

LA RÉÉDITION DE LA SÉMIOLOGIE GRAPHIQUE

Les Editions de l'École des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS) ont récemment lancé un programme intitulé «les réimpressions», qui se propose de rendre accessible aux lecteurs de l'an 2000 des ouvrages importants des années 1950-1970, aujourd'hui épuisés.

C'est le cas de la **Sémiologie Graphique** de Jacques Bertin.

Ce fut, lors de sa parution en 1967, l'un des premiers essais pour fonder une théorie de l'expression cartographique, très différent, par exemple, du célèbre «Theoretical Geography» de William Bunge (1962).

Même si la généralisation de l'infocartographie, des SIG, de la méthode statistique et de la modélisation spatiale ont, depuis, fait évoluer le métier de cartographe, il n'en reste pas moins que les règles et les exemples de rhétorique de l'image établis par J. Bertin sont toujours d'actualité.

Par ailleurs, l'auteur a complété cette nouvelle édition par «la théorie matricielle de la graphique» : nous reproduisons ce complément dans les pages suivantes, avec son aimable autorisation.

On pourra se procurer ce bel ouvrage à l'adresse ci-dessous :

Éditions de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales

131, boulevard Saint-Michel - 75005 Paris
ISBN 2-7132-1277-4 - 444 pages
Prix : 550 francs

THÉORIE MATRICIELLE DE LA GRAPHIQUE

Note de Jacques BERTIN

«La théorie matricielle de la graphique» est déduite de la Sémiologie graphique. Elle a pris corps après la publication, chez Flammarion, de «La Graphique» (1977).

Depuis, la théorie a évolué. Des termes importants ont changé. Des exemples significatifs ont été interprétés de manière plus approfondie. Enfin, il fallait restructurer l'ensemble pour en souligner l'unité et les clefs essentielles, pour le rendre plus simple, probablement plus logique et plus pédagogique.

Les pages suivantes présentent cette nouvelle structure.

THÉORIE MATRICIELLE DE LA GRAPHIQUE

" La théorie matricielle de la graphique " est déduite de la Sémiologie graphique. Elle a pris corps après la publication, chez Flammarion, de "La Graphique" (1977). Depuis, la théorie a évolué. Des termes importants ont changé. Des exemples significatifs ont été interprétés de manière plus approfondie. Enfin il fallait restructurer l'ensemble pour en souligner l'unité et les clefs essentielles, pour le rendre plus simple, probablement plus logique et plus pédagogique. Les pages suivantes présentent cette nouvelle structure.

Définitions

La graphique utilise les propriétés de l'image visuelle pour faire apparaître les relations de différence, d'ordre ou de proportionnalité entre des données.
Ce langage recouvre l'univers des diagrammes, des réseaux et des topographies.



La graphique s'applique à un ensemble préalablement défini : le tableau de données et construit ainsi la partie rationnelle du monde des images dans le classement logique des systèmes de signes fondamentaux.*

La graphique poursuit deux objectifs :
-Traiter les données pour comprendre et en tirer l'information.
-Communiquer s'il y a lieu, cette information ou un inventaire de données élémentaires.

La théorie matricielle, fondée sur la Sémiologie Graphique, construit un système homogène et cohérent d'analyse du langage graphique, de son emploi et de sa pédagogie.

Il faut éviter toute confusion entre LA GRAPHIQUE qui ne traite que d'ensembles rigoureusement définis par avance (le tableau des données) et le GRAPHISME -figuratif ou non- qui, au contraire, cherche à définir un domaine.

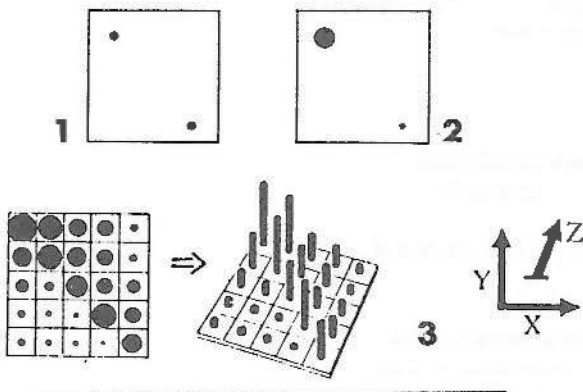
La graphique est un outil de travail qui obéit à des lois universelles incontournables mais indiscutables et qui s'apprennent. Le graphisme est libre, c'est un art, mais toujours discutable.

*		SYSTÈMES DE PERCEPTION	
			
SIGNIFICATION attribuée aux perceptions	Le système s'ouvre à toute signification PANSEMIE	MUSIQUE	IMAGE NON FIGURATIVE
	Le système tend à définir un concept POLYSEMIE	VERBE	IMAGE FIGURATIVE
	Transcription des relations entre des concepts préalablement définis MONOSEMIE	MATHÉMATIQUE	GRAPHIQUE

Les transcriptions scripturales de la musique, du verbe et des mathématiques sont des formules de mémorisation de systèmes fondamentalement sonores et ces formules n'échappent pas au caractère linéaire et temporel de ces systèmes. L'oreille entend une équation au téléphone, elle n'entend pas une carte.

SG renvoie à la Sémiologie Graphique. GR renvoie à «La graphique et le traitement graphique de l'information», Flammarion, Paris 1977.

PROPRIÉTÉS NATURELLES DE L'IMAGE GRAPHIQUE



Les trois dimensions de l'image instantanée

Dans le plan, une tache peut être en haut ou en bas, à droite ou à gauche (1). La perception construit dans le plan deux dimensions indépendantes X et Y, séparées par la perpendicularité. Une variation d'énergie lumineuse (2) construit en Z une 3e dimension indépendante de X et Y.

L'image, forme significative perçue instantanément, se crée sur trois dimensions X, Y, Z (3). Elle peut donc transcrire les relations entre trois ensembles indépendants.

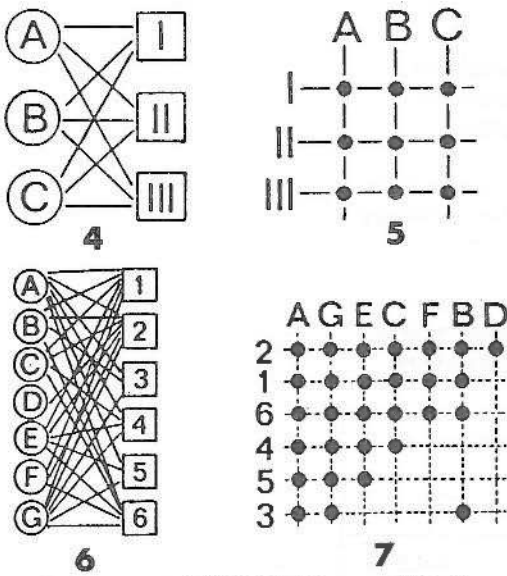
La variation de l'énergie lumineuse, sur un support papier, est fournie par la variation de la taille ou de la valeur des taches. Les variables visuelles de l'image sont donc le plan X, Y et, en Z, la taille ou la valeur des taches.

