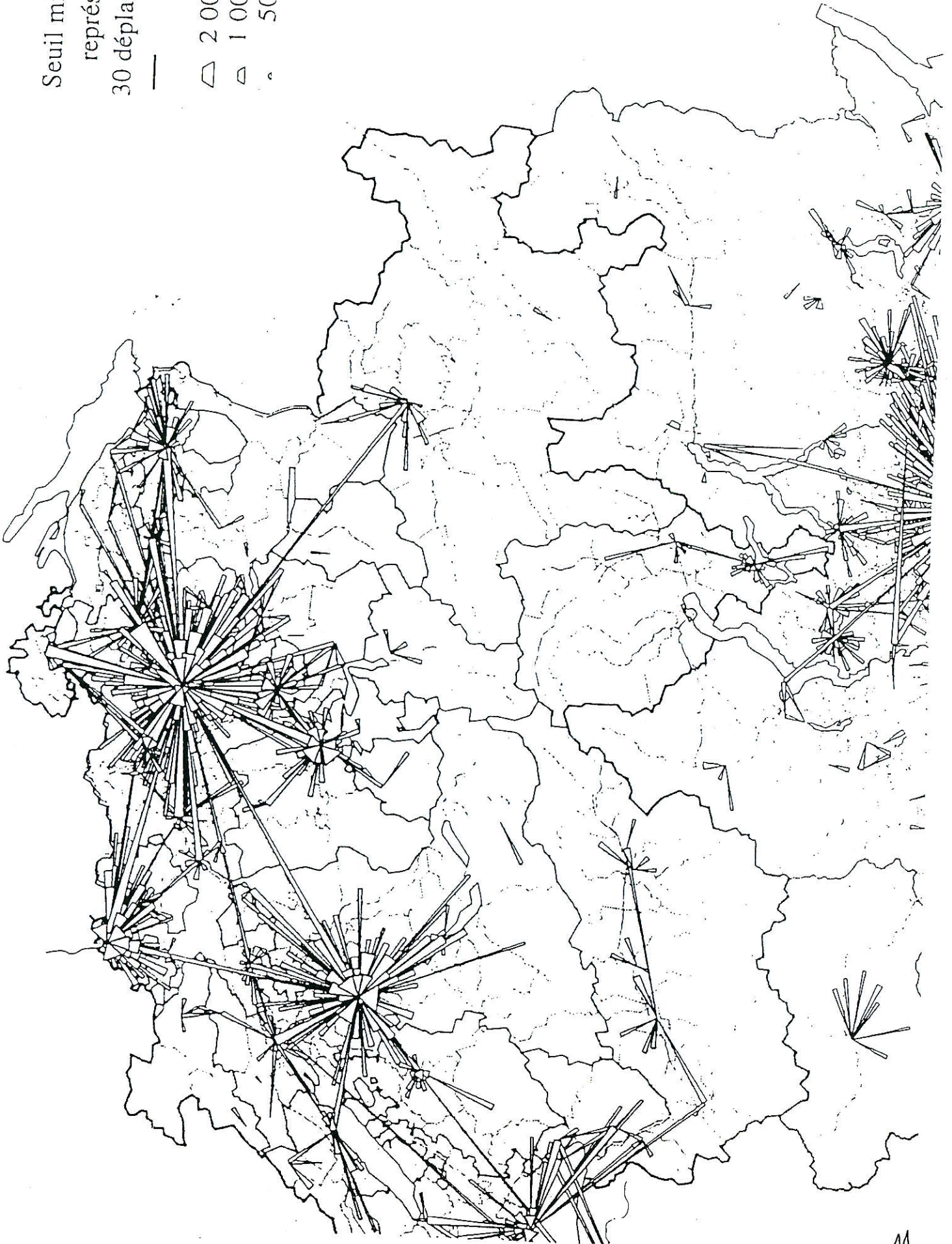
30 déplacements

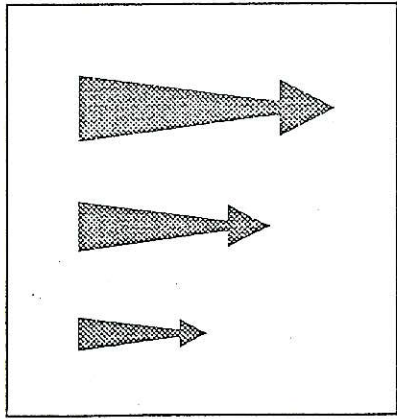
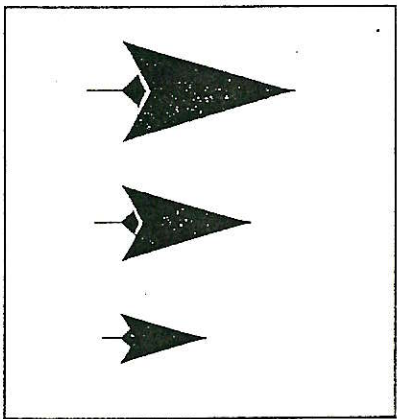
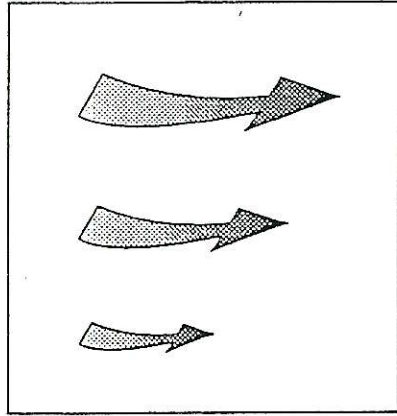
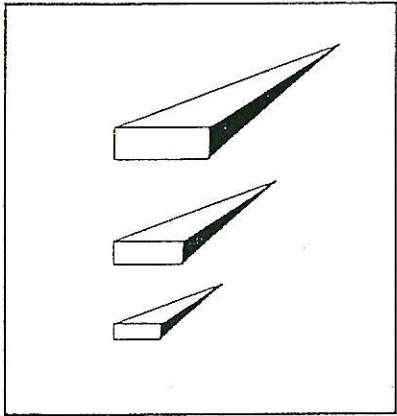
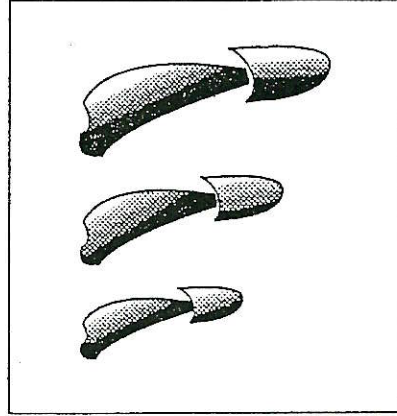
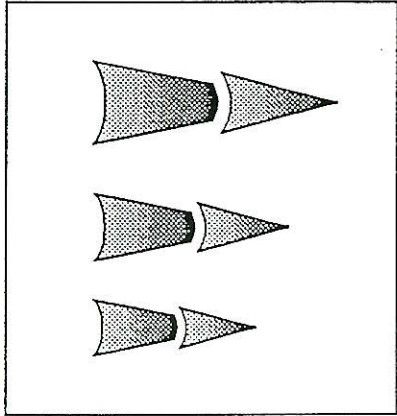


