

LES DÉFIS THÉORIQUES POSÉS À LA CARTOGRAPHIE MÈNENT À LA COGNITION

Par Yaïves FERLAND, M.Sc., doctorant
Département de géographie, Université McGill, Montréal, Québec, Canada H3A 2K6
et Laboratoire de législation foncière, Centre de recherche en géomatique
Université Laval, Québec, Québec, Canada G1K 7P4
Yaïves.Ferland@scg.ulaval.ca

"L'image est non pas une illusion du savoir,
au même titre et dans les mêmes proportions qu'elle est une illusion du réel,
mais un moyen supplémentaire d'appréhender le réel,
un moyen complémentaire de constituer un savoir."

Jean FELLER, journaliste et communicologue

Introduction en cri d'alarme

Deux phénomènes fondamentaux ont marqué le développement de la cartographie comme discipline scientifique depuis la décennie de 1960. Cependant, plutôt que de se renforcer mutuellement, l'effort théorique consenti envers les *finalités* de la *représentation spatiale* a progressé bien plus lentement et faiblement, reléguée dans l'ombre de la *révolution technologique* des sciences appliquées, laquelle privilégiait les *moyens* et non les *fins*. Ces développements technologiques ont mené à l'apparition de ce qu'on a baptisé: les "systèmes d'information géographique" ou "à référence spatiale" (S.I.G. ou S.I.R.S.). De mèche avec la télédétection satellitaire, les S.I.G. ont subséquentement permis la constitution d'un champ disciplinaire nouveau, la "géomatique", encore bien plus informatique et géodésique qu'elle n'est cartographique ou géographique. Étonnamment, cette discipline n'a pas de paradigme propre; pire, même lors d'études sur l'impact d'un S.I.G. implanté dans une organisation, son caractère spatio-géographique est quasi ignoré! De la mise en forme de l'image significative d'un territoire, on est surtout passé à la manipulation massive de données numériques. Au cours de cette "innovation", on aura même prétendu que la carte n'est qu'un produit à vendre, un résultat trivial, à peine un canal d'information. Après tout, la cartographie ne serait qu'une discipline ancillaire de la géographie; devenue obsolète et figée, on osa même jusqu'à annoncer sa disparition du grand catalogue des sciences! Ainsi dépouillée par son héritière géomatique, au discours aguichant perlé de métaphores mercatiques et de sigles néologistes, la cartographie doit encore subir des attaques critiques de la part d'anciennes compagnes d'armes, de la géographie humaine entre autres, doutant maintenant de son objectivité et même de sa moralité (malgré que d'aucuns disent déplorer cette situation qu'ils dénoncent, voir: Monmonier 1991).

Par delà les besoins épistémologiques d'une discipline partagée face à ses méthodes, ses outils et ses instruments, c'est la nécessaire relance de la *théorisation d'une science cartographique* qui est en jeu, ainsi que la

redéfinition de son *objet* et l'originalité de son paradigme. Or les désillusions vont croissantes quant aux capacités réelles des fonctionnalités des SIG, en matière d'analyse spatiale et de création de représentations signifiantes renouvelées. À tel point que bien des cartes qu'on nous fournit sont moins bonnes qu'avant, puisqu'on invoque la rapidité et la productivité des logiciels utilitaires pour évacuer la densité d'information et la finition de ces images jetables, virtuelles. L'informatique ne remplace pas le *savoir-faire* en cartographie, laquelle doit défendre son statut scientifique sur son propre terrain, avec son objet particulier. Reprenant son avancée théorique et méthodologique, la cartographie ramènera à l'avant-scène les questions *sémiologiques* et *cognitives* qu'on a trop galvaudées; en redéfinissant son rôle *professionnel*, elle saura répondre au défi posé par les nouvelles technologies de l'information.

Mensonge à propos des cartes

Tout le monde sait maintenant qu'il existe cinq sortes de mensonges: les petits, les gros, les statistiques, les cartes et les arguments de vente. En paraphrasant Sir Winston Churchill, avec l'aide de Mark Monmonier (1991), on en vient à couvrir à peu près tout les maux dont les cartographes seraient coupables, en tant que communicateurs de réalités géographiques par des représentations graphiques. Les *petits* mensonges ne posent pas de vrai problème moral, puisqu'on les considère souvent comme de simples oublis pas méchants, des erreurs grossières, volontaires ou non; ces maladroites abondent dans toutes les activités humaines, y compris en droit, en science et en philosophie. Les mensonges du deuxième type sont déjà plus effrontés, et vous risquez *gros* dès qu'on vous traite de "menteur", ce qui est malhonnête, honteux, délibéré, délictuel, inexcusable, ... Plus grave encore, à ce jeu, tout ce que les cartographes, comme les autres, invoqueront comme excuse sera retenu contre eux, puisque déjà marqué du sceau du mensonge, malgré leurs dénégations, les appels à l'éthique professionnelle ou le rejet de la responsabilité sur les autorités politiques ou financières intéressées qui ont commandé l'ouvrage. La carte est une

image, mentant mille fois plus du fait de paraître vraie et officielle.