Les propriétés du plan

Points ou lignes. Réseau ou matrice

Une « donnée » est une relation entre deux éléments. En face le plan nous offre des points et des lignes. En conséquence -on peut représenter les éléments par des points et les relations par des lignes (4) : on construit un RÉSEAU. Les dimensions X et Y de l'image ne sont pas significatives.

-on peut représenter les éléments par des lignes et les relations par des points (5) : c'est une construction matricielle, on construit une MATRICE. Les dimensions X et Y ont chacune une signification.

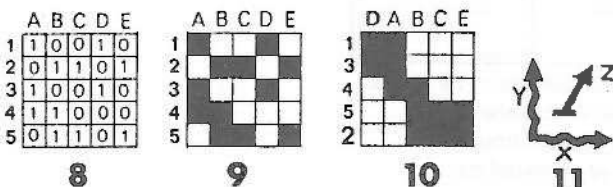


Si tout ensemble de données peut être construit des deux manières, chaque construction a ses propriétés. Le RÉSEAU décrit les relations entre les objets. C'est la meilleure manière de transcription de l'ordre topographique mais il est inutile dans la transcription des ensembles ordonnables. Peut-on par exemple découvrir la relation aberrante en (6) ? Elle apparaît immédiatement dans la matrice (7). LA CONSTRUCTION MATRICIELLE fournit la construction de base de la graphique. Ses trois dimensions indépendantes en font le support inconscient de la réflexion, souligné par l'universalité du « tableau à double entrée » et des procédures de reclassement.

Image fixe ou image transformable

Soit le tableau des données (8). Il montre la présence des produits A, B, C... dans les pays 1, 2, 3... Sous cette forme ou sous sa forme graphique (9), il représente un effort d'analyse rédhibitoire. Or il suffit de déplacer le pays 2 et le produit D pour découvrir des groupes d'éléments semblables (10) et réduire 25 éléments aux 3 groupes qui caractérisent cet ensemble de données.

Cette transformation interne de l'image, par permutation des lignes et des colonnes, fondée sur le principe universel de proximité-similitude, définit la « matrice ordonnable » base du traitement graphique des données. Les permutations sont schématisées par (11).



Les limites de l'image et les problèmes de superposition

Superposer des images graphiques correspond visuellement à superposer des photographies : les clichés se mélangent et les images se détruisent. L'image n'a que trois dimensions. Comment représenter plusieurs caractères sur une "carte" c'est-à-dire sur un XY fixe et cependant séparer leurs images ? C'est le problème de la **sélectivité des variables visuelles**.

Les propriétés du Z

Ordre, association, sélection

(12) **Les variables de l'image sont ordonnées (O)** (ceci est avant cela).

Comme le plan, la taille transcrit de plus des **proportions (Q)** (ceci est n fois cela). Dans toute combinaison de variables, taille et valeur imposent leur ordre (variation d'intensité lumineuse) aux autres variables. Taille et valeur sont dites dissociatives.

(13) **Les autres variables sont à visibilité constante** et ne perturbent aucune combinaison. Elles sont dites **associatives (≡)** (ceci peut être vu semblable à cela). Elles servent à séparer des images élémentaires.

(14) **Toutes les variables sont sélectives (≠)** (ceci est différent de cela) mais elles le sont plus ou moins (voir page 11). Seul le plan possède toutes les propriétés perceptives.

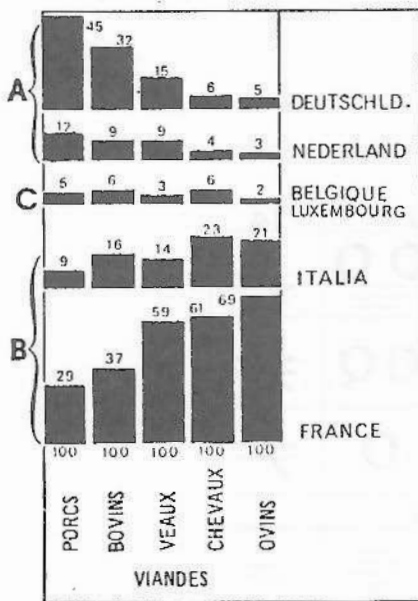
Les transformations du Z { inversions, écrêtage variable...}, autrefois pratiquement irréalisables, sont maintenant facilement accessibles grâce à l'informatique.

LES VARIABLES DE L'IMAGE		POINTS	LIGNES	ZONES	12	14
XY	2 DIMENSIONS DU PLAN				$O \equiv Q$	\neq
	TAILLE				OQ	\neq
Z	VALEUR				O	\neq
	GRAIN				\equiv	\neq
	COULEUR				\equiv	\neq
	ORIENTATION				\equiv	\neq
LES VARIABLES DE SÉPARATION	FORME				\equiv	\neq
					\equiv	\neq

THÉORIE MATRICIELLE DE LA GRAPHIQUE

6	6	2	5	3	BELGIQUE LUXEMBOURG
32	6 _Z	5	45	15	DEUTSCHLD.
37	61	69	29	59	FRANCE
16	23	21	9	14	ITALIA
9	4	3	12	9	NEDERLAND
100	100	100	100	100	
BOVINS	CHEVAUX	OVINS	PORCS	VEAUX	
VIANDES					

15



16

A quoi sert la Graphique ?

Un exemple significatif

On transforme des données en graphique pour comprendre. Une carte, un diagramme sont des documents que l'on interroge. Le tableau (15) par exemple, qui détaille la production de viande dans cinq pays peut-être interrogé suivant ses trois entrées : X - telle viande, quel pays? Y - tel pays, quelle viande? Z - les gros pourcentages, où ? mais dans chaque entrée, les questions vont du niveau élémentaire au niveau d'ensemble.

Les questions élémentaires : l'Italie, combien de porcs ? reçoit comme réponse le chiffre de la case. C'est la donnée élémentaire, la seule facilement mémorisable puisque nous ne pouvons intégrer la **totalité** des données élémentaires, c'est-à-dire ici les 25 chiffres du tableau.