2 000

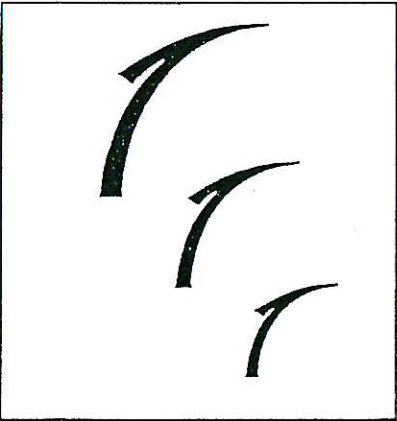
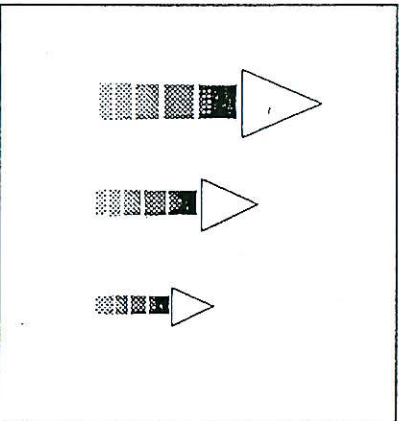
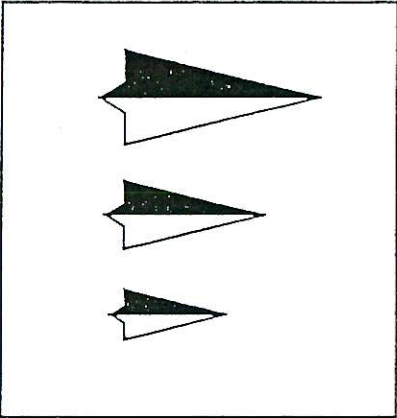
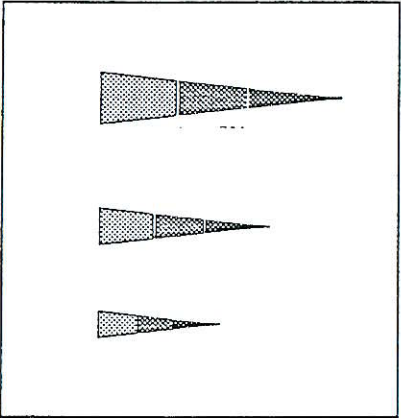
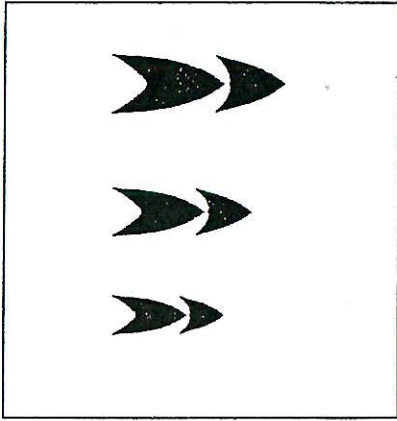
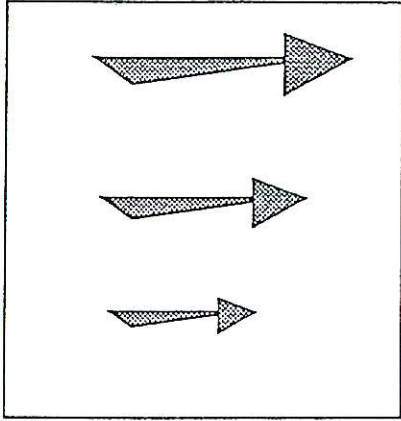
1 000

500



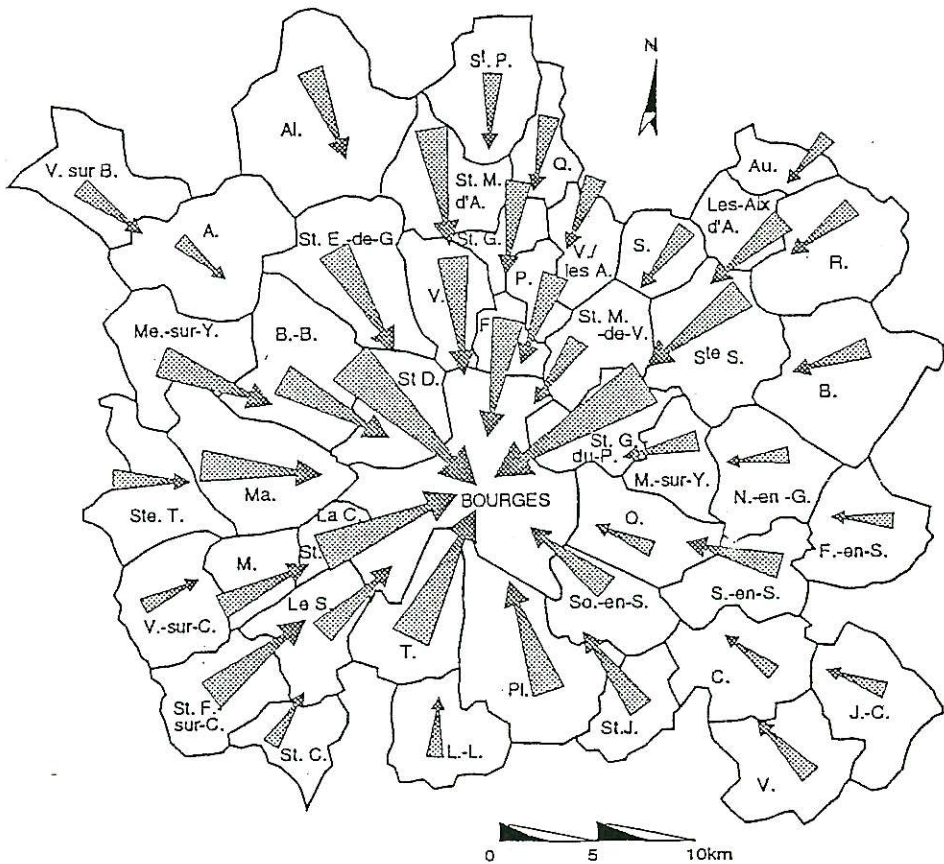


CHENEAU Stéphanie

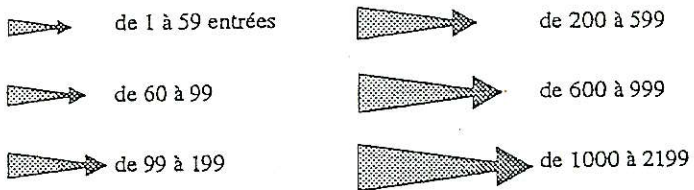


CHENEAU Stéphanie

LES MIGRATIONS ALTERNANTES VERS BOURGES PAR COMMUNE EN 1990



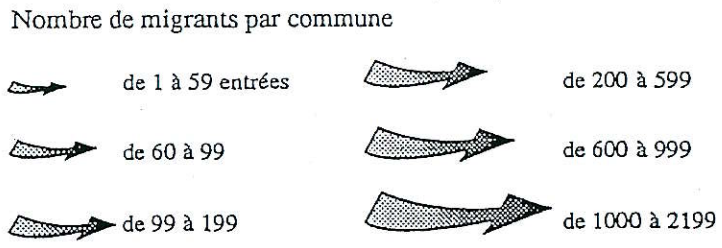
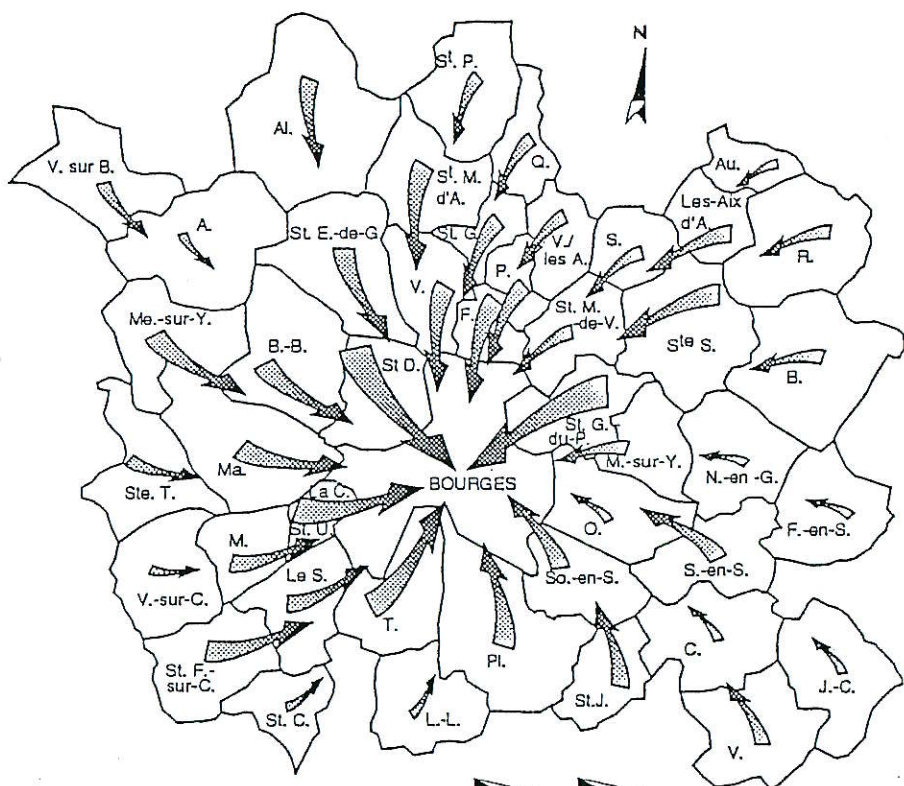
Nombre de migrants par commune



