SÉMIOLOGIE GRAPHIQUE : LE RETOUR ?

L. de GOLBÉRY, MTG, URA CNRS 1531, Rouen, France
J.M. ORHAN, P.A.R.I.S. URA CNRS 1243, Paris, France
avec la collaboration de A. CHAPPUIS, Decision Graphics, P. LE ROLLAND, MTG, Rouen

ABSTRACT

Jacques Bertin's Semiology of Graphics[1] (SG) laid the foundation of a new cartography a quarter of a century ago. The following tests demonstrate the efficacy of images following SG rules in two kinds of usual representations. But one does not see them often in use. At a time when GIS tend to be a universal tool, much beyond geographers and cartographers, the use of efficient visualization methods is crucial. The present escapism in a blind productivism shows its limits through a generalised cacography of the present cartographic production. Is it not time to integrate the SG rules in the process of GIS visualization ?

INTRODUCTION

En 1967 paraissait SÉMIOLOGIE GRAPHIQUE[1] (SG) de Jacques Bertin. Pour la première fois une approche globale cohérente de la traduction des informations en images était proposée. Fondée sur la perception visuelle spontanée de l'oeil humain et ses mécanismes, la démarche à la fois expérimentale et théorique de J. Bertin débouchait sur un langage graphique simple, logique et solidement structuré. Comme l'héliocentrisme de Copernic avait mis définitivement ordre et clarté dans la marche des astres, la SG fournissait les clés de compréhension et d'organisation des observations empiriques faites sur le fonctionnement des images graphiques.

Si l'importance fondamentale des découvertes finit par l'emporter et si la cartographie sémiologique commença à être enseignée, force est de constater qu'après un quart de siècle la cartographie n'a pas progressé aussi vite que prévu tant au plan théorique que pratique. La cartographie anglo-saxonne, en moyenne, rejeta la démarche de Bertin la considérant comme un exercice théorique sans fondement expérimental1. Ce manifeste malentendu et les incompréhensions qui se perpétuent autour des travaux de J. Bertin freinent la diffusion de la SG à un moment où la cartographie explose à travers les logiciels de cartographie automatique et surtout les Systèmes d'Information Géographiques (SIG). Capables de gérer de très grandes quantités d'informations spatialisées les SIG sont mal armés pour les visualiser. Or leur apport principal réside dans l'interactivité des cartes par un affichage sur écran en temps réel.

Ces constatations nous ont amené à entreprendre une série de travaux dont ce qui suit est le résumé succinct d'un premier volet consacré à trois des problèmes les plus courants de cartographie. Deux concernent la traduction graphique d'informations : 1) représentation de classes ordonnées en choroplèthes, 2) représentation de données qualitatives en implantation ponctuelle. La troisième traite de la généralisation des fonds de carte.

1 - EFFICACITÉ COMPARÉE DES SIGNES GRAPHIQUES

1.1 Mesures d'efficacité d'une série de trames choroplèthes

Protocole : Exposé très schématiquement[2] son principe met en jeu la capacité sélective des signaux visuels testés. Quatre pseudo-cartes constituées d'hexagones (fig. 1 et 2) habillées de 6 trames différentes choisies selon les pratiques cartographiques usuelles (fig. 3, A à C) et les règles sémiologiques (fig.3 D), ont été présentées à des groupes d'étudiants géographes.
À un signal donné les sujets devaient compter le plus rapidement et avec le moins d'erreur possibles le nombre d'occurences de la trame désignée dans la pseudo-carte en cours de test.

Les résultats du chronométrage (tableau 1, fig. 4A) et de la précision de comptage (fig. 4B) démontrent à l'évidence que la carte «sémiologique» permet un comptage très sensiblement plus rapide (56,7 centisecondes (cs) en moyenne par signe contre 105,7 cs, lignes 3, 6 et 9) et plus précis (moyenne d'erreurs de 4,3% contre 11,5%, lignes 4, 7 et 10) du fait de la meilleure sélectivité des trames les unes par rapport aux autres. L'indice de performance qui combine vitesse et précision selon une échelle allant de 0 à 100 montre que les trames sémiologiques sont globalement deux fois plus efficaces que les autres (lignes 5, 8 et 11).