Mais « comprendre » c'est intégrer toutes les données. Pour ce faire il faut les réduire à des **groupes** d'éléments semblables, le nombre de groupes étant lui-même aussi réduit que possible. Tel est le but du « traitement des données », qu'il soit graphique ou mathématique.

La question d'ensemble : quels sont les groupes que les données construisent en X, en Y, est la question essentielle. La réponse est fournie par la construction (16) ou « matrice ordonnable » qui réclasse lignes et colonnes et montre que les données (15), soit 25 nombres, se réduisent à 2 groupes A et B de structures opposées? C'est la première « information ».

Le pays C est une exception. Il n'entre dans aucun groupe. Mais cette exception est importante puisque dans le cadre de ces données et à égalité des partenaires, c'est le pays qui possède la décision. Ces informations essentielles sont invisibles en (15) et dans toute autre construction (voir 17). Ce sont pourtant ces informations qui doivent être exposées. Les traitements graphiques ou algorithmiques précèdent donc la rédaction des commentaires et en font l'intérêt. Par contre, la publication de documents tels que (17) montre que le rédacteur n'a pas vu ce qu'il y avait à dire.

Les questions de niveaux moyens correspondent à la multitude des sous-ensembles que l'on peut définir entre les niveaux extrêmes. Et quand la question d'ensemble reçoit réponse, tous les niveaux de questions trouvent réponse.

Généralisation de cet exemple

La théorie matricielle

Elle enchaîne les observations et propositions suivantes :

- Par définition, tout graphique correspond à un **tableau de données** à double entrée qui exclut tout élément nominatif dans ses cases.
- Ce tableau propose **trois types de questions**, en X, en Y et en Z.
- Dans chaque type, les questions s'échelonnent du **niveau élémentaire au niveau d'ensemble**. Quand ce dernier reçoit une réponse, tous les niveaux reçoivent une réponse.
- «**Comprendre**» c'est atteindre le niveau d'ensemble et **découvrir des groupes**. En conséquence, le rôle majeur d'un graphique est d'apporter réponse à trois questions :

LES 3 QUESTIONS DE BASE DE LA GRAPHIQUE

1. Quelles sont les composantes X, Y et Z du tableau des données ? (de quoi s'agit-il ?).
2. Quels sont les groupes en X, en Y, que les données Z construisent ? (quelle est l'information d'ensemble ?).
3. Quelles sont les exceptions ?

Ces trois questions mesurent l'utilité de toute construction et de tout traitement. Il faut les apprendre pour éviter les graphiques inutiles. Leur connaissance précède toute expérimentation graphique.

Les constructions (17) soulignent que seule, la matrice ordonnable (16) apporte toutes les réponses.

LE MATRICE ORDONNABLE (18) répond à tous les types et niveaux de questions. C'est la construction de base de la Graphique.

Application optimale des propriétés de l'image, cette construction concrétise, aux yeux de l'opérateur, la chaîne des opérations logiques : données-matrice-réduction-exceptions-discussion-communication.

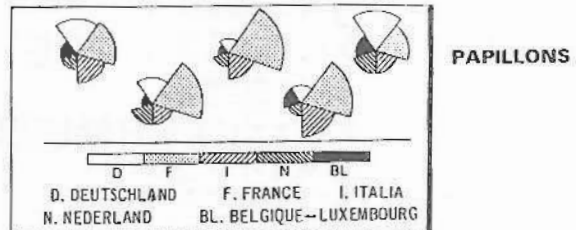
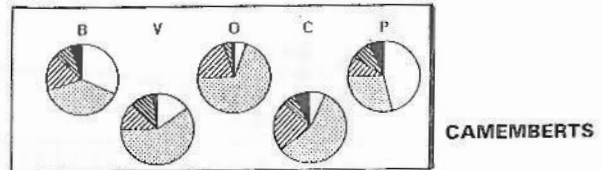
Elle organise la réflexion, donne un sens aux opérations automatiques et, par différence, caractérise les cas particuliers.

LE SYNOPSIS (19) classe les constructions utiles en fonction des modalités du tableau de données.

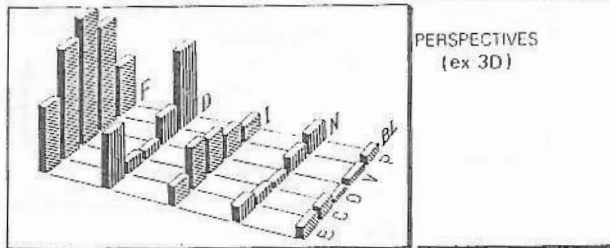
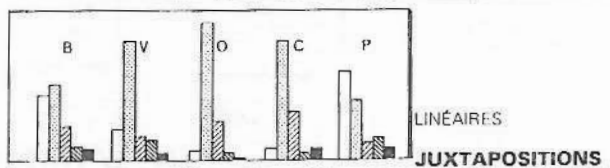
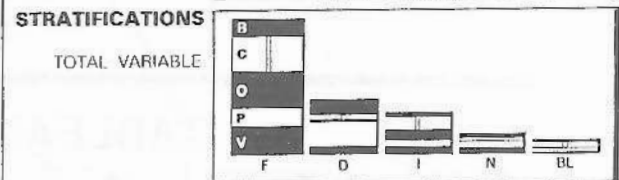
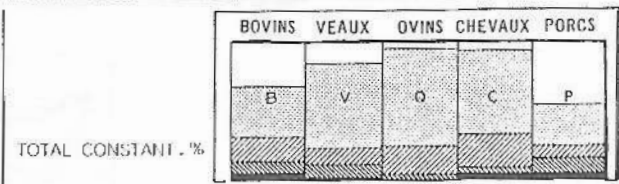
Il précise la construction adaptée à chaque cas et, inversement, aide à définir le tableau de données le plus opérationnel.