Que n'a-t-on pas dit à propos des *statistiques* et des probabilités? Ne leur a-t-on pas fait dire tout et n'importe quoi, à ces séries de chiffres mis en classes, en groupes, en ligue, en procession? Une fois réalisé le recensement ou tout décompte d'un état de fait, une fois prélevé l'échantillon ou effectué le sondage, le statisticien procède à des analyses, il retrouve des indicateurs et il établit des ratios, "vrais 19 fois sur 20". Pour rassurer sur son objectivité et sur la scientificité de ses méthodes, il ne traite que de données *quantitatives* et de formules, leur appliquant des "lois" de distribution (mathématique) et en extrayant des corrélations. Or rendu là, il se défend bien d'en tirer des interprétations mettant en contraste les rapports entre les variables, c'est tout juste s'il émettra des hypothèses fortes et faibles pour convenir d'une tendance. Il n'en vient jamais aux conclusions, ce qui appartiendrait de droit au spécialiste du domaine d'étude concerné, qui souvent a posé un problème avant de recourir aux données et qui n'est pas toujours habile avec ces méthodes. Alors en quoi mentent-elles, les statistiques?... C'est qu'indépendamment du spécialiste, les politiciens, les gens d'affaires et les journalistes y pigent à pleines mains, à tort et à travers. Pourtant elles ne peuvent donner que ce qu'elles ont.

Puisque ce sont des chiffres, des abstractions, remplissant *ad nauseam* des colonnes et des tableaux, indistincts malgré leurs valeurs si variées, il faut en tirer une synthèse et les re-présenter. Outre les habituels modes langagiers de *médiatisation* comme le discours péremptoire, le rapport écrit et la dernière ligne de chiffres au bas du tableau, ce sont les modèles graphiques qui paraissent faire pour le mieux, si ce n'est même qu'ils sont nécessaires; telles sont les graphiques, les pointes en camembert et... les cartes géographiques. L'avantage est avant tout *communicationnel*, c'est-à-dire chercher d'abord à densifier la capacité réceptive du message. Dans la masse, tous les chiffres sont égaux à l'œil, il est donc bien préférable de les médialiser, de les épurer en une image et d'y varier les formes complémentaires de représentation: à partir des données, on passe directement, synoptiquement, aux renseignements écrits, dessinés, colorés, disposés ensemble. Le mensonge statistique, mis à part de noyer le poisson en perdant le sens dans une masse de chiffres, serait donc intrinsèque à la manipulation des données, à cette transformation de la présentation dense, nombreuse et peu différenciée, en représentation graphique, spécifique et abstraite. Alors à qui la faute? sinon au spécialiste du domaine à cartographier qui fait ses propres analyses, au gestionnaire de données manipulant des *représentations* pour afficher ses "résultats".

Dans le domaine des S.I.G., on persiste à tenir les données statistiques comme fondamentales, aux côtés des entités concrètes qu'on trouve et mesure sur le terrain, soit les "vraies données". Les données socio-économiques en particulier sont généralement comprises dans leur ensemble comme étant des données de recensement (Martin, 1990, 1996; 1993). C'est un peu bref, mais il y a là une implication grave pour la cartographie de ces données: on peut difficilement concevoir des données plus exactes que le résultat de ces coûteux recensements, puisqu'elles sont réputées exhaustives de par leur mode de collecte, donc dès leur origine. Pourtant, pour le géographe, elles sont

imprécises si on ne connaît que les limites de chaque circonscription, et non pas l'emplacement des données qui ne seraient pas attribuées ni localisées dans l'espace géographique. La réalité faussement décrite par ces données semble répartie uniformément sur l'aire. Il s'agit du problème d'échelle des cartes *choroplèthes*. Une solution serait l'agrégation sur une aire plus grande, ou la généralisation selon l'échelle, ce qui nous éloigne encore de la précision. Comme toutes les unités de découpage administratif, celles du recensement sont le fait de l'autorité politique, et non du cartographe. S'il en avait le pouvoir et qu'on puisse le satisfaire, celui-ci demanderait plutôt des valeurs par unité de surface constante (comme ce que donne chaque pixel d'une image satellitaire, ou bien les *townships* carrés en Amérique du Nord), ou des mailles dont les limites contiendraient une valeur constante de l'une à l'autre.

Pour confectionner une *carte*, graphique ou numérique, dans le but de montrer un aspect de la réalité, l'état de la situation en un espace ou un lieu particuliers, le cartographe doit réussir à combiner des données résultant d'analyses statistiques avec des unités de morcellement du territoire qui leur sont congruentes, puis les représenter simplement avec le moins de manipulations possibles, comme les compensations géodésiques. En ce cas, sur trois avenues de mensonge, le cartographe n'en contrôlerait pratiquement qu'une. On sait que la mise en classe est une interprétation statistique, pas cartographique, mais le pas des valeurs visuelles attribuées aux objets qu'on représente sur la carte pour traduire en image les données caractérisant l'espace sont cartographiques, pas géographiques. Le géographe ne saura rien faire de plus que de les interpréter... selon son paradigme de recherche, n'utilisant la carte que pour visualiser l'information choisie ou pour illustrer son propos explicatif.