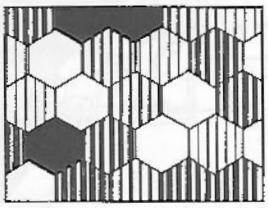

Figure 1 : Une des trois pseudo-cartes non «sémiologiques»

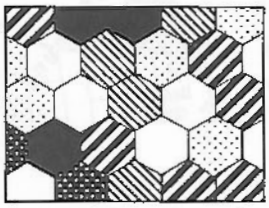

Figure 2 : Pseudo-carte «sémiologique»

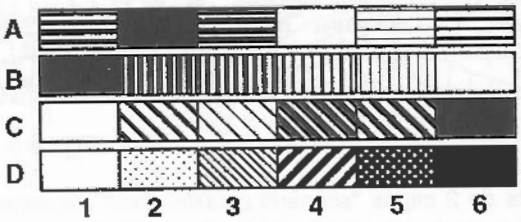

Figure 3 : Légendes testées

1 Il semblerait que J. Bertin soit considéré par une large part des cartographes anglo-saxons comme un spéculateur théorique totalement déconnecté de la pratique cartographique. Pour se convaincre du contraire il suffira de se référer à la liste de ses réalisations et de l'énorme production du laboratoire de Cartographie de l'EPHE-EHESS sous sa direction.
2 Le protocole détaillé des tests et leurs résultats donneront lieu à des articles plus développés qui seront publiés dans les mois à venir. On pourra se procurer leurs références à l'E.mail suivante : Luc.DeGolbery@univ-rouen.fr.

	Légende sémiologique						Légendes non sémiologiques											
1 Code trames-	CO6	CO2	CO3	CO1	CO4	CO5	VE2	VE5	VE3	VE4	OB4	OB3	OB5	OB2	HO5	HO3	HO6	HO1
2 No légendes-	D6	D2	D3	D1	D4	D5	B2	B5	B3	B4	C4	C3	C5	C2	A5	A3	A6	H1
3 TMC (1/100 sec.)	46,5	53,6	63,1	50,4	58,9	57,6	90,2	93,3	105	124,8	75,8	87	113	139	79,6	107,5	99,4	151
4 % d'erreurs	1,3	2,4	2,8	5,0	5,1	5,7	6,2	6,3	9,4	17,7	12,7	11,7	11,2	10,1	8,5	12,0	16,6	13,6
5 Performance	100	93,3	87,4	86,9	82,5	81,2	64,3	62,3	47,3	12,5	51,2	49,0	38,1	28,8	62,2	38,3	28,2	12,5
6 TMC (1/100 sec.)		56,7					104,1				102,4				110,3			
7 % d'erreurs		4,3					10,2				11,5				12,8			
8 Performance		86,1					45,4				42,2				34,4			
9 TMC (1/100 sec.)		56,7					105,7											
10 % d'erreurs		4,3					11,5											
11 Performance		86,1					40,6											

Tableau I : Temps moyens de comptage (TMC), pourcentage d'erreurs et performance des trames

