

## REMARQUES SUR LA CARTOGRAPHIE POUR L'AIDE À LA DÉCISION

**Sylvie RIMBERT**

Directeur de recherche honoraire  
Strasbourg

Les chercheurs scientifiques se trouvent partagés entre travaux fondamentaux et applications. A une époque de récession économique, il est difficile de vivre de l'argent public sans en justifier le bon usage qui est, apparemment, d'être utile à la société. Mais l'utilitarisme scientifique, qui se traduit par la poursuite d'applications à travers des contrats publics ou privés, finit par tuer la recherche théorique. Or c'est celle-ci qui est la vraie source de progrès, parfois très en amont des applications «visibles». En outre, l'intellectuel que se doit d'être un chercheur est, généralement, plus attiré par les spéculations de l'esprit que par les techniques de mise en forme de ses idées. Il laisse volontiers ces dernières aux ingénieurs.

Par ailleurs, en cette fin de XXe siècle, une nouvelle situation est apparue qui perturbe encore plus les rapports théories/applications ; elle a été créée par la rapidité des avancées technologiques de ces trente dernières années. Jamais l'histoire des sciences n'a connu une pareille accélération. La réflexion intellectuelle semble, parfois, s'essouffler à suivre l'offre technique alors, qu'autrefois, c'était plutôt l'inverse.

La cartographie, qui est un ensemble de méthodes et de techniques ayant pour objet la représentation de la Terre (ou de toute autre planète) à une échelle déterminée, semble donc devoir être orientée plutôt vers le domaine des techniques et des applications que vers celui des théories. En fait, elle a considérablement bénéficié de l'apport de l'informatique et des lancements de satellites d'observation de la Terre. Elle en a tellement bénéficié, qu'aujourd'hui, n'importe quel employé quelque peu familier de la bureautique et des logiciels graphiques, remplace le dessinateur cartographe des années 60.

On pourrait donc s'attendre à ce que, pour parler de la cartographie comme outil d'aide à la décision en matière d'aménagement de l'espace, l'auteur mette l'accent sur la remarquable batterie de logiciels graphiques disponibles sur le marché. Or, tout en nous réjouissant de l'excellente qualité de beaucoup de ces produits, nous pensons qu'à cause d'eux, le métier de cartographe doit en partie se déplacer de l'exécution graphique vers la conception théorique des surfaces de représentation. Pour asseoir notre conviction, nous remonterons jusqu'à la cartographie des années 60.

La décision appartient au domaine politique, qu'il s'agisse de collectivités publiques ou de comités de direction privés. Tout ce que pouvaient leur proposer les cartographes qui ont produit les atlas régionaux des années 60, c'était des planches décrivant l'utilisation ou l'occupation du sol. Ils fournissaient des «états des lieux» sur lesquels les décideurs cherchaient des informations pour argumenter leurs prévisions, plus ou moins empiriques.

Ces atlas avaient beaucoup de défauts.

D'abord, ils étaient souvent périmés, lors même de leur parution : un atlas publié en 1960 devait utiliser les résultats du recensement de 1954 et, sans ordinateur, la préparation manuelle des données et du dessin des planches, demandait plusieurs mois ou années.

Ensuite, la cinquantaine de planches thématiques qu'ils renfermaient, n'avait, généralement, aucune structuration commune : ni carroyage ou repères en coordonnées géographiques, ni légendes en données centrées-réduites, ni échelles qualitatives centrées sur la médiane, etc. N'étant pas structurellement homogènes, ces planches ne pouvaient être comparées. Ce que l'on appelait la «synthèse régionale» reposait sur l'intuition et sur les connaissances d'un «savant» de l'époque. Elle restait donc liée à la culture et aux qualités intellectuelles de ce dernier, ce qui pouvait aboutir à des résultats variables.