Source : RGP INSEE 1990

CHENEAU Stéphanie

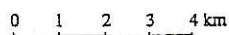
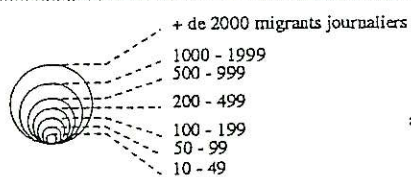
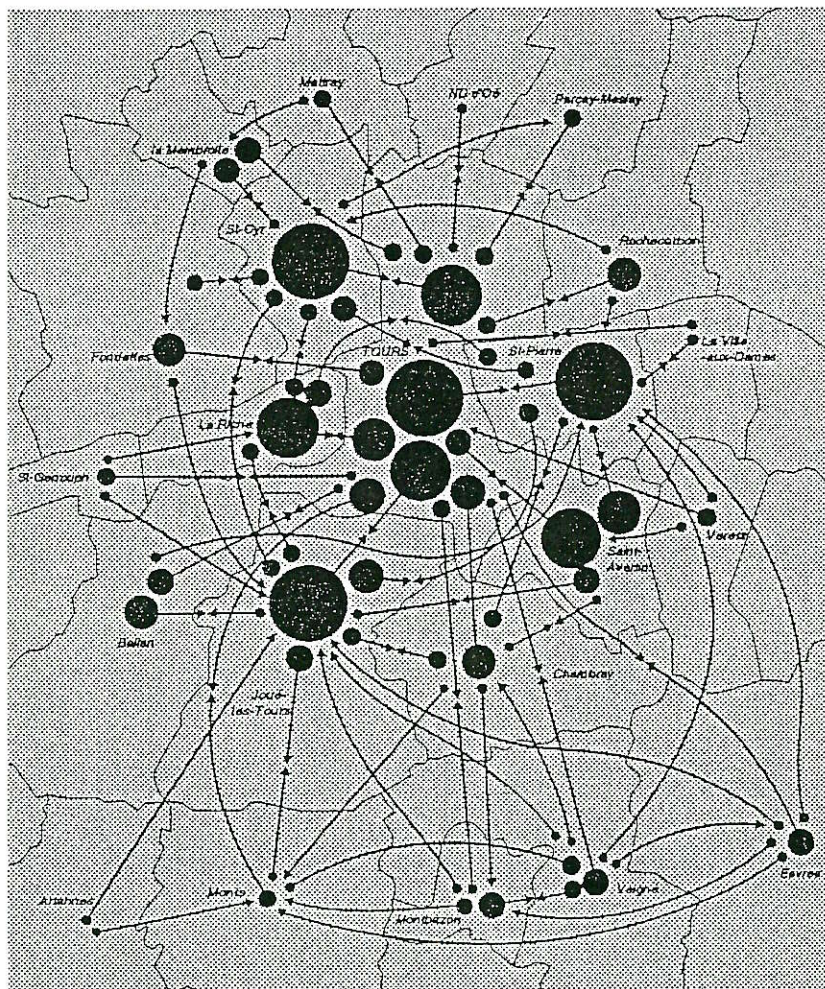
LES MIGRATIONS ALTERNANTES VERS BOURGES PAR COMMUNE EN 1990



Source : RGP INSEE 1990

CHENEAU Stéphanie

LES MIGRATIONS PROFESSIONNELLES JOURNALIÈRES EN 1968



Migrants se rendant à.....
 au lieu de résidence.....

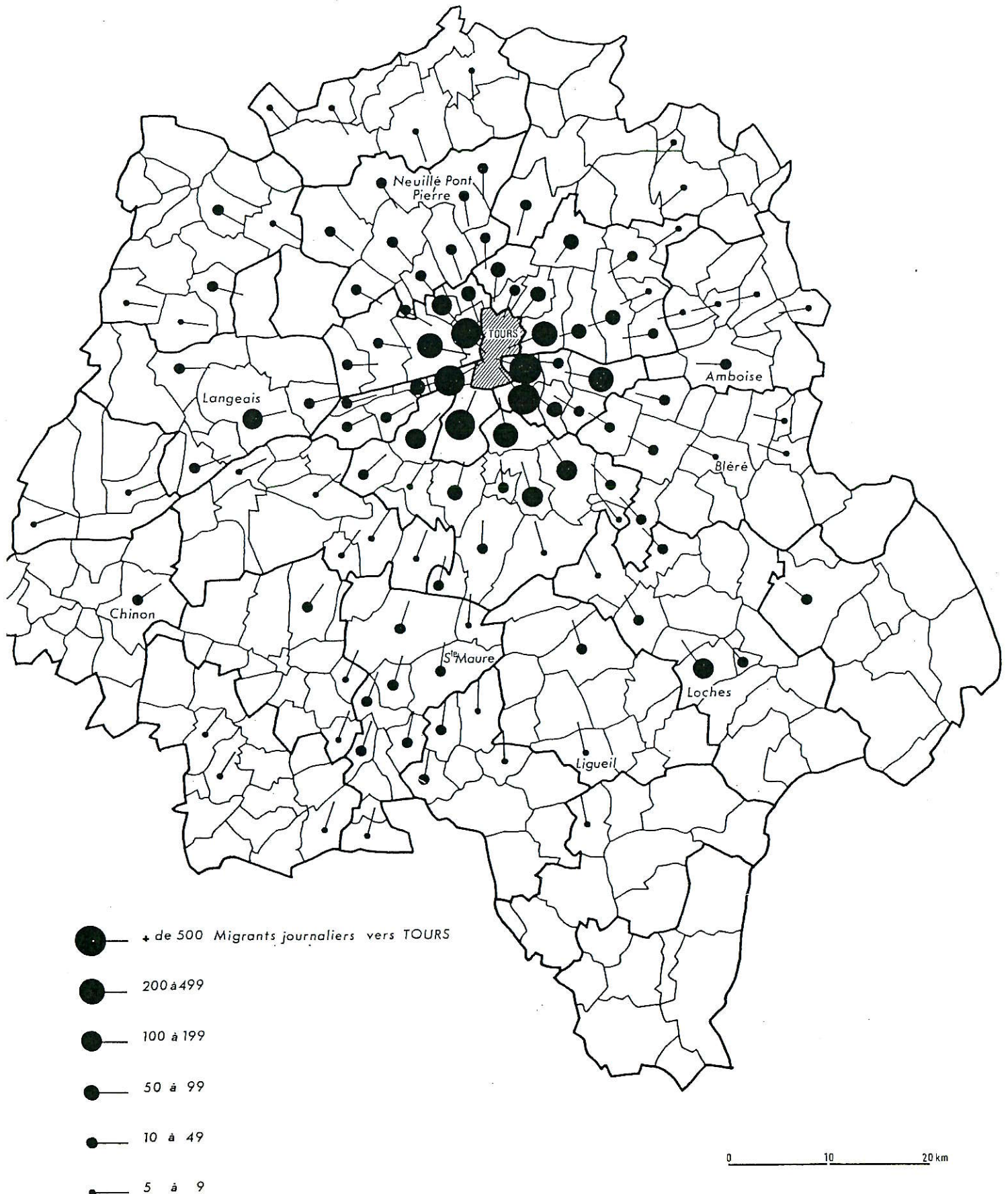
Conception : Philippe Quodverte
 Réalisation : Stéphanie Terrisse

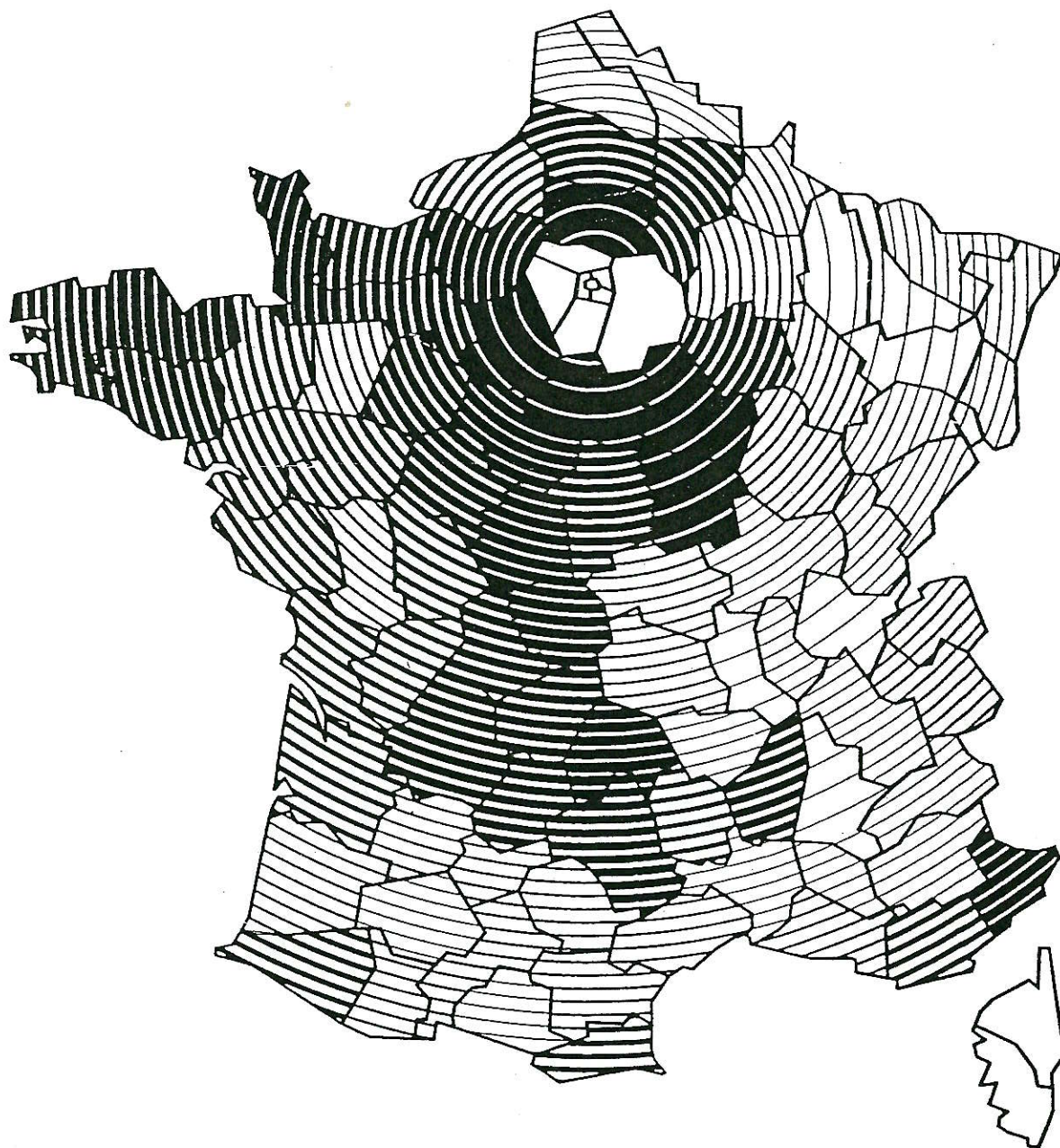
ATTRACTION DE TOURS SUR L'INDRE-ET-LOIRE