17 Principales constructions inutiles

Illustrations muettes, sans réponse aux questions de base



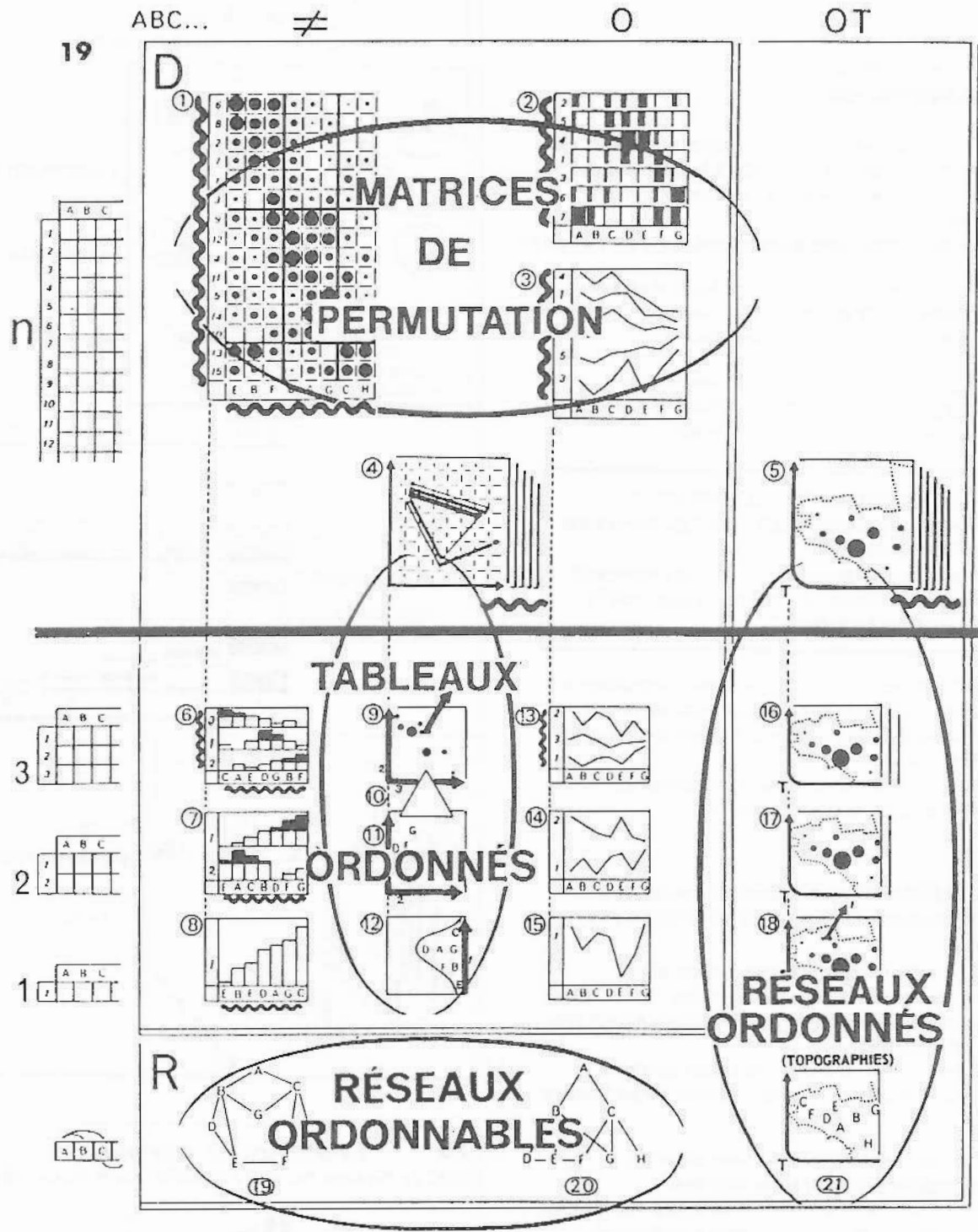
D. DEUTSCHLAND F. FRANCE I. ITALIA
N. NEDERLAND BL. BELGIQUE--LUXEMBOURG



18 Construction normale

Outil de découverte, qui répond à toutes les questions





ABC... ≠ : ordonnable 0 : ordonné OT : ordre topographique
 D : DIAGRAMMES ~~~~~ : permutations et classements R : RÉSEAUX

Comment choisir une construction ?

Le synopsis des constructions utiles

Soit un tableau de données comportant en X des objets A, B, C, ..., en Y des caractères 1, 2, 3... On observera 1) le nombre de caractères, 2) la nature ordonnée (o) ou ordonnable (\neq) des objets. Ce sont les deux principes de classement des diagrammes. Les relations entre objets définissent les réseaux.

plus de 3 caractères

Objets \neq

① matrice ordonnable (reorderable matrix). C'est la construction de base.

Objets O

② fichiers -image (image-file). Permutation seulement en Y. Admet un maximum de données.

③ éventail de courbes (array of curves) quand les pentes sont significatives.

④ collections classables de tableaux ordonnées ou «cartes» : carte des sons, des couleurs...

⑤ collections de cartes géographiques à un caractère.

3 caractères et moins

Chaque caractère mobilise une dimension de l'image. Les groupements apparaissent directement sur le tableau ordonné.

⑨ ⑩ ⑪ corrélations (scatter-plot) à 3 et 2 caractères

⑫ distribution d'un caractère.

Les réseaux (network) ordonnables. Leurs transformations cherchent à simplifier l'image mais elles sont limitées par le nombre des éléments.

Les réseaux ordonnés

⑭ topographie, cartes de base

⑮ cartes 1 caractère

⑰ ⑱ superpositions exhaustives chromatiques

⑲ collection de cartes

- superpositions exhaustives (inventaires)

- superpositions simplifiées (synthèses)

Comment transmettre «aux autres» l'information ?

La communication graphique

C'est la fonction la plus connue. Mais doit-on communiquer seulement les données élémentaires, comme font la plupart des constructions classiques, ou communiquer ce qui permet de «comprendre» ?

La graphique utile est évidemment celle qui permet de comprendre. Ses images sont les plus simples et il n'y a pas lieu de souligner les groupes sauf lorsque l'image optimisée reste complexe.

Mais toute optimisation est discutable. Faut-il en favoriser la discussion et conserver les données exhaustives ou les faire disparaître au bénéfice de groupements plus visibles, plus évidents, mais définitivement indiscutables ?

C'est le vrai problème de la communication scientifique, des dendrogrammes, des nuages factoriels, des modélisations cartographiques, qui font disparaître les données de départ et interdisent ainsi l'analyse critique.

La fonction répertoire caractérise nombre de topographies et privilégie à juste titre les questions de niveau élémentaire. Elle justifie aussi les classements alphabétiques ou chronologiques qui simplifient la découverte de l'élément recherché. Elle exclut les répertoires inclassés qui obligent à tout lire jusqu'à la découverte de l'élément pertinent.

Schématisation de l'image graphique

Durant l'utilisation de l'outil graphique, «émetteur» et «récepteur» sont soit la même personne soit deux «acteurs» qui posent les mêmes questions de base. Ils n'entrent donc pas dans le schéma de la communication polysémique :

émetteur \longleftrightarrow code \longleftrightarrow récepteur (A)

Ils entrent en fait dans le schéma monosémique

acteur \longleftrightarrow trois relations \neq, O, Q

relations de ressemblance et d'ordre qui permettent de réduire les données et qui ne sont pas conventionnelles puisqu'elles s'expriment par des variables visuelles ayant les mêmes propriétés.