Ces planches pouvaient encore moins être combinées. La superposition de trois planches est un maximum au-delà duquel la densité des signes devient telle que le tout est illisible. La Théorie de l'Information émise dans les années 40 [1] avait d'ailleurs permis d'évaluer les seuils de densité d'information à ne pas dépasser. Par ailleurs, les matrices de J. Bertin, inspirées de la méthode des scalogrammes [2], demandaient beaucoup de temps de manipulation et entraînaient une certaine confusion entre les échelles de mesure quantitatives (mesurable/repérable) et qualitatives (nominale-ordinale).

Enfin, la carte thématique éditée sur papier, avait pour effet de figer un «état» quelconque dans le déroulement continu des processus terrestres. Les cartes «d'évolution», qui faisaient appel à quelques modèles simples (changements en %, courbes-signatures à trois étapes) étaient rares. Elles ont quand même joué un rôle dans l'ouverture de la cartographie dynamique.

De cette ère «artisanale» de la cartographie on allait, dans les années 70, passer à l'ère «cybernétique». C'est la numérisation qui, en produisant de très grandes quantités de données, allait rendre obligatoire d'une part le recours à la méthode statistique pour ordonner cette abondance, d'autre part le secours de l'informatique pour le traitement de gros fichiers. En effet, tout ce qui touche à «l'image» (cartes, graphiques, images satellitaires, photographies et orthophotoplans, etc.) entraîne vite des milliers et des millions de données ; elle entraîne aussi la nécessité de les «visualiser» rapidement ce qui a été rendu possible grâce aux sorties sur imprimantes, écrans, diapositives, films, vidéo, bandes magnétiques, disques-compacts etc.

Avec la statistique multidimensionnelle, les combinaisons devinrent efficaces et conduisirent à ce que l'on appela les «pre-maps». C'est dans le domaine de la préparation des «pre-maps» qu'allait se placer la nouvelle cartographie, plus, peut-être, que dans celui de la visualisation qui avait été rapidement investie par l'imagerie médicale, la télédétection, les traitements photographiques, les recherches publicitaires, la télévision, les constructions virtuelles en architecture, sciences et spectacles. Tout cela préparait la voie du «multimédia» contemporain, dont la cartographie ne semble pas encore avoir tiré tout le bénéfice possible.

Les «pre-maps» apportèrent de nouveaux outils d'aide à la décision en favorisant l'introduction de la cartographie expérimentale. Expérimenter, c'est créer des situations dont nous pouvons faire varier, de manière contrôlée (selon un protocole d'expérience), les quantités ou les facteurs que nous avons choisis et mesurés, pour observer les effets provoqués par ces changements. En cartographie, nous pouvons faire varier l'échelle des distances, l'échelle des valeurs, la nature des variables ou des caractères, la connectivité des réseaux, etc. L'introduction de la méthode expérimentale en sciences humaines est encore délicate, sauf en psychologie et en cartographie. C'est là une chance extraordinaire pour l'analyse et la simulation spatiales.

La détermination de «régions» commerciales, culturelles, environnementales, peut désormais bénéficier des analyses factorielles, des méthodes classificatoires, des ensembles flous. La possibilité de faire varier les «paramètres» permet d'expérimenter plusieurs découpages.

La détermination de flux réels ou financiers peut bénéficier de la Théorie des Graphes. En faisant varier les structures du trafic et leurs contraintes, on peut expérimenter la recherche d'itinéraires optimaux ou la prévision d'encombrements néfastes. C'est ainsi que, sur les tableaux de bord des véhicules équipés d'ordinateurs et de GPS (taxis,

camions de livraison, etc.), le conducteur peut noter les adresses de ses clients, de ses garages, entrepôts etc.. et le logiciel adéquat (par exemple Auto-Plus) trace immédiatement l'itinéraire le mieux adapté.

Le passage d'une échelle kilométrique à des échelles en minutes ou en coûts de déplacement, bénéficie de l'apport des anamorphoses multipolaires.