Par ailleurs, on admettra aussi que toutes les questions de représentation démagogique, de propagande et désinformation, de distorsions pour garder des renseignements secrets, de découpage retors des sections électorales (le "gerrymandering") et autres exemples de formes "bizarres" en ruban, en bretelles ou enclavées, ne peuvent aucunement être imputées au seul cartographe. En revanche, même s'il s'agissait de déficiences du lecteur de la carte à l'égard de l'esthétique ou d'une éducation insuffisante pour bien reconnaître un contenu cartographique, la faute en incomberait nécessairement au cartographe négligent, qui n'a pas su faire. De plus, s'il choisissait de représenter certains aspects d'une réalité au détriment d'autres, on dirait qu'il se serait montré servile devant les besoins d'un client malveillant. Mais alors, nous serions rendus bien loin du personnage appliqué et minutieux, travaillant dans la quiétude de l'atelier, maîtrisant un savoir-faire *technique* et pratiquant un point de vue *scientifique* plutôt positiviste. Le point délicat est donc reporté à la troisième compétence reconnue du cartographe: son *art*. En effet, par définition, la cartographie est l'art, la technique et la science d'élaborer des cartes, c'est-à-dire des représentations de l'espace géographique qui sont communicables.

En effet, nous avons une toute autre surprise lorsque la carte est à l'évidence de mauvaise qualité graphique, lorsque produite par traceur "numérique" plutôt que par impression "mécanique". On croirait alors que les données semblent être minimales en *quantité* (nombre ou densité d'entités, degré de détail, simplification ou généralisation

trop fortes ou trop apparentes, niveau d'information thématique manquante,...) et en *qualité* (faible référence, imprécision et inexactitude, confusion de formes ou de couleurs, inconsistance d'aspects normatifs: écritures et symboles). Souvent, cela est à cause d'un manque de moyens, ou de la faiblesse des ressources investies par le client utilisateur ou diffuseur de la carte; parfois, la carte n'aura cependant qu'un rôle secondaire ou d'appui par rapport à d'autres documents.

Par contre, il peut s'agir aussi du produit de concepteurs peu compétents dans la réalisation des cartes, d'amateurs comprenant mal la base de ce qui constitue une *ergonomie* visuelle et cognitive applicable à la carte. On ne peut sérieusement faire confiance à une telle carte, et pourtant ce n'est pas l'allure de l'image qui détermine la qualité des données d'origine et la prudence exercée pendant leur manipulation. Lorsque cela est déficient, la sémiologie pratiquée par le cartographe et l'habileté avec laquelle il applique son art du *design* le font aussi mentir.

Tant que les cartes étaient produites par et pour les états-majors, les ministères, les grandes entreprises de service public et de ressources naturelles et les géomètres au service du cadastre, leur qualité suivait l'évolution technologique et leur valeur s'appréciait à l'*usage* obligatoire fait par des clientèles fermées. Si la carte atteignait le grand public, c'était à l'école ou pour prendre la route, et maintenant à la météo dans les bulletins de nouvelles télévisées et dans les journaux. Avec l'arrivée du S.I.G. et d'autres *instruments de représentation*, leur valeur devient plutôt *marchande*, à un prix réel pour l'utilisateur, car reflétant plus les coûts de la capture des données que seulement ceux de l'impression en quantité. Or la population croît, les clientèles varient, les situations à représenter évoluent sur le terrain, des besoins précis et ponctuels nécessitent des cartes spécialisées, préparées à chaque cas (pour ainsi dire: jetables); ce fut heureux d'avoir sous la main un outil de production cartographique numérique, assistée par ordinateur. En réduisant les coûts tout en améliorant les performances techniques de la production, et voilà que trois nouveaux marchés apparaissent en prenant la place de la bonne vieille cartographie: les données, les instruments et les produits. Mais cela n'allait pas de soi, car ces marchés ont suivi l'histoire générale du développement de l'informatique, fait de tâtonnements techniques, de mystique cybernétique et de parts de marché sans cesse relancées à chaque nouvelle version de logiciel, d'interface et de structure de données. En réalité, ce n'est qu'ainsi qu'on mesure la diffusion et l'importance des innovations technologiques.

L'industrie du S.I.G. est dominée par les "vendeurs" d'équipements, de logiciels, de données, de méthodes d'implantation et de solutions géomatiques, pas par les cartographes ou les géographes. Obligatoirement, leur clientèle est organisationnelle, car un individu a rarement l'intérêt et jamais les ressources afin de poursuivre toutes les étapes d'une démarche réussie d'implantation ni d'acquiescer tout ce qu'il faut pour réaliser un projet personnel d'information sur son territoire (?); peut-être par l'Internet, bientôt. Puisque la "société de l'information" semble inéluctable, du moins en tant qu'organisation sociale des capacités de communication, le monde appartient aux innovateurs, ceux qui adoptent fébrilement chaque outil de *gestion de données* qu'on leur présente comme nécessaire à la prise de décision éclairée, au contrôle efficace du développement du territoire, à la synergie dans l'organisation...