Migrations professionnelles journalières

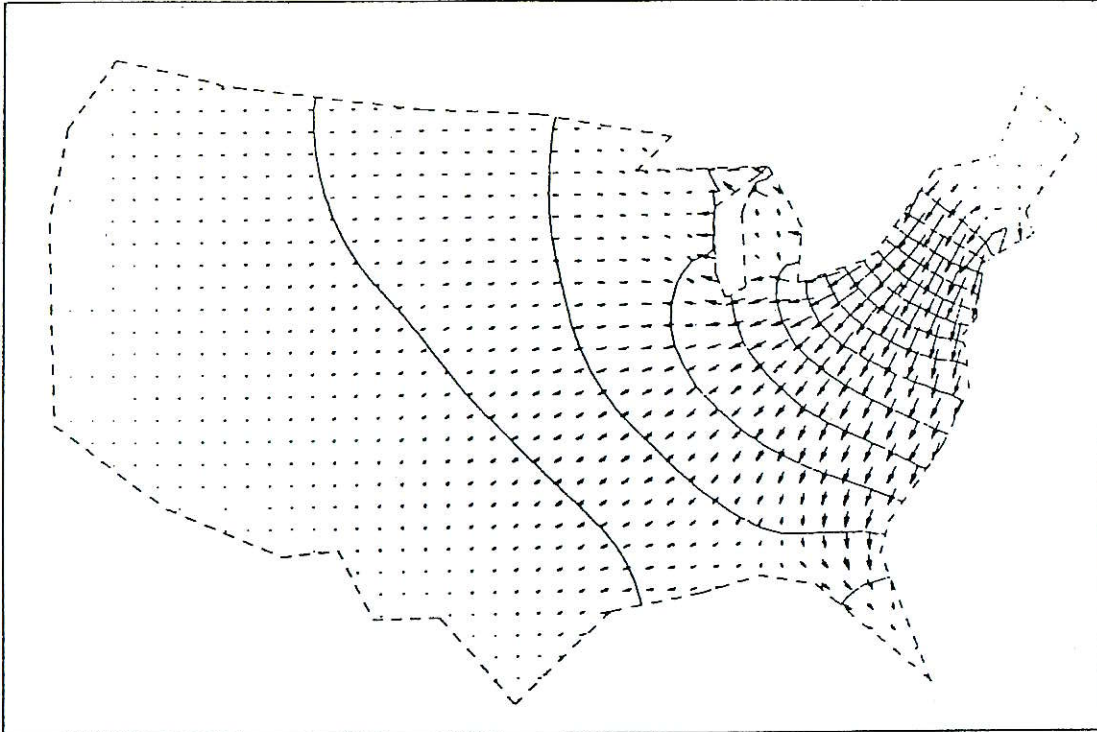
1968

Fig:20



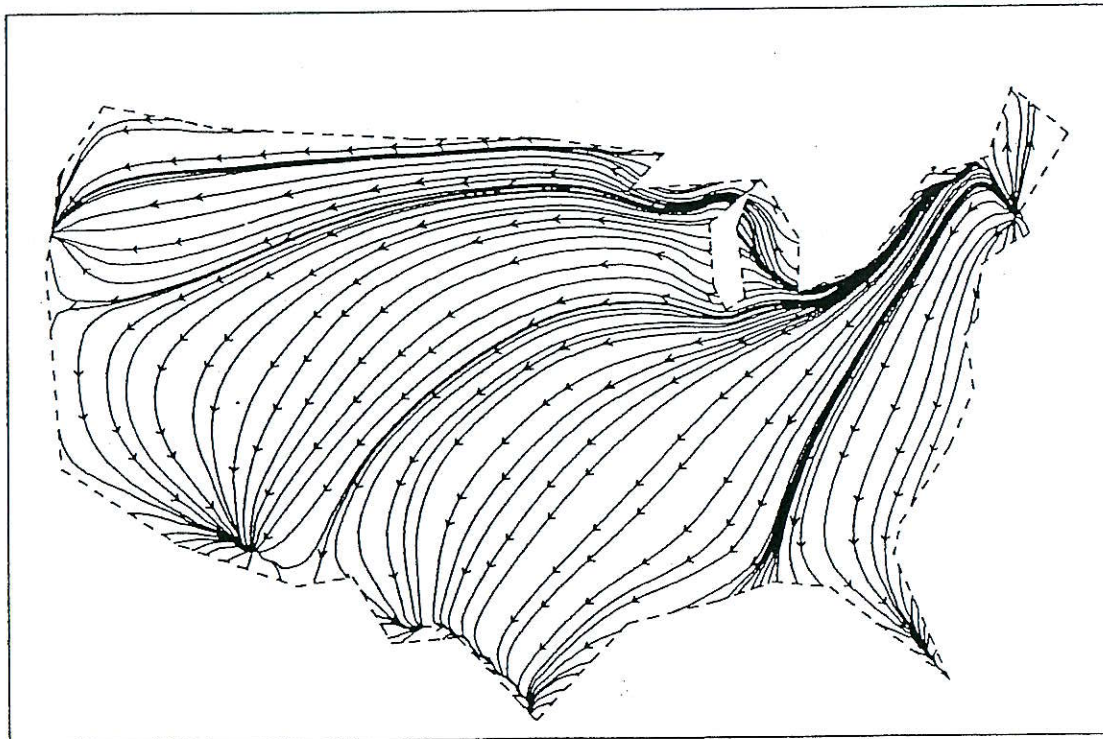


Migrations Ile-de-France vers la province (recensements 1968-1975)



1. Estimated 1970/1976 wealth potential, $Q(x,y)$, obtained as the solution to Poisson's equation indicated by contour lines, and with the gradient shown as a vector field. See text.

Potentiel de la richesse estimée (1970-1976), $Q(x,y)$, comme solution à l'équation de Poisson, représenté par les courbes de niveau, le gradient étant un champ vectoriel.



2. Estimated trajectories of the flow of wealth computed from the potential field of Figure one.
Trajectoires estimées du flux de richesses calculées à partir du champ potentiel de la figure 1.

Solde favorable
à l'Île-de-France

Solde favorable
à la province

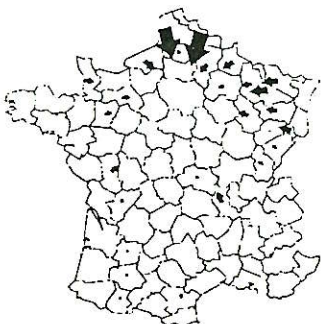
Les migrations résidentielles
Île-de-France - province :
← le retournement



1954-62



1962-68



1968-75



1975-82



1982-90



A chacune des cinq dernières périodes intercensitaires correspondent deux cartes. La carte de gauche concerne les départements dont le solde des échanges est en faveur de l'Île-de-France, la carte de droite ceux pour lesquels il est en faveur de la province. L'épaisseur de chaque flèche est proportionnelle à l'intensité du solde migratoire.

