

LA GÉOGRAPHIE, DANS L'AUTOMATISATION DE LA GÉNÉRALISATION CARTOGRAPHIQUE*

Par J-F. HANGOUËT, Laboratoire Cogit, Institut Géographique National
Jean-François.Hanguet@ign.fr

La généralisation cartographique et son automatisation sont le plus souvent présentées, dans la littérature informatique comme dans la littérature cartographique, par les activités qu'elles impliquent, ou par quelques effets de celles-ci sur les paysages donnés à voir. Les chapitres que consacrent Eckert, Robinson, Rimbart, Müller à la généralisation, les manuels *Generalisierung* et *Cartographic Generalization*, les ouvrages *Map Generalization*, *GIS and Generalization*, et *Generalization in Digital Cartography* sont précieux à cet égard (c.f. bibliographie). Notre propos n'est pas de cerner à notre tour la généralisation par l'inventaire de ses contraintes ou de ses conséquences, mais plutôt de tenter d'en formuler la difficulté essentielle, le noyau dur que nous aide à voir, en le visant implicitement, ce genre de description par accumulation, et qui, expliquant à lui seul la multiplicité des cas de cartes et des pratiques informatiques, peut tout aussi bien suggérer une méthode de recherche recentrée sur l'objet de la cartographie.

Les auteurs qui cherchent à définir la généralisation dans son principe, par exemple Robinson, Morrison ou McMaster, l'assimilent à l'*induction* au sens de la logique, qui est le moyen de la formulation des lois à partir de la connaissance des faits. C'est se laisser guider par l'expression «généraliser» (l'objet) dans son sens d'*établir un général* (un caractère du genre) à partir de l'objet (dont on a l'intuition qu'il appartient à un groupe). Mais «généraliser» a un autre sens : celui de *disposer*, de *porter* l'objet trop particulier dans le *général* existant (sous-entendu : afin de s'en servir) - et cet autre sens s'applique immédiatement à l'évidence de l'activité cartographique, qui est moins une création de toutes pièces, qu'une soumission à la réalité géographique. L'imitation plutôt que l'induction permet alors de mieux comprendre la généralisation cartographique : généraliser consiste à dessiner une carte (G) qui soit la même, ou presque, que la carte initiale (I), carte initiale qui est elle-même le même paysage ou presque, que le terrain réel qu'elle couvre (T). Et l'automatisation de la généralisation est à son tour une imitation : les méthodes programmées sont censées émuler les activités élémentaires des cartographes. Les cartes généralisées automatiquement (A) seront donc les mêmes, ou presque, que les cartes généralisées manuellement. Ce que nous pouvons résumer, symboliquement, de la manière suivante : I = même T (ou presque)

G = même I (ou presque)
= même [même T (ou presque)] (ou presque)
= même² T (ou presque)²
= même T (ou presque)²
A = même G (ou presque)
= même [même T (ou presque)²] (ou presque)
= même² T (ou presque)³
= même T (ou presque)³

En généralisation traditionnelle, le cartographe réduit la possibilité de démultiplication du «ou presque», c'est-à-dire le danger de la distanciation de la représentation, en voyant à travers la carte initiale qui lui est donnée la réalité géographique qu'elle représente : *Il appert (...) que le travail du cartographe (...) est de comprendre complètement le sujet, d'en maîtriser tous les aspects, d'en montrer tous les mécanismes et de reconstruire pour le lecteur une image graphique qui illustre honnêtement tout ce qu'il a pu comprendre de la réalité* (Barbier 65, p. 168). Toute la difficulté de l'imitation réside dans l'applicabilité de cette condition : «honnêtement». Si le cartographe de la généralisation traditionnelle, pour rester «honnête», met à profit ses expériences et connaissances des objets et des mécanismes de la géographie, l'ordinateur qui devra généraliser n'a, lui, «*ni à propos, ni expérience*» (Rimbart 90, p.76) - ni, évidemment, intention éthique. Certes, les méthodes d'apprentissage de l'intelligence artificielle appliquées à l'automatisation de la généralisation (c.f. les travaux de (Weibel 91) par exemple) sont une petite possibilité d'«expérience» pour l'ordinateur, en ce qu'elles lui permettent de décider le traitement d'un détail en fonction de sa ressemblance aux cas accumulés dans sa «base de connaissances» - mais c'est une expérience interne à la carte, pas à la pratique de la réalité géographique. Pour la machine, cette dernière est inconnaissable, ce qui compromet la minimisation de l'*ou presque* de la généralisation automatique ou, au mieux, la confie aux soins d'un opérateur cartographe sur poste interactif. Notre projet est cependant de montrer que l'inaccessibilité au réel peut se trouver compensée par l'effort du chercheur : si lui-même, visant la pleine automatisation, fonde chacune de ses activités sur le souci du sens géographique des données numériques, avant toute considération (avant toute compromission) technique ou algorithmique ou productiviste. Comme nous allons le voir à présent, ce souci, s'il est la motivation naturelle du chercheur, ne l'est qu'*intentionnel*.

