

# ACTUALITÉ DE L'APPROCHE DE JACQUES BERTIN DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA CARTOGRAPHIE

par Alberta Bianchin

Université IUAV de Venise

---

*L'approche de la cartographie proposée par Jacques Bertin dans la graphique présente beaucoup d'affinités avec l'approche SIG, qui est à la base de la production cartographique actuelle. Après avoir retracé la figure de Jacques Bertin et rappelé sa pensée, nous établirons un parallèle entre certains énoncés de la graphique et ceux du domaine SIG, mais nous ferons surtout ressortir la convergence méthodologique de ces deux approches, basées sur l'analyse du problème et des données ainsi que sur la phase de projet visant à répondre aux questions posées par l'utilisateur final.*

## Introduction

Le titre de cette communication, en particulier le terme d' « actualité », fait référence au fait qu'une carte est aujourd'hui un produit digital, forcément traité par des programmes informatiques, ce qui entraîne la place prédominante de l'enseignement des techniques informatiques sur celui des techniques cartographiques classiques. De plus, l'approche de la cartographie proposée par J. Bertin a de nombreux points communs avec l'approche SIG (système d'information géographique), qui est à la base de l'actuelle chaîne de production cartographique.

Après avoir présenté succinctement la figure de Jacques Bertin et son parcours en nous appuyant sur les contributions du colloque « 30 ans de sémiologie graphique » et sur deux écrits récents de Bertin lui-même, nous concluons sur une comparaison entre l'approche de la graphique et l'approche SI (système d'information) et SIG.

En effet, même si J. Bertin est très connu dans le domaine de la cartographie, on s'est souvent contenté de ne retenir de son propos que la question des variables visuelles extirpées de leur contexte, alors qu'il porte sur l'ensemble du processus qui va de l'analyse au traitement, et sur la communication de l'information à travers la graphique.

## 1 La figure de Jacques Bertin

J. Bertin publie en 1967 la *Sémiologie graphique*, livre dans lequel il développe toute une série de raisonnements et d'exemples sur les constructions graphiques – diagrammes, réseaux, cartes –, analysées sous l'angle de l'efficacité de la communication

visuelle et de la correspondance entre message perçu et message que la carte ou toute autre construction graphique souhaite communiquer.

La *Sémiologie graphique* est un ensemble cohérent de définitions, prémisses et conclusions concernant le système graphique des signes. Dans sa seconde partie, le livre se présente comme une sorte d'encyclopédie, de manuel destiné à montrer les types de problèmes qui se posent aux cartographes et les solutions graphiques possibles, avec toute une série de commentaires pertinents sur le message transmis par telle ou telle construction graphique. D'où, chaque fois, la tentative d'en déduire des règles générales susceptibles de venir en aide au cartographe. À quoi s'ajoutent des réflexions pertinentes sur le fonctionnement du plan cartographique (plan de signification) et sur les relations entre les signes (mettre l'erreur graphique du bon côté), etc.

Bertin est à la recherche d'une théorie, de règles à suivre pour la représentation graphique d'un ensemble de données. Il en vient ainsi à proposer une discipline qu'il appelle la graphique, langage destiné à l'œil, qu'il place parmi les différents systèmes de signes, selon le schéma présenté par la figure 1. Dans ses principes généraux, dans ses présupposés théoriques, la graphique, système spatial de signes destiné à la perception visuelle, niveau monosémique du monde des images, régi par un raisonnement logique analogue au raisonnement mathématique, est déjà présente dans la première partie de la *Sémiologie graphique*, mais c'est dans le livre suivant, *La graphique et le traitement graphique de l'information*, publié en 1977, qu'elle sera mieux délimitée, mieux définie dans ses objectifs et comme méthode de travail.