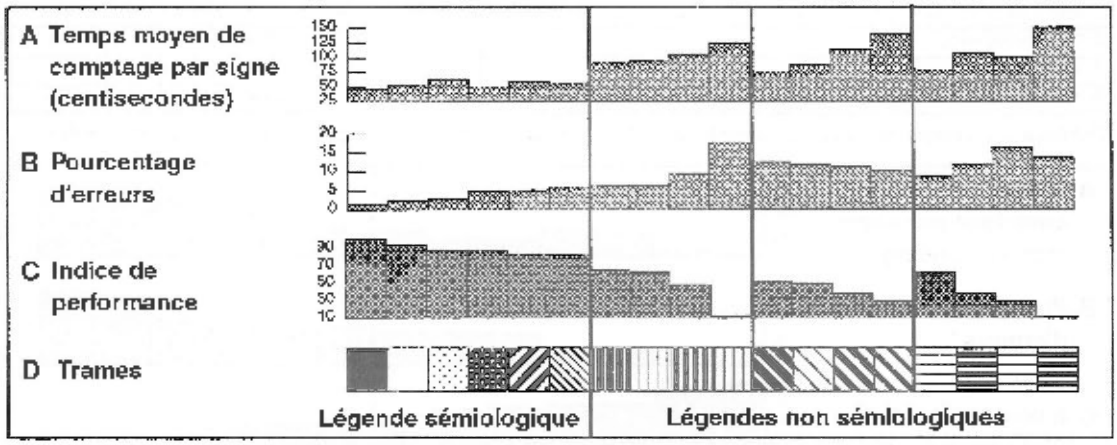

Figure 4 : Temps moyens de comptage, pourcentage d'erreurs et performance des trames

On constate également que les résultats par carte (fig. 4C) corroborent les prévisions théoriques tout en soulevant des questions nouvelles. Les trames verticales viennent en second, les horizontales en dernier ; l'effet vibratoire contribue à la sélectivité mais d'autres variables visuelles comme la Valeur et l'Orientation interviennent selon des modalités à approfondir. Les résultats sont néanmoins si contrastés que l'efficacité de la traduction sémiologique est incontestable même si des effets secondaires parasites ont pu intervenir.

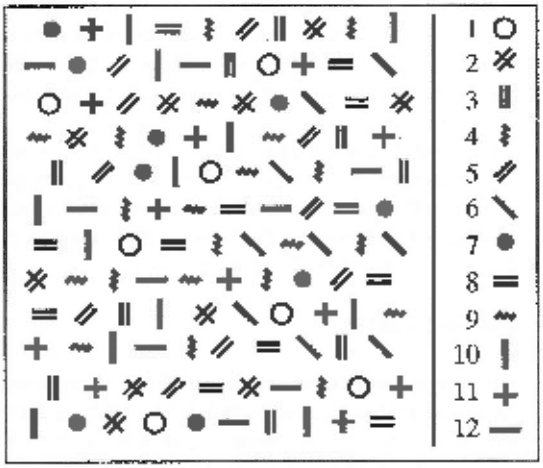

Figure 5 : Les signes ponctuels sélectifs

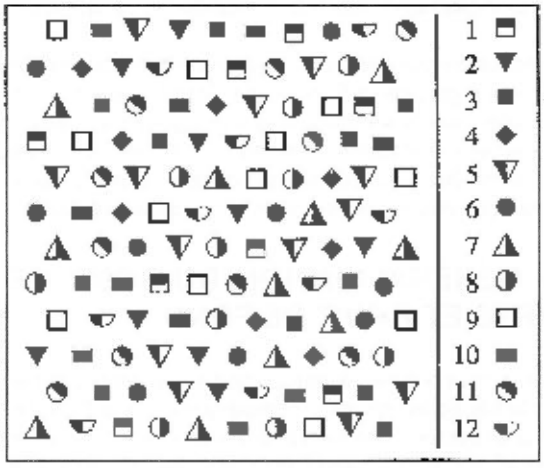

Figure 6 : Les signes ponctuels non sélectifs

1.2 - Mesure d'efficacité de signes qualificatifs ponctuels

Protocole : Il est identique à celui des trames et met en jeu la capacité sélective des signes utilisés. Deux légendes ont été testées sur des pseudo-cartes, l'une «sémiologique» l'autre non (fig.5 et 6).

Résultats : Ils sont parallèles à ceux du premier test (tableau 2). Le temps moyen de comptage (TMC) des signes «sémiologiques» est 1,8 fois plus rapide que les autres avec respectivement 100 et 178,9 centisecondes (tableau 2 : lignes 3 et 6 et fig. 7A). Le pourcentage d'erreurs est 2,2 fois plus important pour les signes non sémiologiques : 10,8 et 4,9% (lignes 4 et 7 et fig. 7B). La performance globale varie de 1 à 2,3 avec des indices de 32,8 et 76,6 (lignes 5 et 8 et fig. 7C).