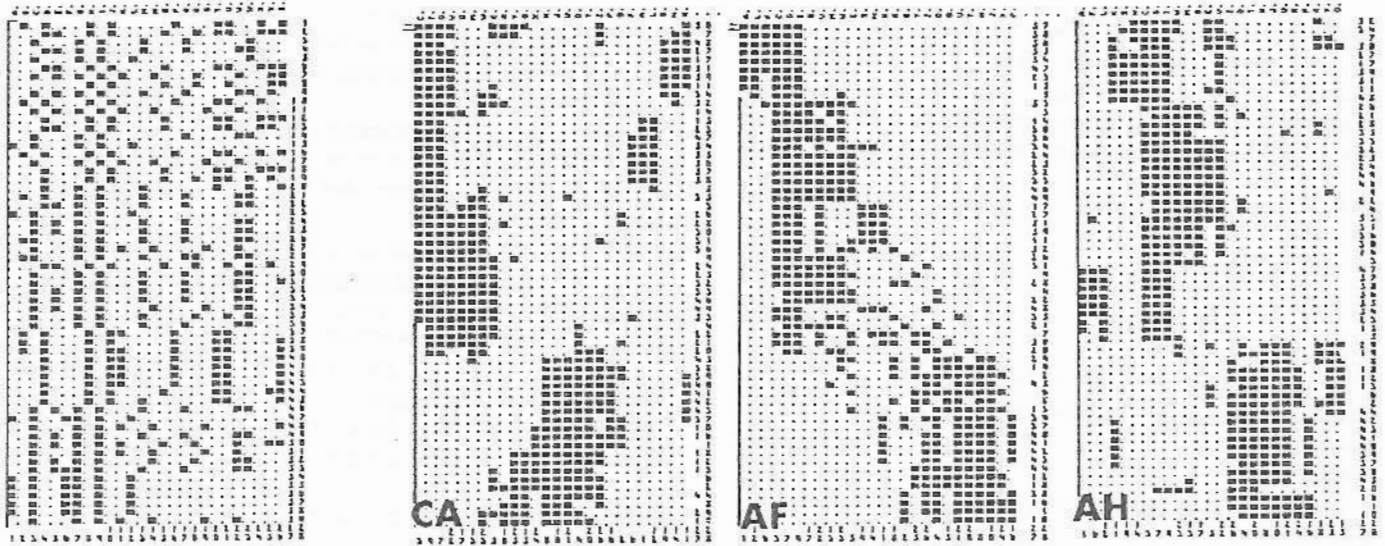
Le schéma A n'est utilisé qu'à travers le verbe pour répondre à la 1ère question.

LES DIAGRAMMES

Deux exemples de traitements graphiques

Analogie et complémentarité entre traitements algorithmiques et graphiques

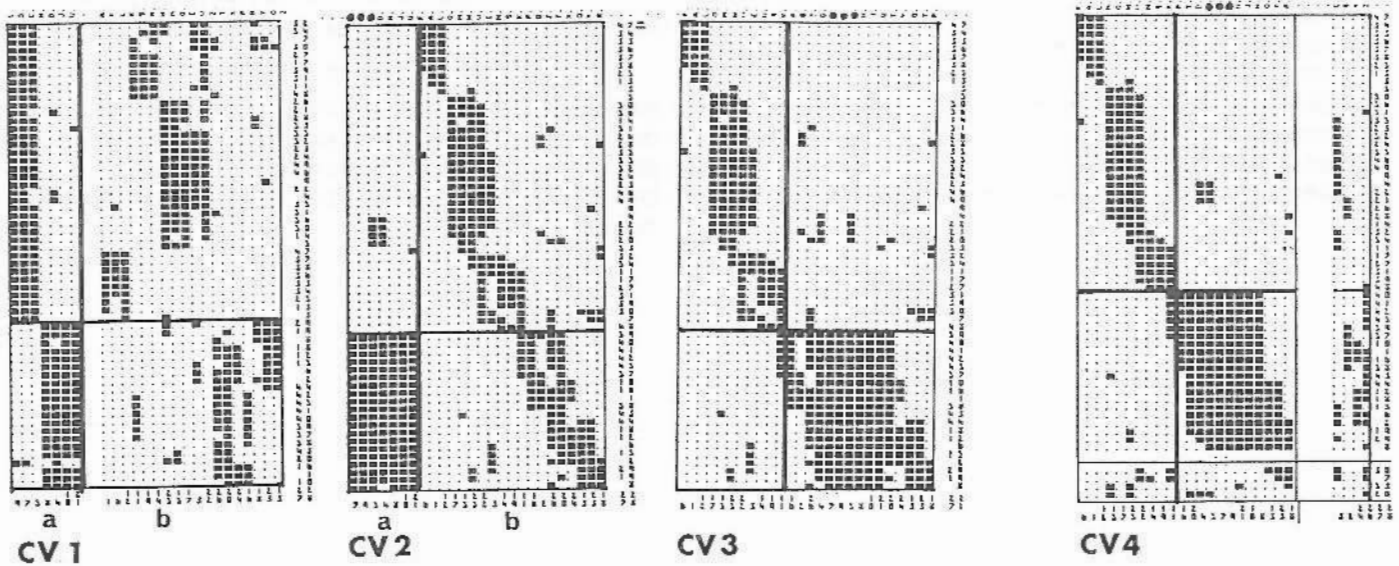
20



On étudie 59 objets mérovingiens à travers 27 caractères (20). On effectue trois classements algorithmiques : classification automatique (CA), analyse factorielle (AF), analyse hiérarchique (AH). Les images sont différentes. Il faut interpréter.

On part de l'analyse hiérarchique AH. CV1 installe des séparateurs et isole (a).
CV 2 simplifie (a) en inversant les trois premières colonnes et en reclassant (b).
CV 3 introduit (a) dans (b).
CV 4 simplifie CV 3 en séparant des exceptions d'objets et de caractères facilement analysables, comparées à une structure évolutive remarquablement homogène.

21



Une construction particulière : le fichier image

Un outil expérimental (GR p.75)

En mettant en X une composante ordonnée (ici le temps), cette construction élimine un axe de permutation et simplifie le traitement graphique.

Une collection d'insectes est-elle homogène ?

- Trois chambres : claire, sombre, noire sont accolées.
- Pour chaque insecte on mesure, par unités de 5 minutes et pendant une heure, le temps passé dans les deux premières chambres (T1 et T2) avant d'atteindre la chambre noire.
- L'expérience, recommencée 12 fois, aboutit au tableau des données (22).