À cela, s'ajoute le leurre de l'instantanéité de l'image à l'écran d'ordinateur, qui est une circonstance supplémentaire d'impression fautive de la vérité, donc de mensonge. Si on ment avec une carte, on peut mentir bien plus vite et beaucoup plus souvent avec un S.I.G., car l'animation rajoute à l'illusion de vérité de l'image et que le *traitement de données* laisse croire à la véracité des résultats qui sont montrés; c'est souvent le cas, mais la foi est plus présente que la vérification pour s'en assurer. L'utilisateur a la certitude que quelque chose se passe, cherchant à savoir ce que veulent dire les formes qu'il aperçoit à l'écran, car il faut bien que tous ces moyens mis en œuvre aient un sens: il l'interprétera parfois à tort et à travers, car il peut difficilement recomposer la teneur des calculs qui ont été effectués.

Le mensonge découlant des S.I.G. surgit de trois côtés, liés à des arguments de *mercatique*.

- D'abord, l'utilisateur qui n'est pas un vrai cartographe se ment en croyant que l'instrument qu'il manipule est porteur de plus de significations que ce qu'il lui en accorde lui-même, et que cela produit indéfectiblement de l'information, alors que les S.I.G. ne permettent que de gérer des données particulières, c'est-à-dire géoréférencées. Il se fourvoie en croyant que quelques fonctionnalités disponibles permettent de "tout faire" en cartographe professionnel.
- Pire, la compétence d'utilisateur semble plutôt s'inverser, plusieurs cartographes ressentant leurs habiletés périliter, même leur savoir-faire cartographique régresserait aux commandes d'un S.I.G.. Le mensonge vient donc d'ailleurs, fusant du discours des vendeurs récupérant des termes à la mode en "sciences et technologies", mais il s'agit de concepts creux ou d'analogies faciles, confondant "données" avec "information" ou encore "décision" et gestion. En fait, ils veulent atteindre les autorités prenant la décision d'acquiescer un S.I.G. et les données afférentes, et non les cartographes utilisateurs quotidiens de ces instruments.
- Enfin, ces outils de gestion de données géoréférencées ne sont géographiques que de nom. Mis à part quelques algorithmes de traitement statistique, on ne retrouve pas en leur sein de modèles proprement inspirés de théories géographiques, les logiciels existants roulant à part sur des S.I.G. génériques qui n'incorporent que des fonctionnalités commerciales. Au contraire, même la modélisation de l'espace géographique considéré est désormais contrainte par la structuration géométrique des données.

En définitive, les cartes ne mentent que parce qu'il s'agit d'images, graphiques ou numériques, et qu'on les "croit" plus facilement que les textes et les paroles, justement parce qu'elles sont plus accessibles et plus denses en information potentielle, et parce qu'on les utilise pour présenter des résultats de traitements statistiques et d'autres manipulations algorithmiques. Mais ce sont là des conditions *externes* de mensonge par l'image, qui concernent autant la photographie, par exemple. Or la cartographie n'aurait jamais été dénoncée comme "menteuse" si les cartes qu'elle produit ne constituaient pas un mode de communication d'une réalité mesurée et géoréférencée, pour laquelle on peut présenter des arguments d'exactitude et de "vérité-terrain". Donc, le mensonge est aussi l'erreur commise par insuffisance technique lors de la cueillette ou de la transformation, puis de l'inscription sur un document, de données qu'on laisse croire pour vraies.

Si l'aspect volontaire du mensonge, petit ou gros, pose un problème éthique, les aspects transformationnel et représentationnel imposent l'emploi de règles à défaut desquelles le mensonge technique apparaît inévitable; cela concerne les conditions internes de la cartographie. Le passage d'une représentation unidimensionnelle, comme le texte, à une autre bi-dimensionnelle, fait courir le risque du mensonge immédiat, fort et largement diffusé car universellement perçu; on voit l'image intégralement et sans réfléchir au départ, elle est détaillée ensuite, ce qui consiste en un phénomène inverse à celui de la lecture d'un texte ou à l'écoute d'un discours. L'honneur des cartographes est finalement en jeu autour de leur rôle et de l'influence directe qu'ils opèrent sur leur *objet*: la représentation de l'espace géographique. Si tout un chacun s'expose à mentir par la manipulation des données, dira-t-on qu'on peut mentir par la modélisation, par la simulation, ou par le *design* d'une carte? Il demeure certain qu'une carte mal faite communique mal son message.

La cartographie ne mériterait-elle donc pas d'être une science?