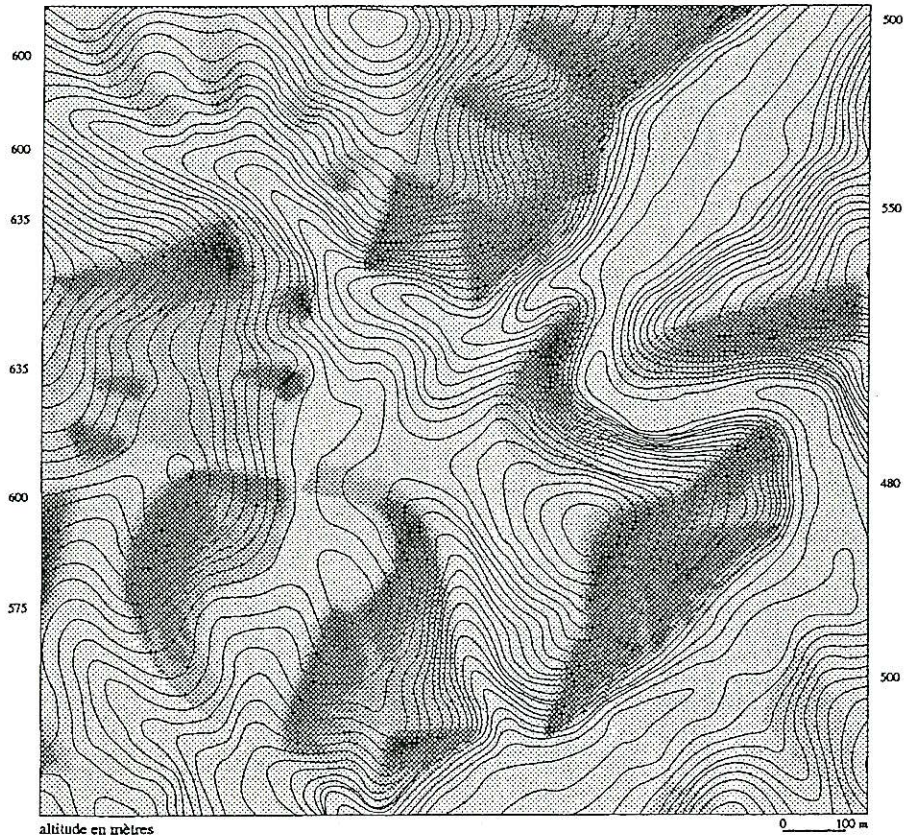
Jusque dans les années cinquante, les échanges de population de la plupart des départements étaient déséquilibrés en faveur de l'Île-de-France. Seul l'extrême sud-est et surtout la Côte d'Azur étaient bénéficiaires : les migrations vers la province concernaient surtout les retraités.

Dans les années soixante, les migrations vers la province ont touché de plus en plus les actifs dans la deuxième partie de leur carrière. Les bilans démographiques négatifs de la plupart des départements se sont atténués et le bilan positif du sud-est s'est accru. Les départements voisins de l'Île-de-France (Oise, Loiret, Eure-et-Loir, Yonne) ont bénéficié de l'arrivée d'actifs continuant de travailler dans la métropole.

A partir des années soixante-dix, le schéma migratoire s'est stabilisé. L'avantage migratoire de la région capitale s'est limité aux étudiants et aux jeunes actifs alors que dans toutes les autres tranches d'âge, les départs étaient prépondérants. Le bilan géographique n'est favorable à l'Île-de-France qu'avec les départements frappés par la crise industrielle du nord et de l'est.

LE RELIEF

LE RELIEF DE NOIRÉTABLE (LOIRE)
MISE EN VALEUR PAR
L'ESTOMPAGE

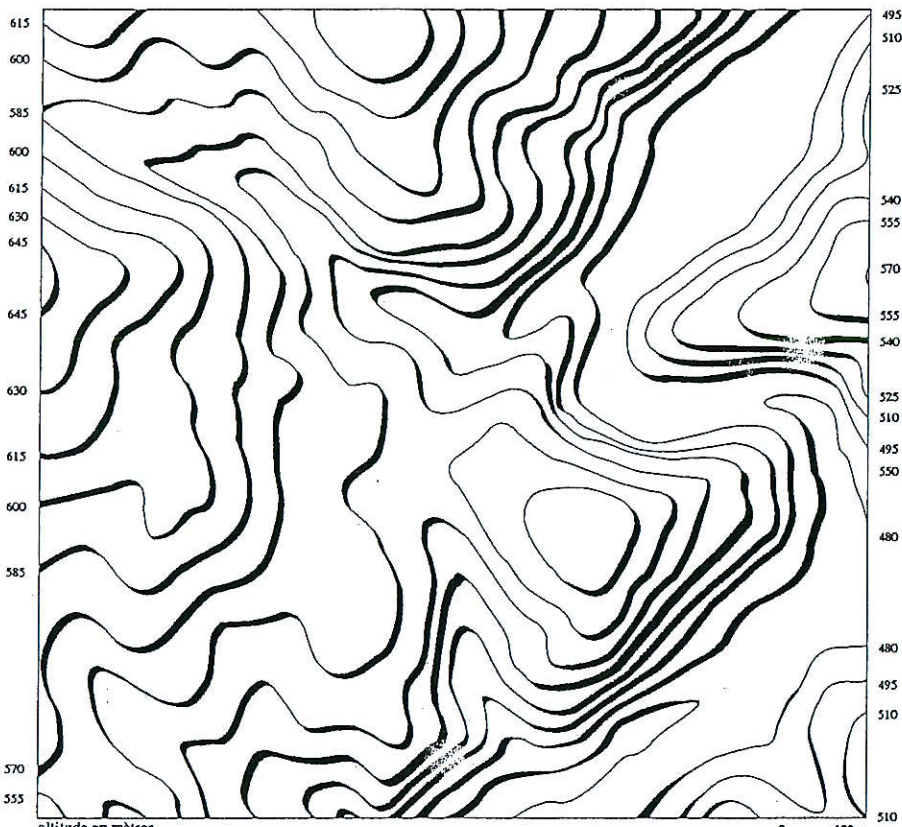


altitude en mètres

équidistance des courbes de 5 m

réalisation : Sylvie AIX

LE RELIEF DE NOIRÉTABLE (LOIRE)
MISE EN VALEUR PAR
COURBES RENFORCÉES



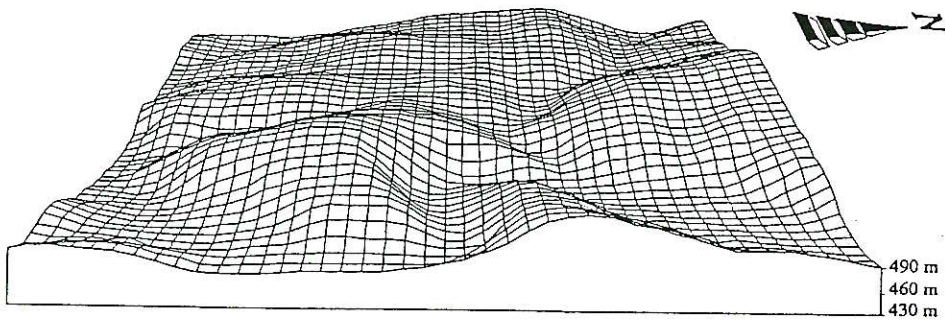
altitude en mètres
équidistance des courbes de 15 m

0 100 m

réalisation : Sylvie AIX

Commune de Noiretable
MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN

Angle de vue: 90°
1 maille = 30x30 m



CAILLON Didier

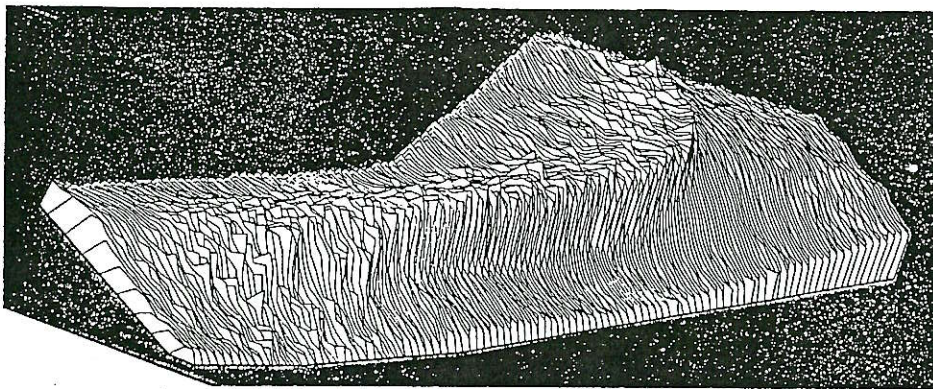


Figure N° ... - les modèles numériques de terrain (MNT).
A. La représentation du relief de la commune de Noiretable (maille carrée).
B. Le représentation de données hydrographiques (juxtaposition de profils). Middlekerke Bank, Belgian Continental Shelf - Société Eurosense.