Plus modeste dans ses dimensions, moins encyclopédique, ce second livre développe avec une plus grande cohérence ce que Bertin a appelé dans ses derniers écrits la « graphique opérationnelle ». L'auteur commence par faire l' « Autopsie d'un exemple » : un directeur d'hôtel veut déterminer une stratégie susceptible d'améliorer le fonctionnement de son entreprise. À partir de cet exemple, Bertin précise les étapes à suivre pour la « réflexion et la décision », en utilisant la graphique : 1) définir le problème ; 2) définir le tableau des données, c'est-à-dire repérer les données pertinentes ; 3) adopter un outil de traitement : la graphique, et en particulier la matrice (visuelle) ordonnable qui est la construction graphique la mieux adaptée au traitement des données à travers la permutation de lignes et colonnes ; 4) traiter les données par la manipulation des graphiques pour arriver à leur classement et simplification, et donc à leur compréhension ; 5) interpréter et décider. L'exemple met en évidence un des thèmes chers à Bertin, autrement dit la graphique comme instrument d'élaboration, ce qu'il appelle la **graphique de recherche**, distincte de la **graphique de communication**.

Bertin expose et analyse ensuite l'ensemble des problèmes qui se posent à la graphique (les niveaux de l'information, la graphique de traitement et la graphique de communication, etc.), avant de traiter des constructions graphiques, à partir de la classification qui lui est propre, en diagrammes, réseaux, topographies, analysés en fonction de leur possibilité de manipulation/élaboration, du nombre de variables qu'ils peuvent intégrer, de leur capacité de communication. À la fin seulement apparaît, en guise de conclusion, le chapitre « Sémiologie de la graphique », qui commence par : « La sémiologie est la généralisation des observations faites dans les pages précédentes ».

Bertin a été directeur d'études à l'École des hautes études en sciences sociales (EHESS) et directeur du Laboratoire de graphique de l'EHESS, de 1974 jusqu'à la fin de sa carrière d'enseignant. Il avait été auparavant le fondateur et directeur du Laboratoire de cartographie de la VI<sup>e</sup> section de l'École pratique des hautes études (EPHE). En 1999, l'Association internationale de cartographie lui décerne la médaille d'or Carl Mannerfeld.

## 2 La formation de J. Bertin et l'évolution de sa pensée

J. Bertin a une formation de géographe et de cartographe. Sur ce point, nous citerons la communication faite par M.-C. Robic au colloque « 30 ans de

sémiologie graphique », qui s'est tenu à Paris, à l'Institut de géographie, en décembre 1997 :

« L'École de cartographie de l'Université de Paris s'ouvrit en novembre 1934. [...] Emmanuel de Martonne, grand « patron » du tout nouvel institut de géographie, réussit à faire adopter son idée : former à l'université des cartographes-géographes tournés vers l'application de leur savoir-faire » à tous les secteurs où l'on peut avoir besoin de cartes. Aux traditionnels usages issus des services d'État, aux classiques atlas, s'ajoutent selon de Martonne de nouvelles consommations de cartes : « on en dessine et grave dans la presse, dans les bureaux de tourisme ». La formation prise en charge par l'université doit combiner l' « habileté technique et l'éducation géographique », en mariant l' « école de dessin » et l' « enseignement universitaire » (Robic, 1998). « Le but de cet enseignement est de former de véritables cartographes, capables de construire des cartes originales et de guider le travail des dessinateurs n'ayant pour eux que l'adresse manuelle. Elles sont sanctionnées par un examen. Les élèves y ayant satisfait recevront un diplôme et seront en état de jouer un rôle de premier plan dans tous les ateliers de cartographie des services publics et privés » (Rapport 1933-1934, cité par Robic, 1998).

Si cette formation a mis J. Bertin sur la voie de la production cartographique, au sens large mais toujours en lien avec la conception de l'espace géographique, c'est son travail au sein de l'École pratique des hautes études (EPHE) et sa collaboration avec des sociologues, notamment Chombart de Lauwe, qui l'ont conduit à réfléchir à un outil graphique indépendant de la discipline qui l'utilise, et donc à concevoir la graphique comme une discipline à part entière. J. Bertin relate ce moment de transition dans un bref article intitulé « Aux origines de la sémiologie graphique » avec la création, à la Sorbonne, de l'École de cartographie :