Il s'agit, en fait, de découvrir :

- si les 12 expériences sont comparables
- si les 8 insectes forment des types
- s'il y a des moments remarquables

(a) construit le fichier-image. Il met en X les quantités de temps et en Y les 8 insectes (≠) x 12 expériences (≠).

(b) construit une image par expérience fondée sur le classement ABGCDHEF des insectes. Les expériences forment deux groupes. 5 et 11 sont différentes de la majorité. Elles sont exclues et étudiées séparément.

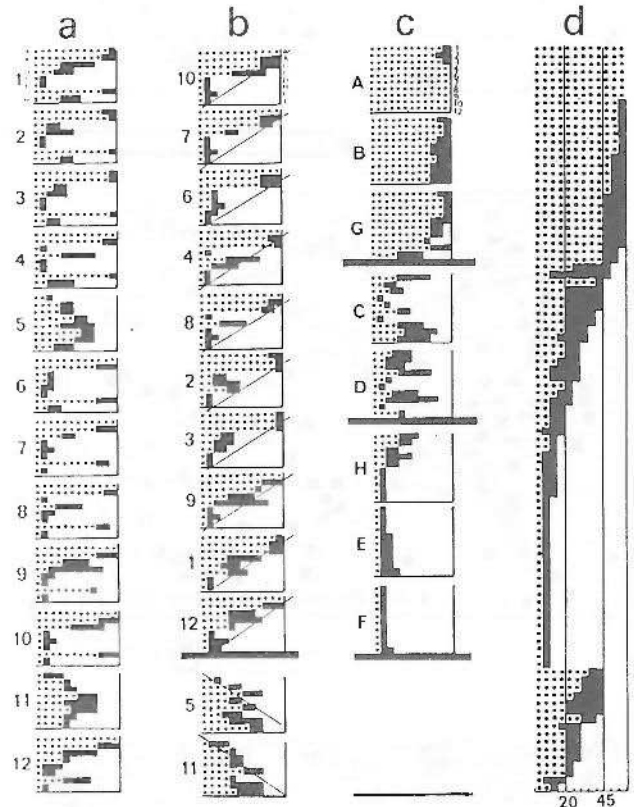
(c) construit une image par insecte fondée sur l'ordre des expériences. Trois types se dégagent : lents, rapides, velléitaires.

(d) classe tous les temps, des plus longs au plus courts. Trois paliers apparaissent : 10, 20 et 45 minutes. Beaucoup d'autres observations sont possibles - voir GR p.78.

Autres exemples de fichiers-image : comparaison de spectres de matériaux, d'étoiles, de signatures génétiques...

INSECTES

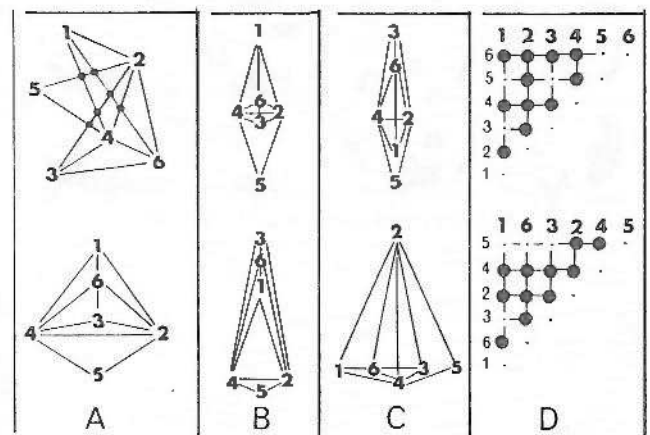
22	A	B	C	D	E	F	G	H
1	11	10	2	4	9	3	3	1
2	11	11	1	1	1	1	1	1
3	10	11	2	2	2	2	2	2
4	11	11	3	3	3	3	3	3
5	12	10	2	4	2	4	2	4
6	12	11	1	1	1	1	1	1
7	12	11	2	2	2	2	2	2
8	12	10	2	4	2	4	2	4
9	12	11	1	1	1	1	1	1
10	12	10	2	4	2	4	2	4
11	11	11	3	3	3	3	3	3
12	12	10	2	4	2	4	2	4



LES RÉSEAUX ORDONNABLES

Les graphes et organigrammes transcrivent dans le plan les relations (arêtes) entre des objets (sommets). Leur traitement simplifie l'image

- (A) en supprimant les croisements sans signification.
 - (B) en créant des groupes pertinents.
 - (C) en donnant une signification aux orientations X et Y du plan.
- Quand le nombre des éléments augmente ces opérations deviennent rapidement complexes. Il faut alors faire appel aux traitements matriciels (D) ou aux mathématiques des graphes.



LES CONSTRUCTIONS CARTOGRAPHIQUES (RÉSEAUX ORDONNÉS)

Dans le monde de la graphique, la fixité dans le plan définit les topographies et leur problème spécifique : la séparation visuelle de caractères superposés. La solution dépend du niveau des questions pertinentes et met en oeuvre les lois de la sélectivité appliquées aux variables visuelles, à leur implantation et à la reconnaissance des formes élémentaires.

Les questions de base

Soit un problème cartographique à n caractères et le tableau correspondant avec, en X les éléments géographiques et en Y les caractères.

La première question de base (quels sont les X,Y,Z...) dirige la rédaction de la légende de la carte.