La référence à la Théorie des Systèmes, pour construire des modèles empiriques ou mathématiques, permet de simuler des évolutions de versants, de masses nuageuses, d'incendies de forêts, de diffusion de maladies, de migrations océaniques, de bassins de chalandise : la voie est alors ouverte à la cartographie dynamique.

Bien qu'il reste aujourd'hui beaucoup à faire dans le domaine de la modélisation spatiale, il existe déjà, dans les «boîtes à outils» de plusieurs SIG, des possibilités de structuration de données, de filtrage de surfaces, d'optimisation d'itinéraires, de sélection d'aires d'aptitude à un usage donné. On en trouvera des exemples récents dans les derniers numéros de GIS-EUROPE [3] ou lors de l'exposition du M.A.R.I.[4] qui se tient annuellement dans le bâtiment du CNIT, à Puteaux-La Défense.

Actuellement, ce genre de rencontres se multiplie. Les ateliers et les publications portant sur les applications y prennent une place majeure. Par exemple, le programme de l'AGI 95 (Association for Geographic Information) qui a lieu entre les 21-23 novembre 1995 à Birmingham, propose des ateliers sur : GIS et assurances, GIS et santé, GIS et environnement, GIS et gouvernement local, GIS et commerce de détail. Ce dernier thème s'inscrit dans le géomarketing qui est en plein développement [5].

Ce qu'il convient ici de rappeler, c'est que, derrière les «produits-miracle», il y a des décennies de recherche fondamentale.

Le trajet optimal du logiciel Auto-Plus de 1991, par exemple, se trouve déjà en gestation dans les célèbres manuels de Peter Haggett [6] [7] où sont cités :

- la solution du «travelling salesman» de Dantzig-Fulkerson-Johnson, de 1954 ;
- la solution dite de la Chevauchée de Paul Revere, de Bunge, de 1962 ;
- la Théorie des graphes de Claude Berge, de 1962 ;
- et, même, le problème des Sept Ponts de Königsberg, posé en 1736 par Leonhard Euler !

Plusieurs des algorithmes d'optimisation de trajets dans un graphe ont été élaborés par des ingénieurs électroniciens des années 70 ; le design des circuits électriques peut être transféré à celui des réseaux de transport.

De même, dans le cas des anamorphoses cartographiques, il convient de remonter au célèbre ouvrage de d'Arcy Thompson publié en 1917 [8], avant de passer chez un artiste graveur comme M-C. Escher [9], puis chez le géographe Torsten Hägerstrand [10], puis chez C. Schneider et S. Rimbart [11] et, enfin, chez C. Cauvin, à qui l'on doit une belle transformation sur les variations de temps de transport ferroviaire, causées par l'évolution technologique contemporaine [12].

En matière de visualisation et, surtout, de carte en tant que canal de communication entre émetteur/récepteur, il convient autant de s'intéresser aux sorties 2D, 3D, stéréo ou animées qu'à un article précurseur d'A. Moles, paru en 1964 [13].

On pourrait donc en déduire que, s'il n'y a aujourd'hui qu'assez peu de logiciels français capables de concurrencer Arc-Info, Spans, Idrisi, etc. c'est que, depuis les années 60, notre enseignement de la cartographie a trop négligé celui des «pre-maps» et de la géographie théorique.

On pourrait également penser qu'actuellement se préparent les «cartes» de 2020. Or, qu'annoncent les tendances contemporaines ? Mise à part la mode des multimédia et la poursuite de la modélisation spatiale, les produits cartographiques dont le besoin se fait sentir sont ceux qui ont trait à l'enseignement du bon usage des techniques et des méthodes actuelles. En parcourant les deux gros volumes des Proceedings du Congrès International de Barcelone [14], on note plusieurs projets de systèmes-experts pour l'enseignement et la pratique d'une véritable science des surfaces de représentation.