Philippe QUODVERTE

Les graphiques

FAIRE PARLER DES CHIFFRES

Le succès des tableurs a rendu pratique la création de graphiques à partir de n'importe quel tableau de chiffres. Mais parmi les multiples options disponibles, quelle représentation des données choisir pour faire parler les chiffres? Le message caché des données ne se révélera souvent qu'à l'aide d'une visualisation adaptée.

Les yeux de l'homme sont parfaits pour localiser une tâche de couleur dans un paysage ou estimer la distance d'un objet qui bouge dans le lointain : ces fonctions ont été essentielles à sa survie, dans le premier million d'années de son existence. Mais ses yeux ne sont pas particulièrement adaptés au décodage d'un grand nombre de chiffres, qui constituent pourtant la façon la plus précise de présenter des données scientifiques ou financières. Ainsi, si l'on peut traduire un tableau de chiffres

par une image, le lecteur en aura une compréhension beaucoup plus aisée. Par contre, si l'on ne porte pas un grand soin à la présentation, en particulier en termes de perspective et d'échelle, une image peut totalement induire en erreur.

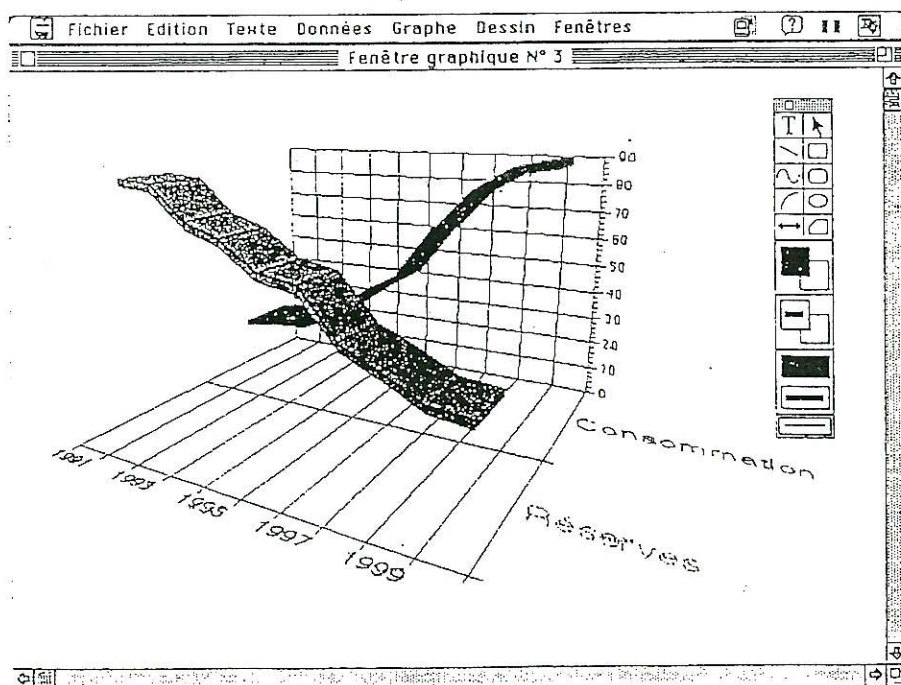
Il est fréquent, avec les effets spectaculaires que proposent les logiciels d'aujourd'hui, de masquer ou même d'altérer le message que véhiculent les données. D'excellents logiciels de représentation de données existent sur Macintosh, mais peu de docu-

mentations conseillent l'utilisateur dans le choix d'une visualisation adaptée à son travail.

Se méfier des effets spéciaux

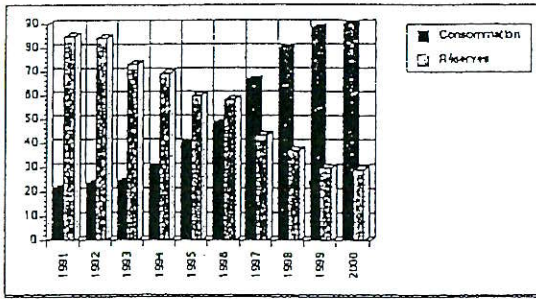
Considérons le graphique 1. Il a été tracé avec DeltaGraph Professional, l'un des plus puissants graphes disponibles, et également très simple à mettre en œuvre. Ce logiciel propose des fonctions d'affichage en 3D qui ne sont que partiellement disponibles dans les tableurs les plus récents. Ce graphique en ruban 3D procure un effet spectaculaire; malheureusement, il s'agit également d'une représentation trompeuse des chiffres sur lesquels il repose.

On peut en effet identifier deux problèmes de base. D'une part, l'impossibilité en regardant l'image de retrouver la valeur correspondante à un point particulier alors que cela pourrait se faire aisément avec un simple graphique en ligne. D'autre part, l'angle sous lequel on choisit de regarder les « rubans » joue un rôle excessif. Selon la position de l'observateur, à droite ou à gauche du graphique, les deux courbes semblent totalement diverger ou au contraire sur le point de converger. L'utilisation des barres 3D habituelles résout en partie le pro-



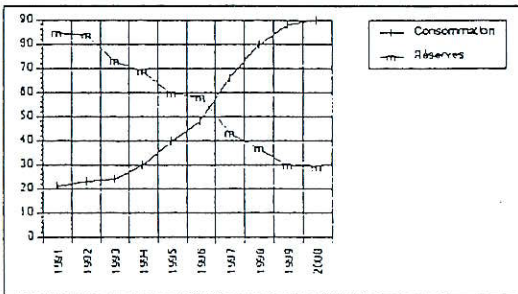
C H A R L E S . S E I T E R

approfondir



blème. Dans ce cas, la déformation due à l'angle de vision n'existe plus. Par contre, il devient difficile d'apprécier l'évolution respective des deux valeurs. On en reviendra donc de préférence, dans ce cas, à la bonne vieille représentation par courbe; elle s'avère ici la plus fidèle au message des chiffres.

Comme de bien entendu, la plupart des techniques originales utilisées



pour rendre parlant un tableau de chiffres recèlent ce genre de piège. Par exemple, on peut souhaiter visualiser la fortune des divers milliardaires américains à l'aide d'une rangée de sacs de billets de banque. Il paraîtrait logique que le sac de Bill Gates, qui possède 4,8 milliards de dollars, soit deux fois plus gros (c'est-à-dire en hauteur et en largeur) que celui de Paul Allen, dont la fortune n'est que de 2,3 milliards de dollars. Pourtant, dans ce cas, le dessin du sac du fondateur de Microsoft aura une surface quatre fois plus importante que celui de son collègue, ce qui aura pour effet d'exagérer la différen-

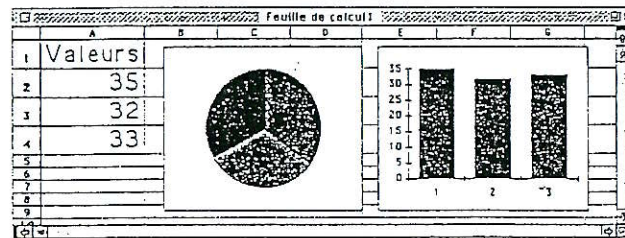
ce entre les deux... Si l'on veut ne modifier que la hauteur du sac, et non sa largeur, pour respecter les chiffres, le symbole sera déformé de façon ridicule entre les valeurs extrêmes. Enfin, si l'on décide de ne donner au sac de Gates qu'une surface double de celle

du sac d'Allen, il ne semblera pas deux fois plus gros : l'œil est mieux habitué à estimer les différences de taille selon un axe, que selon deux. Cela signifie-t-il que toute tentative pour « faire vivre » des données est fatalement vouée à l'échec ? Pas forcément. Mais la nécessité de bien présenter des chiffres à l'œil préhistorique dont reste équipé l'homo caducus doit être considérée avec prudence. Exploités avec intelligence,

les symboles graphiques, l'espace et la couleur peuvent rendre des données à la fois intéressantes et réalistes.

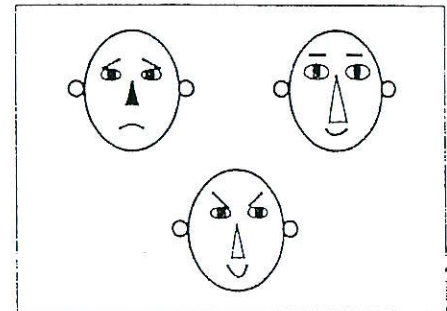
Choisir son visuel

Pratiquement tous les logiciels qui manipulent des données disposent de fonctions de présentation de base : graphiques en secteur (« camembert »), courbes ou barres. Comment choisir l'un plutôt que l'autre ? Si l'on prend l'exemple donné dans l'illustration ci-contre, on remarque à quel point, dans le cas du camembert, il est difficile à l'œil d'estimer de faibles variations angulaires. En revanche, avec les barres,



une différence même minime entre des valeurs très proches semble plus importante. Ainsi, selon ce que l'on souhaite mettre en évidence, il pourra être opportun d'utiliser l'une ou l'autre des visualisations. Les barres sont également mieux indiquées quand plusieurs valeurs très faibles coexistent avec des valeurs importantes. Dans un camembert, les petits secteurs juxtaposés sont malaisés à distinguer. Les programmes dédiés aux statistiques offrent des moyens plus « exotiques » de représenter les données. Comme l'œil est très efficace pour apprécier les différences de surface d'objets irréguliers, certains logiciels proposent la visualisation d'objets dont l'échelle est proportionnelle à chaque valeur.