«Le dessin y est longuement enseigné par le professeur L. Bergelin et l'on s'appuie sur les cartes topographiques, géologiques, oro-hydrographiques, géomorphologiques, cartes murales et cartes de synthèse. On apprend à dessiner la lettre, à pointer un « picot » au vingtième de millimètre, mais les « graphiques » sont pratiquement inconnus au bénéfice des projections mathématiques, de l'enseignement de la géographie et de la documentation. Quelques années plus tard, au CNRS et à l'École des hautes études, les problèmes graphiques rencontrés sont d'une tout autre nature et concernent des questions d'histoire, d'ethnographie, de sociologie, de psychologie, d'archéologie, d'architecture, d'économie, de

linguistique, de politique, de démographie, de géographie, de médecine [...] et on constate que les solutions graphiques sont très souvent les mêmes, quel que soit le domaine concerné ! Il y a donc quelque chose de commun à tous ces problèmes graphiques, quelque chose de totalement indépendant des domaines scientifiques concernés. C'est là, je crois l'origine de la découverte des VARIABLES VISUELLES et de la spécificité du langage graphique» (Bertin, 2004).

Dans les années 50, Bertin, à l'occasion de sa collaboration au *Paris et l'agglomération Parisienne* publié en 1952 par Chombart de Lauwe, commence à élaborer certains des éléments de sa *Sémiologie graphique*. En 1965, ses réflexions et son travail théorique, publiés jusque-là occasionnellement dans de petites brochures, sont rassemblés et débouchent sur la *Sémiologie graphique*. L'influence de la géographie dans l'élaboration de la carte y est encore très présente, avec une conception du plan cartographique comme représentation d'un espace géographique, nécessairement fixe. La *Sémiologie graphique* est imprégnée de la culture de l'époque, dominée par les théories de l'information et de la communication : « Elles inspirent alors la plupart des recherches graphiques : comment faut-il dessiner, que faut-il imprimer pour « communiquer », c'est-à-dire dire aux autres ce que l'on sait, sans perte « d'information » (Bertin, 2005, p.VII).

Les possibilités offertes par la permutation de l'image, destinée principalement à l'élaboration de l'information, dominant par contre dans la publication suivante de J. Bertin, *La graphique et le traitement graphique de l'information*, publiée en 1977. Dans son introduction à la ré-impression de la *Sémiologie graphique* par l'EHESS en 2005, J. Bertin réaffirme le message contenu dans *La graphique* : « Trente années d'évolution font apparaître une tout autre perspective. Ce qui est devenu fondamental, ce sont les propriétés des variables visuelles et les propriétés de classement et de permutation graphiques. Nous entrons dans l'ère de la graphique opérationnelle » (Bertin, 2005, p.VII).

### 3 La graphique de J. Bertin

J. Bertin pense, comme il apparaît dans le texte cité plus haut, que la graphique a son propre domaine, indépendant du champ d'application. En conséquence de quoi il est absurde de parler de graphiques pour l'économie, de graphiques pour la statistique, etc., et de cartes pour la géographie ; ce qu'il faut, c'est définir et résoudre les problèmes propres à la graphique, lesquels sont communs à toutes les

applications. Quels sont ces problèmes ? Comment les aborder, par où commencer ? Poser la graphique comme une discipline constituée, pour Bertin, l'aboutissement cohérent de toute une série de propositions de plus en plus affinées.

Comme il le dit lui-même (Bertin, 2004), à propos des variables visuelles, Bertin commence en 1952 à parler de différences de valeur, de forme et de scintillement. Il note que valeur et scintillement sont bien plus sélectifs que la forme, qui est associative. Puis apparaissent la dimension, en 1954 l'orientation, et en 1957 « la couleur, tandis que le scintillement se transforme en grain. Les propriétés de ces 6 variables sont nommées sélection, fusion, hiérarchie, pondération et construisent le premier tableau faisant correspondre variables et performances ». En 1977, dans *La graphique et le traitement de l'information*, une distinction majeure est établie entre VARIABLES DE L'IMAGE et VARIABLES DE SÉPARATION de l'image. »

Bertin poursuit ses réflexions pour définir la graphique en tant que discipline fondée sur un certain nombre de principes de base, en analogie avec la mathématique, afin de dépasser l'image statique du plan cartographique inculquée par la formation cartographico-géographique (la carte comme image fidèle du territoire).