* Cette note résume une partie de la thèse de doctorat de l'auteur, menée sous la direction de Jean-Claude Müller (spécialité Sciences de l'Information Géographiques, Université de Marne-la-Vallée ; 24 novembre 1998). Le mémoire, intitulé : «*Approche et méthodes pour l'automatisation de la généralisation cartographique ; application en bord de ville*» est disponible sur le serveur Sturm de l'Institut Géographique National :
ftp.sturm.ign.fr ; login : anonymous ; password : (adresse mel) ;
cd ign/generalisation/COMMUNICATIONS/THESES/HANGOUËT

lement car, de fait, il n'est jamais clairement formulé - et pourtant il peut être objectivé sous forme d'une méthode explicite.

Dans leurs communications, leurs articles, leurs rapports ou leurs monographies, les chercheurs qui exposent leurs opérateurs de généralisation ou leurs schémas conceptuels ont souvent recours, en guise d'ultime justification, à l'expression «phénomène géographique». On entrevoit alors que des forces vives et des lois globales nouent et organisent les objets du monde naturel, et que, bien que manquantes dans les bases de données géographiques, elles sont d'un certain secours pour l'automatisation de la généralisation - mais ne sont exposées ni la nature de ces processus, ni leur possibilité d'imprégnation des recherches. En fait, alors qu'elle est le point d'ancrage des réflexions et des tentatives informatiques dans la réalité du monde, l'expression «phénomène géographique» n'est jamais explicitée, est toujours laissée en sorte de variable muette dont la force expressive est essentiellement allusive... Pour combler ce manquement, nous proposons la définition suivante, dont nous espérons qu'elle semblera moins captative ou gratuite qu'unificatrice et naturelle. Pour la généralisation automatique, le *phénomène géographique est l'ensemble lié de deux parties : 1/ l'objet réel homologue de données de la base et 2/ le plongement de cet homologue dans une explicabilité géographique*. Sont ainsi rassemblés dans une même formule observable et manipulable les données numériques disponibles, les objets qu'elles représentent, et l'idée de lois fondatrices sans lesquelles ceux-ci ne seraient que des faits insensés, et non des manifestations des phénomènes du sens usuel. Précisons encore que «géographique», dans cette définition, est à prendre au sens propre de «faisant le trait (qu'il soit topographique ou thématique) - sur la Terre». Nous nous plaçons bien dans une perspective cartographique, parmi l'infinité des points de vue sur les réalités. Au doute qui s'émet parfois sur la faisabilité de l'automatisation de la généralisation, motivé par l'évidence des foisonnements du monde, cette définition rappelle leur circonscription par les données disponibles et leurs potentiels ; aux empiètements algorithmiques qui ne sont que des moulinettes à données, comme celui qui a fait prendre (pour rappeler l'exemple du fameux algorithme de «Douglas et Peucker») une méthode de compression de données pour une méthode de généralisation, cette définition oppose la soumission à la nature géographique des objets traités.

Cette définition, en fixant simultanément l'importance des données dans toute leur donation (leur présence, et leur puissance évocatrice) et celle des objets réels dans leur état et leurs principes, s'offre immédiatement au chercheur comme outil de confrontation qualitative de ses travaux. Elle le questionne : quelles sont les parts de réel sacrifiées ? quelles sont les parts des données négligées ? non pas dans un esprit nihiliste de remise en cause, mais au contraire par souci scientifique de remise en lumière pour cerner le champ d'applicabilité des méthodes élaborées, pour déduire de leurs lacunes ou puissances les prolongements des recherches. Mais, posée en point de re-

père, en sanction éventuellement cruelle, cette définition laisse encore le chercheur en pleine interrogation : si elle peut l'aider à se figurer le but de ses travaux (élaborer des méthodes de transformation automatique respectueuses du sens géo-graphique des données), elle ne le guide pas explicitement dans la conduite de sa recherche. Cette définition de l'enjeu de la généralisation automatique appelle ainsi une méthode ou une attitude. Celle que nous avons tenté de rassembler sous le nom de «phénoménologie» (distincte de la phénoménologie de Husserl en philosophie, mais après tout tout à fait éclairable par elle) nous semble naturelle, en ce double sens qu'elle naît du «phénomène géographique» et qu'elle ne cherche à contredire ni les pratiques ni les motivations intuitives dans les pratiques des chercheurs. À qui s'apprête à affronter les données numériques, en en connaissant au moins l'orbite sémantique (les thèmes couverts), la phénoménologie préconise une approche en cinq mouvements :

1. l'éveil attentionnel à la manifestation des phénomènes, c'est-à-dire l'acceptation de tous les signes du monde, jusqu'aux plus fugitifs, qui laissent entendre d'un objet réel, vu dans son organisation spatiale, qu'il est allégorique de quelque phénomène géo-graphique générique.