Par définition et depuis des siècles, la cartographie est l'art et la science d'élaborer des cartes, c'est-à-dire des représentations de l'espace géographique qui sont communicables. En langue anglaise, on distingue encore plus précisément l'art, la science et la technique [*craft*] de faire des cartes. La carte de base est celle à laquelle l'État accorde tant de soins à confectionner, afin de couvrir conformément l'ensemble du territoire national; elle est encore aujourd'hui appelée la carte "fondamentale", et sert de fond à la plupart des autres cartes. Le passage aux S.I.G. dans les administrations responsables de la carte fondamentale ne semble pas avoir altéré cette primauté, au contraire elle s'est renforcée car l'État impose et vend maintenant ses fichiers de données cartographiques aux municipalités et aux entreprises: la plupart des cartes thématiques ou basées sur le recensement reprennent les découpages administratifs et les réseaux routiers ou hydrographiques. Évidemment, la cartographie basée sur l'imagerie satellitaire constitue un domaine nouveau et à part, pour la collecte des données et leur représentation. Alors devant cette importance sociale et politique et l'ampleur des moyens mis en œuvre pour remplir avec rigueur la mission de cartographier régulièrement le territoire, pourquoi la cartographie n'est-elle pas toujours considérée au titre de science par bien des membres de la communauté académique? Est-ce que l'activité de produire une carte constitue bien un objet de science?

La carte est un *médium*, la voie réaliste adoptée pour représenter ce qui ne peut être perçu directement par les sens car l'échelle biologique humaine est très différente de l'échelle spatiale qui peut être apprise et comprise par l'expérience du déplacement, au delà de l'horizon visible. C'est cet espace qu'on nomme "géographique", et c'est la compilation de cette expérience qui est "cartographique". La carte est l'objet de représentation d'un espace, et la cartographie est la pratique, la façon de le représenter. Une représentation est donc un processus consistant à re-présenter un état par un autre état. La représentation cartographique est doublement médiatisée: en *intension*, allant de la réalité vers la mise en forme géométrique, suivant un ordre de référence technique, en *extension* de cette géométrie signifiante vers la compréhension et d'autres attitudes mentales, comme la mémoire. Le champ scienti-

fique de la cartographie englobe ces deux médiations avec leurs rapports de représentation, technique et cognitive.

La première médiation est d'abord *technique* et très peu culturelle, au sens anthropologique d'un système cohérent de valeurs et de comportements permettant d'appréhender la réalité, donc d'en obnubiler certains reflets. L'aspect technique repose sur la prise de la mesure du monde et la cueillette de données. Les méthodes, instruments et théories de captage (plutôt que de perception) pour ce faire, composent les sciences géodésiques, incluant l'astronomie, la géométrie, la topométrie, la géodésie, les projections... Pas de doute qu'il s'agit de sciences, dont les praticiens se sentent plutôt concernés par la reproduction abstraite des entités et objets physiques observables, mais très peu par la définition critique ou la reconnaissance d'entités sociales complexes ou de situations environnementales; néanmoins, avec leurs questionnaires, les recenseurs se joignent à eux pour la collecte des données socio-économiques quantitatives.

La deuxième médiation, en plus d'être technique, est aussi *artistique* et communicationnelle. L'aspect technique est dédié à la production d'un objet signifiant, la carte, qui devra être utilisable par un lecteur anonyme dont il faut pourtant à l'avance prévoir les perceptions culturelles ou professionnelles et tenter de s'y conformer. Il s'agit de l'exigence de respecter des normes socio-culturelles ou professionnelles de représentation spatiale partagée, ce qui constitue leur canonicité structurante. À ce stade, le cartographe dispose d'outils concrets de production technique, pour transformer les données en un graphique géométrique sur support matériel ou numérique, et d'un outillage conceptuel esthétique, phénoménologique, psycho-physique, sémiologique. Ce savoir-faire "artisanal" est basé sur son expérience, sur la tradition cartographique et sur les opportunités offertes par les développements technologiques, par les divers contextes de production cartographique et par les réalités nouvellement reconnues et admises socialement, celles qu'il faut modéliser et représenter afin d'être enfin communicables.

Ici, la communication est la relation qu'entretient un lecteur de la carte avec la disposition particulière de données et de renseignements que le cartographe y a placés, et d'autres qui peuvent en être induits ou déduits grâce aux coordonnées, à la topologie, à l'échelle, ... La carte représente un état de connaissance, dont le lecteur de carte tire une information, alors qu'avec les S.I.G., ce ne sont que des renseignements qu'on obtient par le recoupement de données, ce qui est bien différent; l'intention de l'opérateur se manifeste par les fonctionnalités et les requêtes pour la simulation de résultats. Tout ce débat sur la carte considérée comme le canal d'une quantité de données, dans un processus systémique d'information de Claude Shannon (1949), semble passé de mode; on aura tenté de réduire la carte, objet graphique complexe et visuel, à une théorie élaborée pour un autre domaine, linéaire, abstrait et quantifiable. Une attitude épistémologique bien différente a consisté à asseoir une théorisation partielle de la cartographie sur un cadre conceptuel solide et au vocabulaire évocateur et attrayant, mariant la négentropie à l'information, tout en admettant que cela n'était pas suffisant. Une théorie cartographique doit aussi et à la fois couvrir la perception visuelle, la représentation graphique et géométrique, et la cognition géographique.