Nous voudrions reprendre quelques points de la « Brève présentation de la graphique » (Bertin, 2005), en invitant cependant à lire Bertin lui-même, et notamment les pages finales de la réédition de la *Sémiologie graphique*, dans lesquelles il présente sa dernière version de la graphique en y apportant des variations fondamentales à ses yeux. Cette nouvelle formulation reprend les énoncés précédents en les simplifiant – la simplification et la synthèse sont une obsession chez J. Bertin - et insiste sur la graphique comme méthode de travail. « Mais avec le recul, l'apport principal de LA GRAPHIQUE me semble être d'ordre logique avec la visualisation précise et constructive des différentes étapes d'une étude, avant même que cette étude soit entreprise » (Bertin, 2004).

Définition de la graphique : la graphique utilise les propriétés de l'image visuelle pour faire apparaître les relations de ressemblance et d'ordre entre des données. La graphique part d'un ensemble préalablement défini : un tableau de données. Il ne faut pas confondre graphique et graphisme. La graphique, outil de travail, a pour but de transcrire des relations entre des ensembles préalablement définis par le tableau des données, et suit des règles précises. La

transcription de la relation est sans ambiguïté. Le graphisme, figuratif ou non, « a pour but de définir un ensemble ou un concept ». Le graphisme est un art, libre mais toujours « discutable ».

La graphique a deux objectifs :

- traiter les données pour comprendre et extraire l'information,
- communiquer, s'il y a lieu, l'information découverte ou l'ensemble des données élémentaires.

La théorie matricielle de la graphique (fig.2) est basée sur :

- la correspondance entre le tableau de données et l'image,
- le niveau de perception, élémentaire ou d'ensemble, en fonction de l'objectif visé,
- la mobilité ou la fixité de l'image.

Trois types de questions sont à la base de cette théorie : élémentaire, d'ensemble, intermédiaire.

- « Les questions élémentaires : l'Italie, combien de porcs ? reçoit comme réponse le chiffre de la case ». Nous pouvons mémoriser une donnée, mais pas les 25 données du tableau.
- « Mais comprendre c'est intégrer toutes les données. Pour ce faire, il faut les réduire à un petit nombre de groupes d'éléments semblables. »
- « La question d'ensemble : quels sont les groupes que les données construisent en X et en Y, est la question essentielle. La réponse est fournie par la construction (16), ou « matrice ordonnable » qui reclasse 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 [...]. C'est la deuxième information » (Gimeno, 2001).

Ces informations ne sont pas visibles dans le tableau des données (15). La construction graphique (16) permet le traitement visuel des données par la permutation des lignes et colonnes, afin de découvrir des groupes qui ont le même comportement et avoir une compréhension globale du phénomène représenté par les données.

## 4 L'approche SIG et la graphique : quelques points communs

La définition banale du SIG - il y en a de plus complètes et sophistiquées - est : « un système de matériels informatiques, de logiciels, de données et de personnel capable de saisir, stocker, manipuler, analyser et présenter toutes formes d'informations géographiquement référencées ». On voit immédiatement le parallèle avec la graphique de Bertin : la première étape de la graphique est toujours la construction du tableau des données (saisir et stocker). L'objectif est de traiter ces données (manipuler, analyser) et éventuellement de construire une représentation pour communiquer l'information, résultat de l'élaboration.

Le point commun entre Bertin et le domaine des systèmes d'information (SI) réside dans la nécessité de procéder à la conception du système, qu'il soit graphique ou de données. Ce processus se compose pour Bertin (1977, p.23) des phases suivantes :

- Analyse matricielle (tableau de ventilation, schéma d'homogénéité, tableau des données).
- Traitement graphique de l'information (transcription, simplification, interprétation).
- Graphique de communication.

Dans le domaine SI et SIG (Laurini et Milleret-Raffort, 1993, p.181) :

- Analyses préalables (analyse de l'existant, analyse de faisabilité).
- Conception (cahier de charges, conception du système, conception de la base des données).
- Développement (choix du système, spécifications de la base des données...).
- Étapes opérationnelles (installation du système...).