2. la multiplication intentionnelle des questionnements du phénomène, pour mieux le voir et le comprendre. Tous les moyens sont bons : la pratique «naïve» du paysage où l'on vit, les photographies, les récits, les cartes, les manuels, les monographies scientifiques, les discussions avec les experts ou d'autres personnes, les résultats d'autres recherches de généralisation sur des données équivalentes etc.

3. l'expression franche de l'essence du phénomène ; c'est-à-dire, dans l'espace du langage, le choix d'une formulation utile pour l'appréhension du phénomène considéré, tout à la fois descriptive (elle contient et explique toutes les images recueillies du phénomène), indéniable (nul cas réel du même phénomène ne lui est incompatible sans permission) et dynamique (elle ne fait pas référence à la base de données).

4. la mise en coïncidence des données de la base avec le phénomène du monde réel. Il s'agit d'une phase d'analyse où les données sont rassemblées (cas des ensembles d'objets) ou éclatées (cas des parties significatives) selon les principes de l'explicabilité du phénomène - c'est-à-dire, au jugé de la forme des objets (qu'il s'agit de déduire pleinement de la géométrie simpliste stockée : trace de leur contour ou de leur axe) et de leurs dispositions relatives (voisinages qu'il s'agit de déduire pleinement de ces mêmes seules informations)*. La manipulation automatique de ces groupes de données sera ainsi tout à fait parallèle à la manipulation, dans le langage, du phénomène qu'ils «réalisent»*

5. la conception d'outils de transformation des groupes de données phénoménaux, qui se contentent de prendre les contraintes cartographiques en paramètres et qui

* Les méthodes courantes de lecture des formes et des dispositions géométriques s'appuient sur des triangulations de Delaunay construites sur certains points des objets numériques - c'est-à-dire sur une pré-généralisation involontaire, algorithmique, des données. Nous décrivons dans notre thèse l'utilisation du diagramme de Voronoï de segments, structure mathématique plus générale construite non plus sur quelques points mais sur tous les segments successifs des contours et parcours des objets numériques, qui mesure ainsi l'intégralité des espaces vides (intérieur des contours, espacements des objets séparés) et permet d'identifier excroissances, étranglements, proximités, longements etc.

sont véritablement fondés sur les lignes de force particulières à l'explicabilité géographique du phénomène. Les deux premiers mouvements visent à capter le monde par des considérations qui englobent largement la cartographie, voire même qui peuvent sembler naïves dans un contexte scientifique ; les deux derniers à manipuler la base de données (selon le principe : «autant de phénomènes, autant de méthodes d'analyse et de traitement») et le mouvement central, à articuler dans le langage ce qui constitue aussi bien la réduction, la récapitulation essentielle du phénomène, que la raison des analyses et transformation des données.

Les cinq moments de la phénoménologie ne s'excluent pas selon une chronologie successive, au contraire ils se cumulent, chaque mouvement continuant dans ceux qui le suivent. Aussi la «généralisation» effective, l'étape ultime de transformation, vibre-t-elle de la potentialité de multiples remises en œuvre. Mais dans ce contexte phénoménologique, sa fragilité n'est plus celle qu'entraîne l'empressement méthodologique ou la subjectivité algorithmique. Cette fragilité qu'on découvre ici est au contraire la seule fragilité naturelle de la généralisation : le risque de ne pas tout savoir écouter de ce que nous dit le monde sans cesse surgissant.

Bibliographie

Jean Barbier : *Thematic Cartography. Problems Particular to Illustration*, Annuaire International de Cartographie, vol. V, 1965, pp. 167-171

Cartographic Generalization - Topographic Maps, Cartographic Publication Series, Published by the Swiss Society of Cartography, n.2, 1987

Generalisierung, Bibliographisches Institut AG, Mannheim, 1967

GIS and Generalization, edited by Jean-Claude Müller, Jean-Philippe Lagrange and Robert Weibel, GISDATA n.1 - series Editors Ian Masser and François Salgé, Taylor & Francis, 1995

Max Eckert : *Die Kartenwissenschaft*, Erster Band (vol.1) ; Berlin und Leipzig, de Gruyter, 1921

Map Generalization, edited by Buttenfield & McMaster, Longman Scientific & Technical, 1991

Robert. B. McMaster, K.Stuart Shea : *Generalization in Digital Cartography*, Association of American Cartographers, 1992

Joel Morrison : *A Theoretical Framework for Cartography*, Annuaire International de Cartographie, vol. XIV, 1974

J.C. Müller : *Generalization of spatial databases*, in Geographical Information Systems vol.1 Principles, edited by Maguire, Goodchild, Rhind, Longman Scientific Technical, 1991 pp.457-475

Sylvie Rimbert : *Carto-graphies*, éditions Hermès, 1990 A.H. Robinson, R. Sale, J. Morrison, P. Muehrcke : *Elements of Cartography*, John Wiley & Sons, New-York, 1984

Robert Weibel : *Amplified intelligence and rule-based systems*, in *Map Generalization*, edited by Buttenfield & McMaster, Longman Scientific & Technical, 1991, pp. 172-186