Contrairement à la géographie, qui se veut descriptive et explicative du monde, la cartographie est, a, et conti-

nue d'élaborer un mode d'emploi du *signifié*, l'espace géographique représenté. C'est poser pour acquis que la cartographie s'érige en rhétorique de l'espace représentable, et son défi reste pertinent d'étendre le champ des représentations possibles de façon convaincante. Replacé dans le contexte des définitions de la discipline, quelque accusation de "mensonge" intrinsèque de la carte provient nettement de l'extérieur, en s'attachant indirectement à l'un ou l'autre des aspects composant la cartographie. Ou bien toutes les cartes sont des mensonges parce qu'elles consistent en des schémas simplifiés de la réalité, ou bien les cartographes ne contrôlent pas bien leur bagage de connaissances scientifiques afin d'obtenir des résultats précis, reproductibles, significatifs et utiles, ou encore de prévoir et d'élaborer de nouvelles formes de représentation *signifiantes* de l'espace. Aux cartographes de se défendre sur leur propre "terrain": celui d'une science de la représentation de l'espace. Ils n'ont pas à répondre à des accusations *a priori* qu'on leur fait porter de l'extérieur sans répartir des responsabilités, et sans tenir compte de la complexité de l'objet de la cartographie et des relations variées qu'elle entretient avec nombre d'autres disciplines et professions, plusieurs étant clientes. Le critère de vérité sera encore ici, croyons-nous, une question de scientificité, de statut scientifique.

La cartographie n'est pas réductible à un sous-domaine géographique, alors qu'en général, les géographes la considèrent comme un discipline ancillaire. Il passerait pour bien marginal, le géographe qui ne réfère jamais à une carte pour montrer les résultats de ses recherches, de ses analyses, de ses idéations, ou qui ne considère jamais une carte pour élaborer ses questions de recherche problématique sur l'espace ni pour analyser les rapports entre composantes d'un territoire. Mais tout aussi rares sont les géographes fabriquant eux-mêmes leurs cartes, ou qui critiquent directement les travaux de leur collègues uniquement sur cette base.

La géographie, c'est d'abord, comme l'aurait écrit Ptolémée, une "représentation en image de tout le monde connu, ainsi que des phénomènes qu'il contient". Comme le géographe décrit le monde, mais ne représente pas l'espace, faisons nôtre cette antique définition. L'art du cartographe consiste donc avant tout à *faire voir* ce qui est rapporté par l'explorateur, connu du géographe, mesuré par le géomètre-topographe, c'est-à-dire à représenter le territoire pour faire réfléchir sur le milieu et ainsi le faire comprendre. Le cartographe est un médiateur, un communicateur de la connaissance géographique, ou spatiale dans le cas d'autres domaines que la géographie, par la représentation de l'espace, du territoire. La carte est une médiation sur cet espace géographique, offerte au lecteur de la carte afin qu'il n'ait pas à considérer l'ensemble des données éparses ou de détails qui y figurent pour saisir l'essence et la structure de l'espace géographique représenté. "Lire" la carte est une activité qui, bien que nécessaire pour en extraire certaines données et des renseignements particuliers, fait prendre la carte pour le territoire en regardant les détails de trop près. "Voir" la carte d'un seul coup d'oeil, de façon *synoptique*, permet d'en tirer l'information recherchée, même au cas où la donnée spécifique n'y figure pas; soit que la carte révèle qu'il n'y a rien de particulier à un endroit précis, soit que l'analyse topologique de plusieurs éléments (comme une route qui croise une rivière) fournit un renseignement absent en lui-même (il y a là un pont). Peu importe sa facture, une carte est considérée artisti-

quement réussie lorsqu'elle invite au voyage le spectateur qui s'y penche.

La carte est le territoire... de la compréhension spatiale

La carte est un espace de jeu scientifique, dû au grand nombre de variables qu'on peut y placer à la fois sans qu'elles aient d'autres relations que leur disposition relative (géographique ou géométrique). Cela permet de procéder à des simulations denses et compliquées (maintenant grâce aux capacités de traitement des S.I.G.), et de structurer la représentation d'espaces non-géographiques comme en sociologie des groupes avec ce qui s'appelle des "cartes cognitives". Comme bien des disciplines, la cartographie a subi à la fois des développements technologiques et des percées théoriques, qui ont germé au cours de son évolution ou qui se sont imposés de l'extérieur. Cela a permis la divulgation de nouveaux problèmes pratiques ou théoriques qu'elle doit régler seule et pour elle-même. Mais d'avantage, cela provoque la cartographie à raffiner encore son cadre théorique propre, incluant aujourd'hui des champs appelés: multimédia et visualisation. Par ailleurs, ces avancées ne sont pas toujours rationnelles et harmonieuses. Si un aspect intéressant a été dépassé par des nouveautés ou des urgences (comme pour la maîtrise des S.I.G.), ou évité par manque de préparation (comme étudier les représentations cognitives de l'espace), il y a toujours des chercheurs qui y retournent quand l'évolution générale de la discipline exige qu'on réintroduise l'objet de science égaré. Cela arrive encore de nos jours.