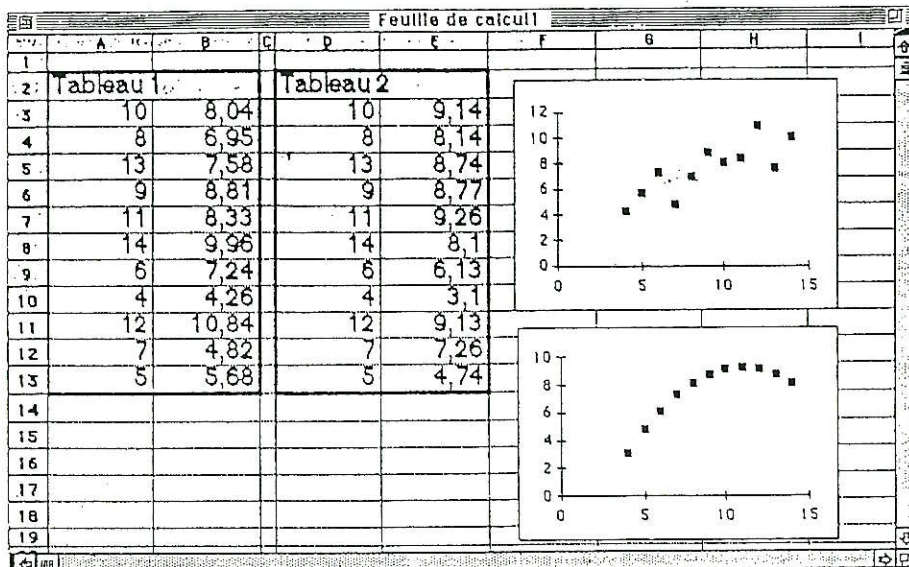
Une méthode encore plus imagée de représentation de données a été intro-



Dans cette image, l'expression des visages (l'angle des sourcils et le sourire) est liée à une série de chiffres, et la taille du nez à une autre.

duite dans le courant des années 70 : l'homme remarque très efficacement toute différence d'expression dans les visages. Un outil comme Systat 5.2 permet de définir des variables visualisées par l'angle des sourcils, la forme de la bouche ou la taille du nez de la figure de la page précédente. Ces visages sont ▶

approfondir



▷ très utiles quand on se trouve confronté à de grandes quantités de chiffres : on repère sans peine les physionomies les plus « gaies » dans un groupe d'une centaine de visages, imprimés sur une petite surface.

Eparpillés dans l'espace

Quand on examine les deux tableaux de chiffres de l'illustration ci-dessus, il est pratiquement impossible d'en déduire quoi que ce soit. Par contre, un simple coup d'œil à la représentation en nuage de points renseigne sur la tendance cachée dans les données. Elle reste certainement la plus exploitée par les scientifiques; on peut trouver des magazines spécialisés où la totalité des graphiques font appel à ce mode de visualisation. Deux raisons expliquent cette préférence : d'une part, les données ne sont pas « déformées » dans ce type de graphe, et surtout, celui-ci permet l'affichage d'un grand nombre de valeurs. Alors qu'un camembert commence à devenir confus à partir de 6 ou 7 valeurs, et qu'un graphique en barres ressemble à un paysage urbain au-delà de 15

données, plusieurs centaines de points coexistent sans difficulté sur un graphe en nuage.

Ces nuages de points sont employés classiquement sur une représentation en deux dimensions, selon deux axes X et Y, auxquels sont affectés les deux variables dont on souhaite étudier la corrélation. Lorsque trois variables ou davantage sont en jeu, il faut trouver d'autres représentations. C'est là que la puissance des micro-ordinateurs d'aujourd'hui fait merveille; au lieu d'une image figée, on peut faire appel à une animation en temps réel. Le principe de base consiste à sélectionner trois types de variables à la fois, et de les afficher à l'écran à l'intérieur d'un « cube » transparent.

Mettre en évidence une interrelation entre des données, à l'aide de ce type de graphique, est simple. On fait tourner lentement le nuage autour des axes, dans une direction à la fois. Si le nuage ressemble irrémédiablement à un brouillard intergalactique, c'est qu'il n'existe probablement pas de dépendance entre une variable et une autre. Par contre, si selon un

point de vue on remarque que les points se regroupent le long d'une direction, on a découvert une connexion cachée. Dans l'exemple donné ci-contre, où les trois axes X, Y et Z représentent respectivement la consommation, la cylindrée et le nombre de cylindres, un regard sur le nuage suffit pour réaliser que les moteurs de forte cylindrée ont généralement un rendement moindre que les petits moteurs. Cette technique fonctionne également bien pour des analyses moins triviales.

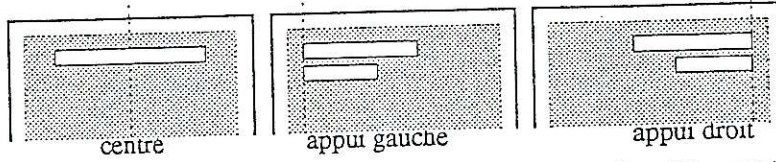
Dans certains outils de visualisation en 3D, on peut également faire intervenir une quatrième variable, habituellement le temps, à l'aide d'une animation. On observe l'évolution de l'affichage tout en tournant autour des axes, si bien que les tendances temporelles sont visibles indépendamment des corrélations entre données. Avec un peu d'expérience, il est possible d'effectuer des analyses qualitativement cohérentes, en quelques minutes d'observation, alors que l'étude des tableaux de chiffres aurait pris de longues semaines. Une représentation correcte peut permettre de décrypter un message masqué, insoupçonné, dans un ensemble de données très volumineux.

L'importance des couleurs

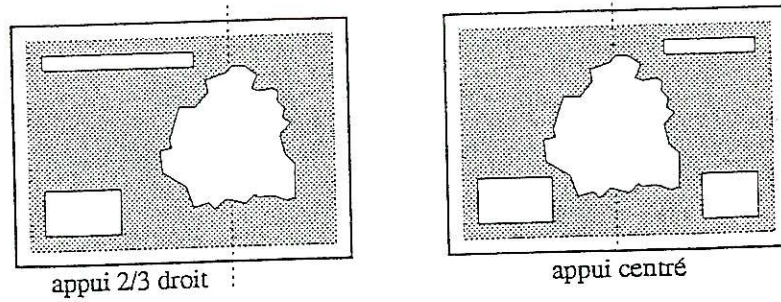
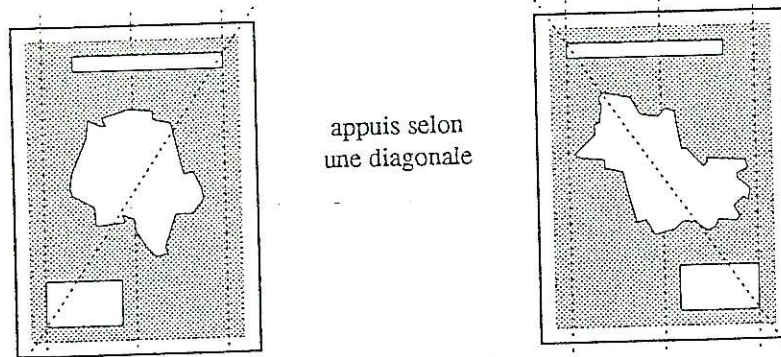
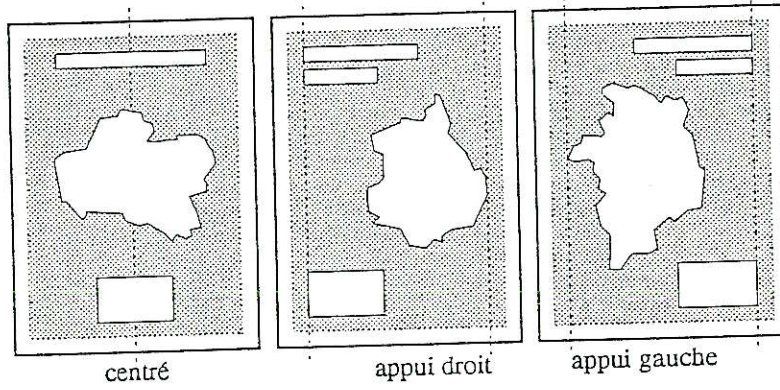
Dans un graphique illustrant des données, la couleur a deux fonctions : quantifier (affecter une couleur à chaque valeur) et catégorier. Le concept de valorisation à l'aide de couleurs n'est guère compliqué. Il suffit de penser à la température : l'orange est chaud, le rouge très chaud, le bleu-vert froid et le bleu foncé glacial. On distribue ainsi très simplement une suite de couleurs le long d'une échelle continue. Mais la correspon-