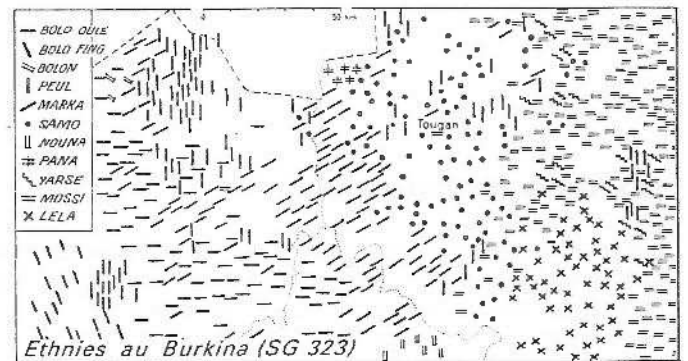
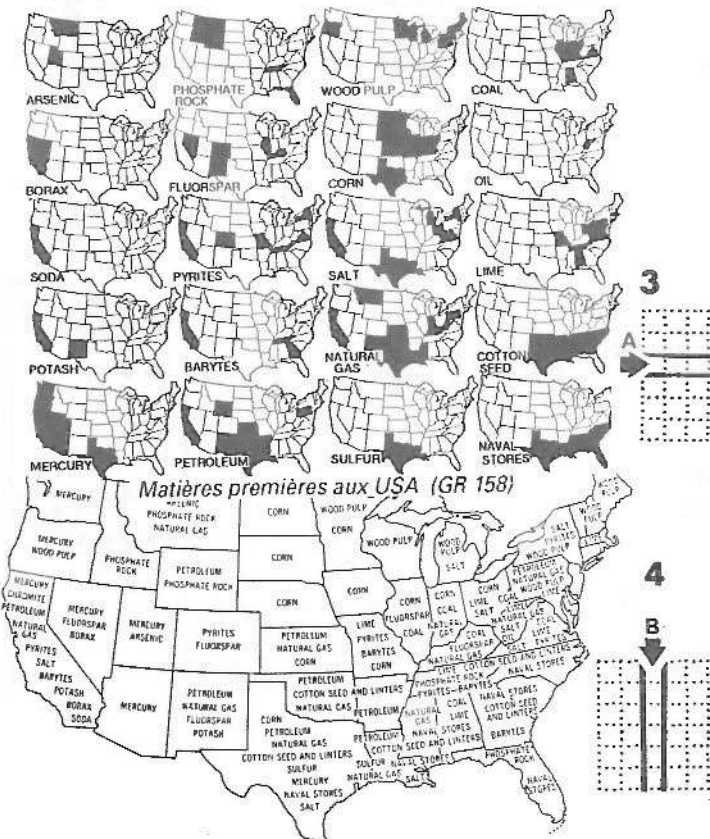
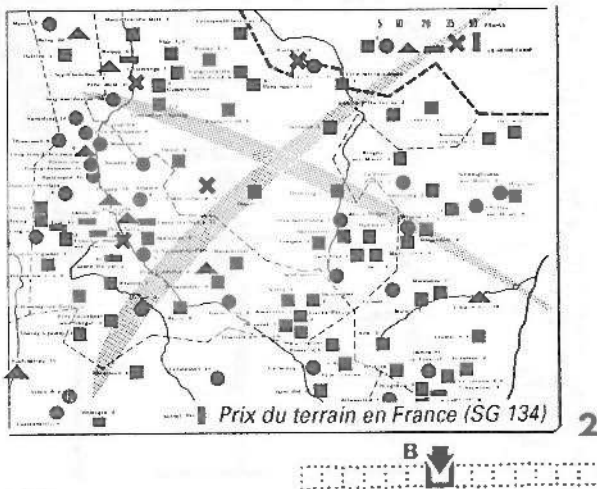
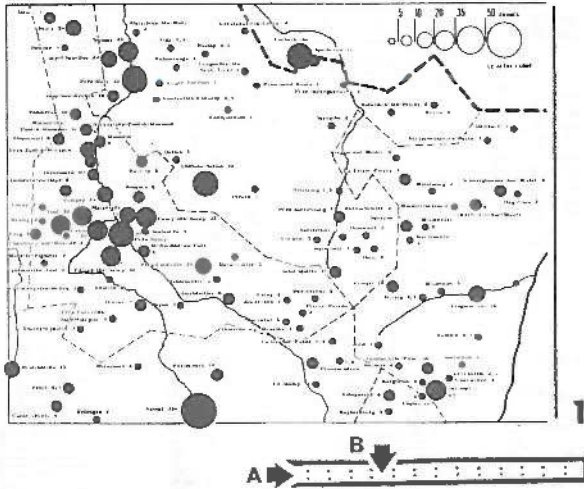
Pour répondre aux deux autres questions (quels sont les groupes, les exceptions...) il faut comparer les caractères, découvrir des ressemblances, des régionalisations et par conséquent répondre à la question «tel caractère, où est-il ?» (A). De plus, dans sa fonction inventaire, la carte doit répondre à la question «à tel endroit, qu'y a-t-il ?» (B). Les réponses varient selon les constructions.

La carte à 1 caractère ① répond aux deux questions. Elle soulève le problème de la représentation des quantités en Z. L'erreur ② -représentation non ordonnée- ne répond qu'à (B).

La collection de cartes à 1 caractère ③ ne répond qu'à (A), mais peut être classée de différentes manières.

La superposition de cartes ⑤ ne répond qu'à (B). Il en est de même pour ④. La superposition soulève le problème de la sélectivité. Pour répondre de manière exhaustive à toutes les questions, il faut donc construire la collection ③ et la superposition ④.

La carte simplifiée - carte de synthèse ⑦⑨⑩ - cherche à répondre à toutes les questions, mais c'est en abandonnant les données exhaustives. Elle soulève le problème du choix d'une procédure de traitement, matricielle ⑥ ou purement cartographique ⑧. Elle soulève aussi le problème de la discussion des régionalisations proposées quand les données de départ ont disparu ⑩.



Ici, la bonne sélectivité de l'orientation dans les signes ponctuels fait apparaître une certaine régionalisation c'est-à-dire un niveau moyen de réponse.

La représentation en Z des quantités (SG 366)

Égaliser les classes de comptage

A la surface de la terre, la population d'un pays est fonction de l'étendue du pays. De même, en statistique, la population d'une classe d'âge dépend de l'étendue de la classe. En cartographie comme en statistique, il suffit de neutraliser ou d'égaliser les classes de comptage pour éviter les représentations erronées. Cette opération peut être mathématique (rapports, %, indices) ou graphique (quadrillages)

Utiliser la variation de taille

Dans ① (prix du terrain), les prix élevés se voient immédiatement. C'est une carte «à voir». En ②, ils ne se voient pas. C'est une carte «à lire», comme ④.

Faire varier le niveau d'écrêtage

Représenter en Z des quantités, c'est répondre à deux questions : quels sont les paliers caractéristiques de la distribution ? A quel niveau se dessine l'image utile (ressemblant à telle autre, supprimant des îlots, couvrant telle surface...)?

Une littérature abondante souligne la difficulté, sinon l'impossibilité, de répondre aux deux questions en une seule carte.

La variation continue informatisée du niveau de l'écrêtage apporte la solution efficace.

La sélectivité (SG p.67 GR p.213)

Elle intervient dans les superpositions et se définit par son inverse : faire abstraction du reste.

A luminosité égale, sélectionner des carrés ② c'est faire abstraction de **toutes** les autres formes. C'est impossible. La sélectivité des formes est nulle.

A luminosité variable, sélectionner les signes foncés c'est faire abstraction des clairs, ce qui est immédiat ①.

La meilleure sélectivité est assurée par

la **différence d'intensité** : taille et valeur quand celles-ci n'ont pas de signification ordonnée.