C'est en repartant de la "Sémiologie graphique" de Jacques Bertin (1967) qu'on peut le mieux discuter de la problématique consistant à *représenter visuellement* un phénomène qu'on ne peut embrasser du regard à cause de son échelle géographique. On doit nécessairement médialiser par la carte ce qu'on en sait. Donc les données et l'information contenues dans la carte ne sont pas le territoire représenté, mais c'est toutefois le territoire de ce que comprend le cartographe ou le géographe à propos d'un certain espace. Par conséquent, la carte est le matériau sur lequel le lecteur de la carte perçoit un territoire, y réfléchit et possiblement comprend un espace qu'il se "construit". Il peut d'autant mieux l'intégrer par une expérience spatiale personnelle en y planifiant des activités, en reconnaissant les lieux et en passant d'une représentation cartographique à une représentation cognitive, à plusieurs reprises au cours de ses déplacements. En tant que médium, la carte opère un transfert d'une compréhension, et pas seulement de données.

Pour le cartographe, la question consiste à élaborer et à fabriquer une carte qui autorise cette compréhension par la simple consultation visuelle de son contenu. L'étude combinée de la symbolologie et de la sémantique de la représentation du territoire s'appelle la *sémiologie carto-graphique*, laquelle repose sur six variables visuelles et les deux dimensions du plan. Déjà, Bertin s'intéressait donc à la *perception*, ce qui nous aura mené plus tard à la visualisation et à la simulation. Au delà de l'image, nous croyons que ces variables sont porteuses de nouveaux types de *cognition* plus denses et riches, pour une compréhension de l'espace géographique.

Les variables visuelles sont en fait composées de deux

sous-groupes: la lumière et la matière. Bien sûr, la physique moderne nous apprend que c'est ni plus ni moins la même chose, au niveau atomique, mais ce n'est pas le cas à l'échelle de la carte ni du territoire qu'on y représente. Montrer des objets géographiques par leur "vraie" couleur courante, cela peut fournir des indications sur leur composition (blanc pour les glaciers, bleu pour les plans d'eau, vert pour les boisés, ocre pour les déserts), alors qu'en télédétection, à l'inverse, les bandes spectrales captées de la réflectance des objets au sol et du couvert terrestre permettent d'en spécifier la nature et l'état, représentables en fausse-couleur suivant des variations de classes.

Les variables visuelles de la *lumière* sont la couleur, le grain et la valeur, alors que les variables de la *matière* sont la forme, l'orientation et la taille d'un objet, ainsi que sa localisation. Contrairement aux premières, celles-ci sont à la fois géométriques et spatiales, par conséquent elles concernent l'homéomorphisme de la carte avec le territoire. Bertin nous a proposé une méthode basée sur les propriétés de ces variables visuelles afin de réaliser des représentations cartographiques réussies. Mais on n'a pas à s'y restreindre en poursuivant l'étape du *design* lors de l'élaboration de la carte, ou celle de l'*analyse* du contenu lors de la lecture de la carte.

Il n'est d'ailleurs pas très clair en quoi consistent exactement ces deux opérations, qui seraient en fait des processus heuristiques. Elles semblent moins relever de la science du cartographe que de son art, dans les limites de ses capacités techniques, qu'il connaît, qu'il maîtrise comme un outil ou qu'il contrôle comme un ordinateur (S.I.G.). Qu'est-ce que le *design* au stade de la conception, peut-on froidement se demander avec Wood et Keller (1996)? Le géographe, ou tout autre utilisateur d'une carte, suit-il une méthode lorsqu'il en perçoit les détails (c'est-à-dire les valeurs des variables) de plus en plus complexes et complexes, bref lorsqu'il en *analyse* le contenu à la recherche de l'information importante, significative pour lui?

Les propositions de Bertin (1967) concordent avec le stade technologique du moment. Or on ne peut en aucun cas les écarter sous prétexte qu'on soit passé de l'imprimerie sur couche à la superposition de couches de données numériques. N'oublions pas que les anglo-américains, culturellement les développeurs de la cartographie numérique et des S.I.G., n'ont découvert la "graphique" de Bertin que dans les années 1980. À cette époque, les débats prétendument théoriques en cartographie portaient sur les avantages distinctifs entre la structuration des données en mode tessellaire [*raster*] ou en mode vectoriel (il y en a aussi d'autres, quoique découlant de ces deux fondamentaux). On s'inquiétait ainsi bien peu des effets de perception de ces divers modes sur la représentativité des images produites, au égard à un phénomène représenté. Ainsi, l'intérêt du moment ne portait que sur les données numérisées que la technologie autorisait à reconnaître, à saisir ou capter, à collecter et surtout à structurer dans une base de données relationnelle, bref à modéliser, généralement selon un formalisme du type "entité/relation". Toute autre tentative de déterminer une entité géographique d'intérêt, parce que contenue ou prévue par une quelconque théorie de l'espace, était ignorée si elle se tenait au dehors des capacités limitées de la modélisation d'entités semblables et localisables, aux définitions standardi-

sées, avec leur éventail fixe d'attributs et leur identifiant unique. Encore aujourd'hui, on ne trouve que difficilement de logiciels S.I.G. tenant compte de types d'objets géographiques aux limites ou aux définitions floues, comme on en trouve tant dans l'espace géographique (socio-économique autant que naturel). On n'en trouve pas plus qui intègrent des règles de sémiologie graphique ou des fonctionnalités d'analyse topologique non-causales.