La complexité organisationnelle d'un SIG ou d'un SI, au niveau des intervenants et de la division des compétences, n'est évidemment pas comparable à celle du « graphiste » qui, tout seul, ou avec l'aide d'un dessinateur, accomplit les différentes tâches. De plus, les deux contextes de travail impliquent des outils différents : le synoptique des constructions graphiques, pour J. Bertin ; les différents types de systèmes de gestion des bases de données (relationnels, objet, etc.) pour le SI et le SIG.

Certes, dans le panorama de la cartographie, Bertin transforme radicalement l'approche du problème. Il ne s'agit pas d'un savoir-faire appris à travers des exemples de cartes, tel qu'il décrit lui-même son



apprentissage à la Sorbonne : ce qui importe, c'est la mise en œuvre d'un système d'information et de communication, qui exploite les propriétés de la graphique et de ses constructions.

Dans la démarche qui est à la base de la graphique, Bertin prescrit de commencer par les questions que l'on souhaite poser au système graphique que l'on va construire. Prenons un cours sur les bases de données (BD), lesquelles sont une des composantes des SIG :

« La conception d'une BD se divise en deux parties : la modélisation conceptuelle et la modélisation logique. L'étape conceptuelle consiste à représenter les informations recueillies dans l'étude des besoins en un schéma formel, ou plus précisément en un schéma conceptuel. En pratique ce schéma vise à organiser les données selon un haut niveau d'abstraction car la finalité de cette phase est de représenter le contenu informationnel de la BD... Le formalisme utilisé pour la modélisation conceptuelle est le modèle entité-association (E-A)... Le recueil des besoins n'est rien d'autre que le recueil des informations décrites initialement en langage naturel », ou bien une série de phrases très simples qui précisent le problème à traiter, définissent les données, les opérations à effectuer et les objectifs. Dès lors, on procède à la « construction d'un glossaire des termes qui, en pratique, formeront une table dans laquelle chaque terme se verra associer sa description, ses synonymes et ses liens logiques avec les autres termes ».

Cette phase de conception est à rapprocher de la construction du tableau de ventilation proposé par Bertin, où l'on va noter tous les éléments identifiés. Ce parcours méthodologique déjà appliqué dans l'« Autopsie d'un exemple », et formalisé ensuite dans « L'analyse matricielle d'un problème et la conception du tableau des données », est repris et réaffirmé dans un court chapitre à la fin de la réédition de la Sémiologie graphique. Le paragraphe « L'invention du tableau des données » commence ainsi :

« Quel tableau de 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 :

- **Traduire le problème par des questions simples** et faire [...] la liste des caractères et des objets qu'il serait utile et souhaitable de connaître, noter leurs relations. C'est le tableau de ventilation.

- **Imaginer le tableau idéal homogène** contenant les données, placées en X et Y, qui expose tous les choix possibles en termes de constructions graphiques et d'élaboration.

- **Vérifier la pertinence du tableau** en notant dans les marges les correspondances définies par les questions de départ. C'est le tableau de pertinence (Bertin, 2005, p. 452).

Bertin distingue un premier tableau de ventilation et un deuxième tableau d'homogénéité puis un troisième tableau de pertinence.

Ces quelques citations montrent bien l'importance que Bertin a accordée ces dernières années au processus de conception, basé sur l'utilisation de l'analyse matricielle. Pour Bertin, l'idée que la carte n'est qu'un simple dessin est inconcevable, de même qu'il ne s'agit pas dans un SIG d'une simple opération de stockage de données. Dans les deux cas, l'objectif est de répondre à une demande d'information, d'où la nécessité d'une phase de conception formalisée en fonction des caractéristiques des outils employés.

Nous avons parlé jusqu'ici d'information en général, et non spécifiquement d'information géographique. Géographique est synonyme de localisation : les données ont des coordonnées.

Ici encore, Bertin avait vu juste : dans son tableau des variables visuelles figurent les deux dimensions du plan, x,y, traitées de la même manière que les autres. Dans un SIG, les coordonnées peuvent être traitées comme des attributs des objets, notamment dans l'approche dite orientée-objet. Sur ce sujet, il serait nécessaire de faire des distinctions : x,y sont des attributs de positions mais représentent aussi les deux axes cartésiens de l'image. Il est possible de leur associer une variable, une signification, et de transformer ainsi le plan géométrique en plan de signification. Bertin parle de trois axes, x,y,z, comme sur le schéma de la figure 3.