	Signes sémiologiques							Signes non sémiologiques						
1 Code des points	S1	S7	S4	S12	S10	S5	S6	NS9	NS8	NS10	NS1	NS7	NS12	Moyenne
2 No dans la légende	1	7	4	12	10	5	6	9	8	10	1	7	12	
3 TMC (1/100 sec.)	64,4	70,0	112,9	126,1	99,3	103,2	121,8	136,3	156,8	170,7	202,1	194,4	226,6	136,0
4 % d'erreurs	1,25	2,37	4,36	3,51	6,91	7,60	7,44	8,24	7,87	7,58	10,00	15,06	15,91	7,5
5 Indice de performance	100	94,5	74,5	73,3	70,0	66,5	61,3	54,0	49,0	45,7	27,7	12,8	0,0	56,6
6 TMC (1/100 sec.)				100							178,9			136
7 % d'erreurs				4,9							10,8			7,5
8 Indice de performance				76,6							32,8			56,6

Tableau 2 : Temps moyens de comptage (TMC), pourcentage d'erreurs et performance des points

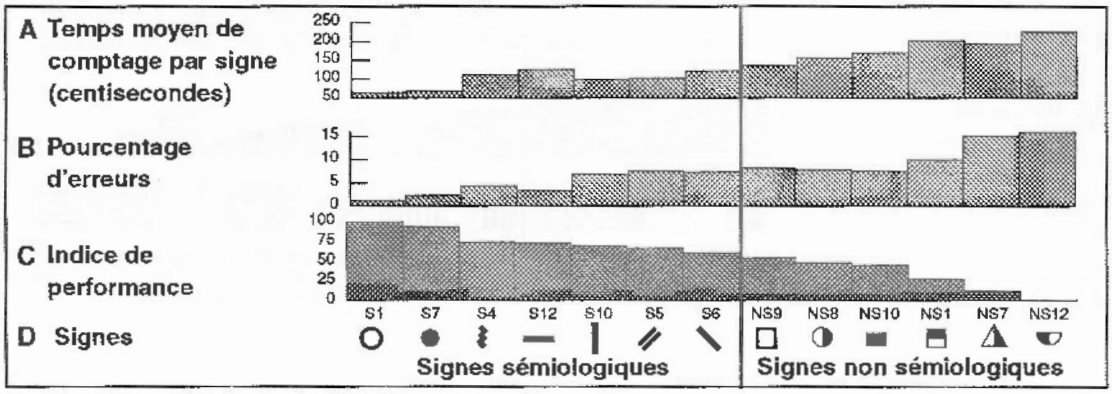

Figure 7 : Temps moyens de comptage, pourcentage d'erreurs et performance des signes ponctuels

Ici encore une analyse plus précise mettrait en évidence des phénomènes intéressants, certains explicables par la théorie, d'autres suggérant des mécanismes complexes, l'hypersélectivité de certains signes par exemple. Elle dépasserait le cadre de cette communication mais sera abordée ailleurs.

1.3 - Conclusions des tests d'efficacité graphique

Les performances visuelles des signes construits selon les règles de la Sémiologie Graphique s'avèrent au moins deux fois supérieures aux signes classiques. Cela est vrai des trames comme des signes ponctuels qualitatifs. Des tests portant sur d'autres types de problèmes graphiques donneraient des résultats similaires.

2 - GÉNÉRALISATION DU FOND DE CARTE ET BRUIT DE FOND

A un format donné il existe un niveau de détail optimal dans le tracé des lignes qui composent un fond de carte. Le but des opérations de généralisation est d'atteindre ce seuil de simplification du tracé qui autorise une lecture efficace. L'objectif de l'expérience suivante est de mettre en évidence et de mesurer l'existence d'un niveau de généralisation propre à la cartographie thématique.