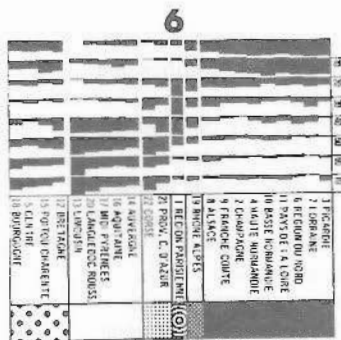
la **différence d'implantation** qui superpose des symboles ponctuels, linéaires et zonaux.

par la couleur, mais sa sélectivité est fonction de la taille des taches. Vert et rouge distinguent mal deux têtes d'épingles tandis que sur un mur, l'oeil différencie sans doute près d'un million de teintes. La couleur en implantation ponctuelle de petite taille est donc à éviter

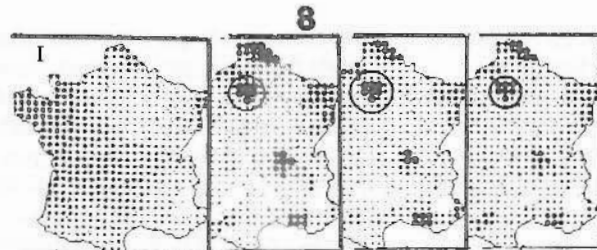
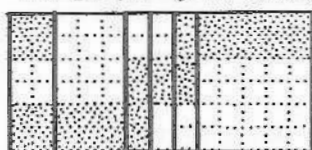
par le grain, en implantation zonale (3 paliers)

par l'orientation ⑤ en implantation ponctuelle (4 paliers) et linéaire (2 paliers).

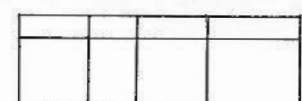
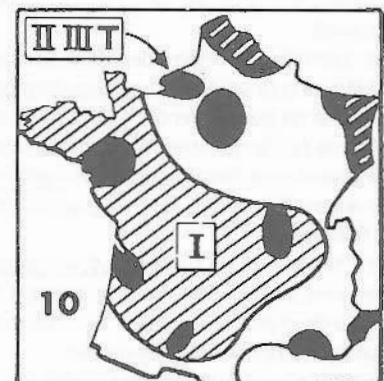
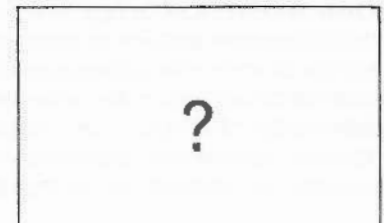
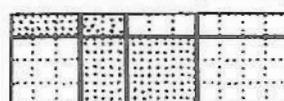
La forme sous les trois implantations n'a pratiquement aucune sélectivité.



Les âges, par régions (GR 85)



Secteurs d'activité (GR 155)



L'INVENTION DU TABLEAU DE DONNÉES

Quel tableau des données faut-il construire ?

L'«analyse matricielle d'un problème» aide à répondre à cette question, et propose d'organiser la réflexion en trois moments successifs.

1. Traduire le problème par des questions simples et faire en toute liberté et sans contraintes techniques la **liste des caractères** et des objets qu'il serait souhaitable de connaître. Noter leur étendue et leurs relations. C'est le «tableau de ventilation».

2. Imaginer le **tableau idéal homogène** contenant le plus grand nombre d'éléments de cette liste.

Autrement dit, que mettre en X (quelle qu'en soit l'étendue) pour que le plus grand nombre de caractères se placent en Y ? En mesurer les dimensions, l'accessibilité, le coût en temps et en moyens. En **étudier la réduction**, par agrégation ou par sondage et interpolation. C'est le «tableau d'homogénéité». Il aboutit à un tableau accessible et opérationnel.

3. Vérifier la pertinence de ce tableau en notant dans les marges, les correspondances et les **relations définies par les questions de départ**. C'est le «tableau de pertinence». Il précise le tableau des données final (GRp.233).

Cette étude précède évidemment le traitement proprement dit, mais ne peut être menée à bien sans la connaissance de l'analyse des données, mathématique ou graphique, et de ses modalités.

PUISSANCE ET LIMITES DE LA GRAPHIQUE

Les trois dimensions de l'image font de la perception visuelle notre plus puissant système de perception et font de la graphique un instrument pédagogique particulièrement efficace qui permet de concrétiser, dès l'enseignement primaire, les problèmes de l'information, de la réflexion et de la décision. Grâce à ses permutations, la graphique moderne matérialise des notions qui restaient souvent abstraites :

-La graphique donne une forme visible aux étapes et aux modalités d'une étude, ce qui facilite grandement l'organisation du travail.

-Elle concrétise la notion de «données» et souligne les problèmes que soulève la constitution du tableau initial, problème de pure invention, hors du champ de tout ordinateur, et définis par la question : «que mettre en X ?»

-Elle donne une forme visible à la notion d'«analyse de données» plus accessible dans sa forme graphique que dans sa forme mathématique.

-Elle souligne qu'un travail n'est «scientifique» que lorsque ses assertions sont justifiées par le traitement rigoureux d'un tableau de données explicite. Hors de ce traitement il ne peut s'agir que d'opinions personnelles.

-Elle donne une forme visible aux notions de discussion, réflexion et compréhension, notions précisées par le niveau des questions pertinentes.

Mais l'image n'a que trois dimensions. Les incidences de cette limite dépassent probablement notre imagination, baignés que nous sommes dans cette situation naturelle.

-C'est ainsi que l'analyse mathématique parle de n dimensions. Mais l'on constate que les listings d'entrée en ordinateur forment un unique tableau X, Y, Z et qu'au moment de prendre connaissance du résultat des calculs, on se retrouve devant une image... qui n'a toujours que trois dimensions, la quatrième étant le temps, qu'il s'agit justement de minimiser.

-C'est ainsi que les études interdisciplinaires seront toujours difficiles puisque le géographe met en X l'espace, l'historien le temps, le psychologue les individus, le sociologue les catégories sociales, chacun étant d'ailleurs persuadé de détenir la «science de synthèse» sans entrevoir que chaque académie, chaque discipline, chaque centre d'études se définit par les composantes X et Y qui caractérisent son champ d'information. C'est l'absence d'une 4e dimension dans l'image qui interdit en fait de concevoir une science de synthèse non divisée en disciplines.

-C'est ainsi enfin que l'on peut démontrer les limites de la rationalité. Un traitement justifié ne peut exister que dans le cadre d'un ensemble fini : le tableau de données. Mais il existe une infinité d'ensembles finis.

Quels que soient nos efforts de rationalisation, ils seront toujours noyés dans l'infini de l'irrationnel.

Jacques BERTIN
juin 1999