De même, à propos du plan de l'image, Bertin parle de trois types d'implantation des objets et de configurations, admis par la géométrie du plan : point, ligne, zone, qui correspondent exactement aux primitives du SIG : point, polyligne, polygones. Autre propos avancé par J. Bertin qui peut être mis en parallèle à ce qui est enseigné dans la procédure de construction d'une BD relationnelle, à savoir l'identification externe et la structure de la BD ou de la métabase (instruction SQL CREATE).

Dans l'implémentation d'une BD relationnelle, l'opération suivant la modélisation conceptuelle, analogue par certains côtés à celle où le cartographe passe à la réali-

sation de la carte, consiste à construire la structure des tables (métabase) en indiquant le nom de la table (ou de la relation), les noms des attributs (chacun correspondant à une colonne), et le domaine des attributs. Il sera ainsi possible à un utilisateur quelconque d'introduire les données (les instances correspondent aux lignes de la table), c'est-à-dire de « peupler la BD ».

J. Bertin parle des deux temps de la perception graphique ; autrement dit des deux parties indispensables du processus qui fait que le « dessin » devient un système d'information.

- Premier temps : l'identification externe, qui permet au lecteur de voir ce dont il s'agit. Elle comprend le titre, la légende, et toutes les informations qui figurent dans le cadre de la carte ou du graphique et servent à mettre en relation le système des signes (signifiant) avec le monde extérieur. Elle est indépendante de la représentation graphique et elle assure la monosémie.

- Second temps : l'identification interne, la perception découvre les relations internes au dessin, la ressemblance, l'ordre et la proportionnalité des signes.

« Sans identification externe, un graphique est inutile. L'identification externe doit être immédiatement lisible et compréhensible », dit Bertin.

## Conclusions

Tout au long de notre exposé, nous avons conservé les terminologies propres aux deux domaines que sont la graphique et le SIG ; nous avons cherché à mettre en lumière les points de convergences entre les deux démarches, afin d'illustrer notre propos. Ce qu'il y a de plus intéressant parmi les aspects communs concerne la méthodologie de mise en œuvre, ainsi qu'une série de présupposés que nous allons tenter de synthétiser ici :

- Présupposés : il faut partir du problème que l'outil (système graphique ou SIG) doit traiter, et le transformer en un tableau de données. Le meilleur moyen d'atteindre ce but est de mettre à plat le problème en sériant les questions auxquelles le système devra répondre.
- Méthodologie : 1) procéder à l'inventaire des données et les définir en tant qu'objets ou entités, attributs ou caractères, ainsi que leurs relations, 2) sélectionner les relations pertinentes

(modèle E-A) et réfléchir aux possibilités d'élaboration, 3) prévoir les outils de communication des résultats de l'élaboration.

Ce que les deux approches ont en commun, c'est leur finalité d'instrument d'archivage, d'élaboration et de communication de l'information, géographique ou non. Chaque domaine dispose d'outils spécifiques, et les éléments à définir ne sont donc pas exactement les mêmes.

Le SIG offre des possibilités d'élaboration incomparables par rapport à la graphique, dans la mesure où il permet de travailler avec une grande quantité d'objets, d'attributs et de relations. Dans la graphique, le nombre de variables à manipuler impose l'utilisation de matrices visuelles de dimension importante, dont la manipulation n'est pas toujours facile. En insistant sur l'utilisation de la matrice visuelle pour l'élaboration, et sur sa complémentarité avec la carte pour la visualisation du résultat dans un contexte spatial, J. Bertin a permis de comprendre l'importance d'une analyse de l'information avant d'aborder l'étape de sa visualisation.

Enseigner aujourd'hui les théories de Bertin est utile à plusieurs niveaux :

- elles proposent au cartographe un raisonnement logique (à quoi sert la carte ?), des options (quelle construction graphique ?) et des règles à suivre ;
- elles fournissent un certain nombre de critères pour juger de l'efficacité du résultat et quelques pistes à suivre pour comprendre les raisons d'un résultat insatisfaisant ;
- elles proposent une démarche focalisée sur l'analyse de l'information, éventuellement géographique, qui est particulièrement formatrice dans l'approche propre au domaine SI et SIG.