2.1 - Protocole

La complexité d'un tracé peut être caractérisée à l'aide du rapport entre le nombre de points constituant la ligne et sa longueur et peut être synthétisé par la distance moyenne entre chaque noeud qu'on appellera «indice de généralisation». Les fonds de cartes objets de l'expérience ont été élaborés de manière à éviter la présence de points ne définissant aucune inflexion du tracé ; on a calculé ensuite l'indice de généralisation. Les sujets testés sont des cartographes professionnels expérimentés.

Il leur est demandé de choisir parmi plusieurs fonds de la même carte présentant chacun un niveau de généralisation différent, celui qui leur semble le plus adéquat. Il est précisé que l'ésthétique et le style ne doivent pas être pris en compte dans le choix.

2.2-Résultats

Les réponses se caractérisent d'abord par l'homogénéité des choix de chaque sujet. L'écart type de l'indice de généralisation par sujet ne dépasse jamais 0,12, avec une moyenne de 0,06. D'un fond à l'autre le cartographe reconnait précisément le niveau de généralisation qu'il considère approprié. Ce point milite en faveur de l'utilisation d'un indice de généralisation, car

il montre qu'il existe un moyen géométrique de caractériser le niveau de généralisation choisi et que ce choix est globalement indépendant du format et des objets géographiques représentés. Les résultats par carte (tableau 3, fig. 8) font apparaître un choix majoritaire (55 choix sur 99 soit 55,5%) sur une plage d'indice de généralisation variant de 0,24 à 0,28 et représentant 10% de l'amplitude globale (variation de 0,04 sur une amplitude globale allant de 0,05 à 0,45 soit 0,40). On peut donc conclure qu'il existe une convergence nette vers un niveau de généralisation perçu comme optimal, et que ce niveau est bien mesuré par l'indice proposé.

	Italie 4	Bas-Rhin 3	Afrique 6	Danemark 6	Danemark 5	Afrique 5	Afrique 4	Italie 3	Bas-Rhin 2	Danemark 4	Afrique 3	Danemark 2	Bas-Rhin 1	Italie 2	Afrique 2	Danemark 1	Afrique 1	Italie 1
Indice de généralisation	0.45	0.43	0.42	0.34	0.33	0.28	0.26	0.26	0.25	0.24	0.15	0.15	0.14	0.12	0.11	0.08	0.07	0.05
Nombre de sujets	2	6	2	1	5	**8**	**7**	**16**	**14**	**10**	6	8	5	6	1	1	1	0
Total par classe	16 (16,2 %)					55 (55,5 %)					28 (28,3 %)							

Tableau 3 : Niveau de généralisation des cartes et choix des cartographes

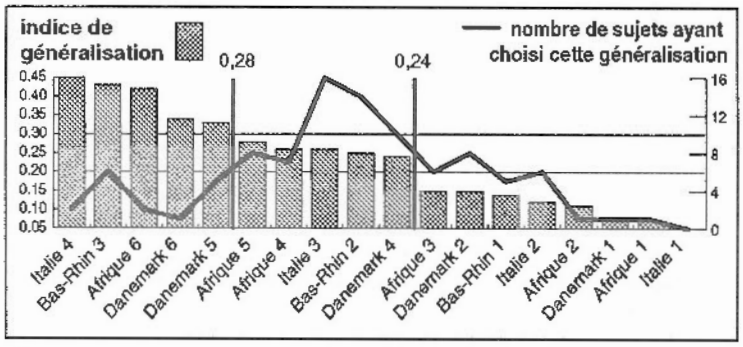

Figure 8 : Niveau de généralisation des cartes et choix des cartographes

2.3 - Conclusion de la généralisation

L'indice de généralisation mis en oeuvre pour cette expérience est-il opérationnel ? La quasi-totalité des sujets de cette expérience a insisté sur la nécessité de connaître la thématique à représenter ainsi que le futur lecteur. Remarquons par ailleurs que plus les cartographes sont spécialisés dans un type de carte plus ils insistent sur le rôle prépondérant des méthodes de représentation à utiliser. Ceci tendrait à prouver la nécessité de définir des indices différents selon les thématiques, les échelles, les lecteurs et les régions géographiques. Un cartographe professionnel réalise intuitivement ce choix grâce à son expérience.