Car on se trouve dans la situation paradoxale de disposer d'assez bons outils d'aide à la décision et de ne pas trouver suffisamment de personnel capable de bien énoncer les problématiques à résoudre.

Certes, les SIG apportent déjà une sérieuse contribution à la gestion de grandes agglomérations urbaines : par exemple le logiciel Geocity de Clemessy (Mulhouse) qui est utilisé avec succès pour les 29 communes de la Communauté Urbaine de Strasbourg. Mais les politiques d'aménagement devrait «prévoir» plutôt que seulement «gérer». Il convient donc d'enseigner à simuler diverses situations et diverses options spatiales avec leurs conséquences sur l'environnement, naturel, social, économique. On peut imaginer que les expériences de personnalités politiques et techniques soient réunies dans les «knowledge-tanks» des systèmes-experts et que leurs moteurs d'inférence à logique spatiale puissent les organiser à la demande.

Y a-t-il des carto-géographes pour tenter de concevoir de tels systèmes-experts ! Un passage chez Théo Quant est indispensable pour les applications futures.

## Notes et références bibliographiques

- [1] MOLES A. : *Théorie de l'Information et perception esthétique*, Denoël, Paris, 1972, 327 pages  
MOLES A., ZELTMANN C. : *La Communication et les mass media*, Marabout, Paris, 1971, 758 pages
- [2] SOKAL R.R., SNEATH P.H. : *Principles of Numerical Taxonomy*, San Francisco, ed. Freeman and C°, 1963
- [3] GIS Europe, Bromley, UK
- [4] RIMBERT S. : « De MARI-Egis 94 à JFC 1995 : les GIS en Europe », *Sistema Terra*, ed. Laterza-Roma, anno III, n° 2, 1994, pp. 77  
MARI-96 aura lieu début avril. Le CNIG (Conseil National de l'Information Géographique) et le CFC (Comité Français de Cartographie) y seront présents
- [5] GRIMSHAW D. : « Bringing Geographical Information Systems into Business », *GeoInformation International*, 1994, 288 pages
- [6] HAGGETT P. : *Locational Analysis in Human Geography*, Ed Arnold, London, 1965, 339 pages  
HAGGETT P., CHORLEY R.J. : *Network Analysis in Geography*, Ed. Arnold, London, 1969, 348 pages
- [7] DANTZIG G., FULKERSON R., JOHNSON S. : « Solution of a large-scale-travelling-salesman problem », *Operations Research*, 2, 1954, pp. 215-21  
BUNGE W. : « Theoretical Geography », *Lund Studies in Geography, Series C, General and mathematical geography*, I, 1962  
BERGE C. : *Theory of Graphs and its application*, London, 1962
- [8] d'ARCY Thompson W. : *On growth and form*, Cambridge, 1917
- [9] [10] Le Balcon, dessiné par Escher en 1945 et la Carte des perceptions spatiales d'Ashby, construite en 1957 par Hägerstrand, ont été reproduites et mises en relation dans :  
- RIMBERT S. : « Pour une petite histoire d'idées autour de cartes topographiques », in *l'Œil du Cartographe*, C. Bousquet-Bressolier ed., CTHS, Paris, 1995, pp. 199-210
- [11] RIMBERT S. : *Carto-graphies*, ed Hermès, Paris, 1990, 176 pages
- [12] CAUVIN C. : « Cartographie Théorique et anamorphoses », in *Proceedings*, Barcelona, N° 447, 1995, page 2305 (op. cit. en 13)

[13] MOLES A. : «Théorie de l'information et message cartographique, *Sciences*, 5e année, n° 32, juillet-août 1964, 1964, pp. 11-16

[14] 17th International Cartographic Conference/ 10th General Assembly of ICA.  
Proceedings 1 and 2 (2916 pages)/ Barcelona, september 3rd-9th, 1995, Institut Cartografic de Catalunya / Balmes 209-211, E-08006 Barcelona