Une expérience de travail « à la Bertin » place l'étudiant aussi bien dans le rôle de concepteur d'un système que dans celui de l'utilisateur, en l'entraînant à réfléchir aux élaborations et aux résultats possibles. En effet, l'étudiant est souvent en difficulté comme utilisateur d'une base de données, incapable d'envisager les élaborations possibles, ce qui est primordial.

## Bibliographie

**Bertin J.**, 1952, « Recherches graphiques », dans P.H. Chombard de Lauwe et al., *Paris et l'agglomération parisienne*, Paris, PUF.

**Bertin J.**, 1977, *La graphique et le traitement graphique de l'information*, Paris, Flammarion.

**Bertin J.**, 2004, « Aux origines de la sémiologie graphique », *Bulletin du CFC*, n°181, p. 42-44.

**Bertin J.**, 2005, *Sémiologie graphique : les diagrammes, les réseaux, les cartes*, 3<sup>e</sup> édition : 1999 (nouvelle introduction de J. Bertin, complétée par « Théorie matricielle de la graphique »), réédition par l'EHESS, Paris.

**Flory A. et Laforest F.**, 1996, *Les bases des données relationnelles*, Paris, Economica.

**Gimeno R.**, 2001, [www.sciences-po.fr/cartographie/cartographie\\_html/](http://www.sciences-po.fr/cartographie/cartographie_html/).

**Laurini R. et Milleret-Raffort F.**, 1993, *Les bases de données en géomatique*, Paris, Hermès.

**Robic M.-C.**, 1998, « Une école pour des universitaires placés aux marges de l'expertise », *Bulletin du CFC*, n° 156, p.104-120.


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

Figure 1 : Place de la graphique dans les systèmes de signes (source J.Bertin et R.Gimeno)

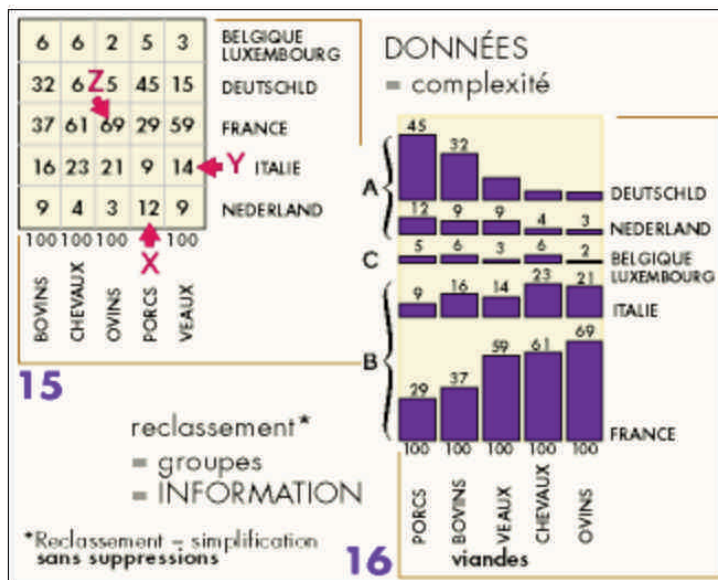


Figure 2 : Tableau des données et matrice visuelle (source J.Bertin et R.Gimeno)

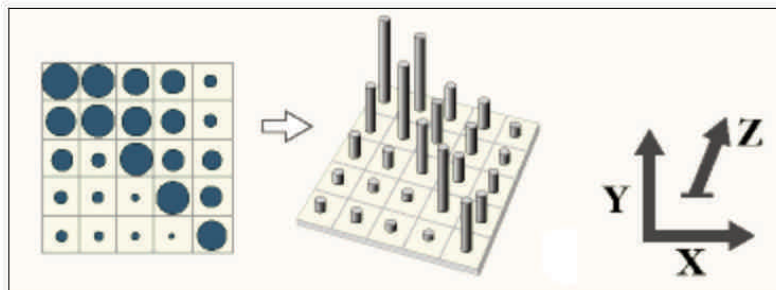


Figure 3 : Image = Système de signes spatial