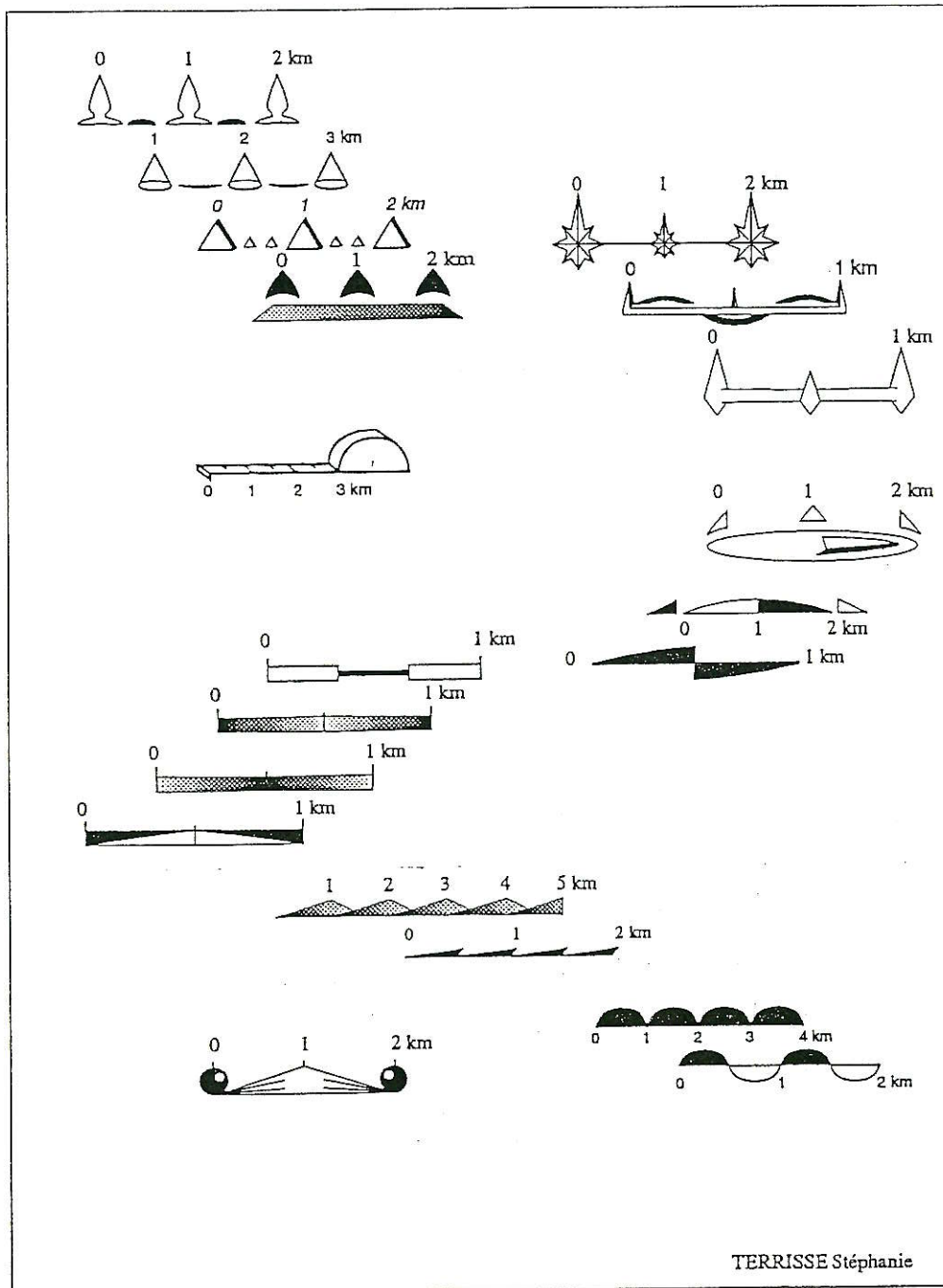
La mise en page

La position du titre

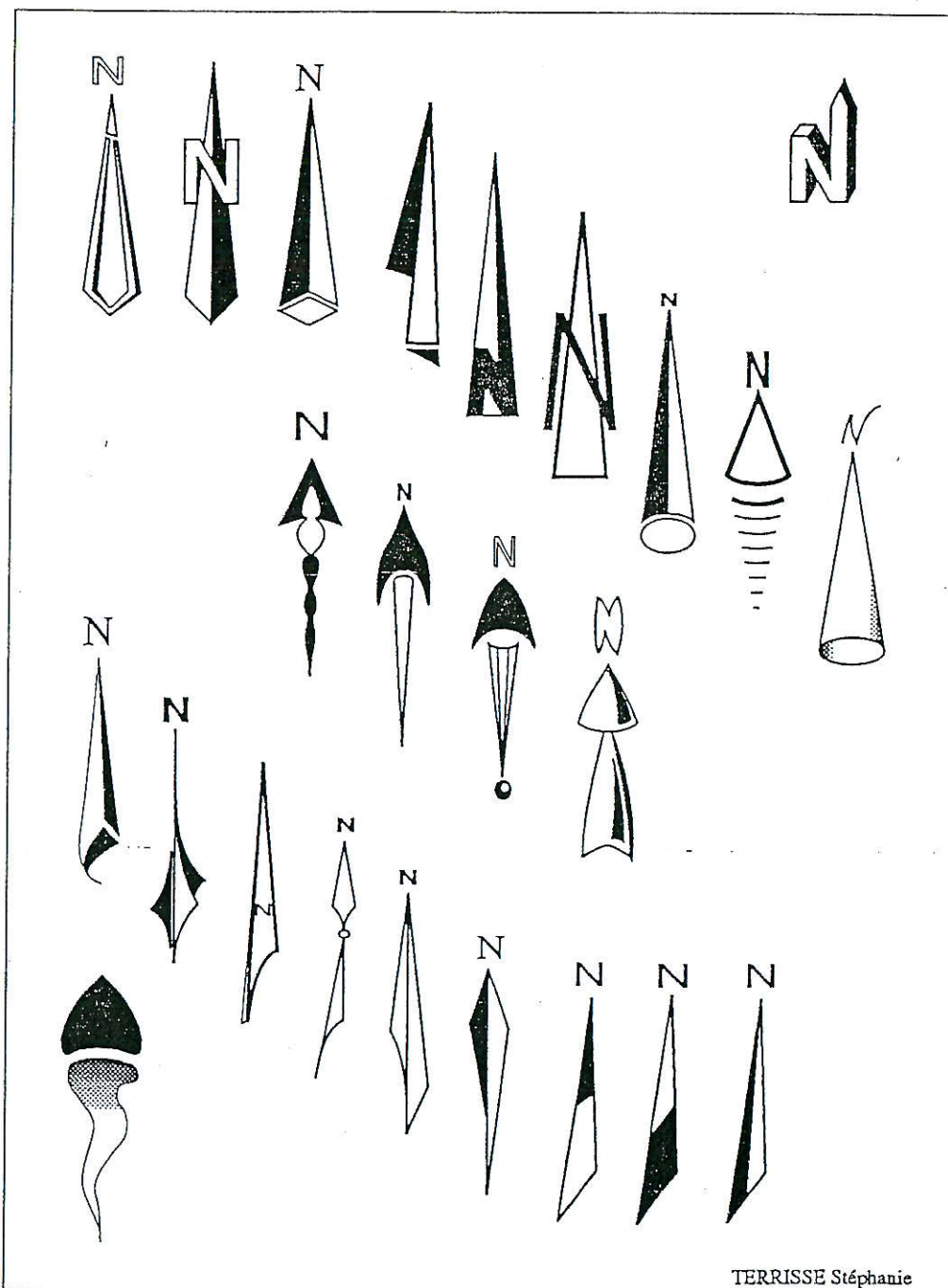


La position de la carte (en fonction de sa forme) et des blocs titre et légende





TERRISSE Stéphanie



TERRISSE Stéphanie



ÉCOLE SUPÉRIEURE DES GÉOMÈTRES ET TOPOGRAPHES

1, Boulevard Pythagore - 72000 Le Mans

Téléphone : 02.43.43.31.00 Télécopie : 02 43 43 31 02

[http : www.esgt.cnam.fr](http://www.esgt.cnam.fr)

Impression : Service Reprographie ESGT