Comment peut-on dès lors aider l'utilisateur non cartographe d'un SIG à réaliser un fond correct puisque là est notre objectif final. Plusieurs facteurs sont à prendre en compte. 1) Les fonds, majoritairement achetés, sont le plus souvent trop détaillés. 2) L'utilisateur du logiciel a rarement les moyens de généraliser le fond de carte. 3) Le même fond est utilisé quelles que soient les méthodes de représentation mises en oeuvre. 4) Un degré de généralisation élevé est perçu comme synonyme de manque de précision. Le rôle du concepteur d'un logiciel de cartographie est donc de mettre au point des fonctions capables de signaler le trop grand degré de précision ou de simplification d'un fond, l'utilisateur gardant la possibilité de changer le format de sortie de sa carte ou de procéder à une généralisation (les algorithmes existant sont encore très insuffisants). C'est ici que l'indice de généralisation devient utile comme système d'alerte autour d'une fourchette de tolérance calibrée par le cartographe-concepteur.

CONCLUSION

L'efficacité de la SG apparaît incontestable. Sa puissance découle du principe central que la carte doit être conçue comme une IMAGE. Ce n'est évidemment pas une découverte pour bien des cartographes tant il est vrai que, pour élaborer ses théories, Bertin s'est inspiré d'une longue et intensive pratique cartographique. On peut dès lors se demander pourquoi la SG a été si peu mise en pratique. En vérité les traductions les moins efficaces sont de loin les plus utilisées et les plus répandues dans les logiciels cartographiques.

Tout se passe comme si l'avènement de l'ordinateur, la montée en puissance des analyses quantitatives et des logiciels cartographiques avaient provoqué un arrêt de la réflexion théorique et critique sur la traduction graphique de l'information. Combien d'études quantitatives remarquables sont desservies par une cartographie si indigente qu'elle masque la richesse des résultats. Les approches quantitatives ou modélisantes provoquerait-elle un glissement vers des cartes «cérébrales» où les auteurs n'apercevraient plus la nécessité de représentations efficaces, l'analyse spatiale se faisant par la réduction de l'espace géographique à des paramètres quantifiés ? Faut-il rapprocher ce phéno-

mène de celui constaté chez des écoliers qui en grande majorité dessinaient spontanément selon les règles Graphiques en début de scolarité mais avaient perdu cette capacité deux ans plus tard, après avoir commencé l'apprentissage de l'abstraction mathématique ? Les SIG sont en train de changer profondément la pratique de l'analyse géographique. Ce faisant ils remettent le problème de la traduction graphique au premier plan des préoccupations et le posent en des termes nouveaux et radicaux. L'écran cathodique est désormais l'interface privilégiée entre données et oeil, et la quantité d'informations susceptibles d'être affichées est telle que l'efficacité graphique devient le principal facteur limitant des traitements.

Les solutions passent inévitablement par la Sémiologie Graphique. Encore faut-il l'adapter au nouveau contexte technologique et tirer les leçons des expériences acquises en cartographie automatique. Faute de quoi la cacographie cartographique, électronique ou non, a de beaux jours devant elle avec l'arrivée du multimédia.

Références

[1] Bertin, J., 1967. Sémiologie Graphique. Paris La-Haye, Mouton. 1983. Semiology of Graphics, Diagrams, Networks, Maps. The University of Wisconsin Press, Madison.

[2] Chappuis A., de Golbéry L., Orhan J.-M., 1992. Recherche sur la sélectivité des signes graphiques. Mesures, stratégies visuelles induites, conséquences sur la gestion automatique d'une banque de signes graphiques. MTG URA CNRS 1531, Université de Rouen, Decision Graphics, Rouen.

[3] Le Rolland P., 1995. Contribution à l'étude de la perception sélective : tests de comptage et de repérage (signes ponctuels et trames). Mémoire de maîtrise, M.T.G., Rouen.

[4] Orhan J.-M., 1992. Sélectivité et signes ponctuels en Graphique. Mémoire de maîtrise, M.T.G., Rouen.