Avec les S.I.G., le cartographe n'a plus le choix des objets ou des entités, car ils doivent tous prendre une forme et une position uniques sur un espace cartésien absolu; aucun objet n'étant modélisable dans la base de données si sa géométrie n'est pas déterminée et saisie. Cela va toujours pour la carte fondamentale basée sur un canevas géodésique et des objets concrets. Malgré cette lourde contrainte, on ne voit pas ce que les algorithmes, les fonctionnalités, les traitements et les simulations du S.I.G. font à nos données, nous ne savons jamais *a priori* ce que les résultats signifient en tant que renseignements. On ne peut s'assurer que les résultats de traitements multiples, appelés par un langage de programmation ou de requêtes, soient reproductibles ou de même qualité d'une fois à l'autre, d'un utilisateur à l'autre, d'une base de données à l'autre. On peut avancer que le cartographe avait naguère plus de flexibilité dans ses représentations, n'ayant pas à subir la contrainte de l'objet défini tout en fournissant un produit stable. Il est à prévoir que des approches sémiologiques retrouvées pourront nous réconcilier.

L'effort épistémologique en cartographie doit absolument dépasser l'étude de l'évolution historique des techniques de représentation de l'espace et de celles de la fabrication des cartes, concrètes ou numériques. On doit désormais se concentrer sur l'objet de la cartographie et sur la constitution d'un corps théorique propre et autonome, qui transcende les éléments des modèles, structures ou situations dans l'espace géographique autant que leur variété selon les disciplines et les époques. Que la cartographie s'occupe de l'espace géographique ne la réduit pas à une discipline subalterne de la géographie. Ce n'est pas à la cartographie de définir les objets étudiés, mais elle demeurera maîtresse de leur représentation tant qu'elle portera son attention sur l'aménagement des contraintes des supports technologiques avec les modèles de représentation théorique d'objets géographiques. Hélas, il est stupéfiant pour certains de constater que les aspects artistiques et scientifiques de la cartographie restent en panne au cours des deux décennies passées, quand elles n'ont pas tout simplement régressé devant l'offensive informatique. Débordés par la mutation de leur outillage, les cartographes ont privilégié les aspects techniques et informatiques, ce qui a terriblement marqué la modélisation géométrique des structures de données numériques dans les S.I.G.. La poursuite générale d'une théorie de la représentation cartographique et de la cognition spatiale, ce qu'aurait permis la sémiologie de Bertin et d'autres propositions de même acabit hors de France, est plus que jamais à l'ordre du jour. Il faut à la fois assimiler ces fondements théoriques et en éprouver la validité par des essais de généralisation et même d'extension à des variables non-visuelles.

Parmi les nouvelles variables visuelles à explorer en graphique, car impensables à traiter avant les ordinateurs et les S.I.G. en cartographie, il y a la *luminance* de l'écran d'ordinateur. Il ne s'agit pas du sens trivial qu'on puisse ajuster l'intensité lumineuse de l'écran pour le confort vi-

suel de l'usager; ce serait au sens qu'un écran puisse présenter des données avec une intensité lumineuse de valeur différente en candela par pixel, selon les entités ou les phénomènes affichés. Également à cause de la lumière, il y a l'ombre. Bien sûr on a appliqué depuis longtemps des techniques d'ombrage en dessin et en cartographie, surtout comme artifice (artistique) pour donner la sensation virtuelle de percevoir les formes du relief. L'ombrage est aussi un artifice secondaire pour les cartes-blocs ou blocs-diagrammes, pour donner un effet de haut-relief ressortant dans l'image elle-même. Dans les S.I.G., les 255 niveaux de gris d'un pixel sont aussi largement connus. Or ce qui paraît intéressant, ce serait de recourir à l'ombre comme à une sorte de métaphore graphique illustrant des effets de relation projective entre trois entités ou plus; un objet est dans l'ombre d'un autre quand celui-ci le prive d'un effet direct qui serait dû à une relation géométrique et topologique avec un troisième objet, alors que le deuxième continue à jouir de cet effet, avec ou sans bénéfice due à cette privation. Ce genre de processus a déjà été évoqué (mais non publié) pour représenter des situations ontologiques et méréologiques complexes, dans le contexte du droit foncier. Cela nous rapproche donc de l'autre sous-groupe de variables visuelles, la matière, car en mentionnant l'ontologie et la perspective, on parle d'objets physiques dans l'espace. L'objet "à l'ombre" d'un autre demeure quand même "visible et au jour" pour un ensemble d'autres points de vue, ses autres propriétés n'étant pas atteintes; en fait, il est plus ou moins dans la "pénombre" selon leur position relative et leur distance mutuelle, sauf s'il est dedans ou dessous le deuxième objet faisant écran. Ces propriétés des objets à l'ombre ne sont pas éteintes, mais en veilleuse. À l'inverse, perspectives et pénombres dues à la distance pourraient permettre le traitement topologique d'objets vides, comme l'ensoleillement et les percées visuelles. Ainsi un S.I.G. météorologique pourrait-il établir, en temps réel, la cartographie des arcs-en-ciel?

Qu'on considère la *substance* comme une variable sémiologique de la matière constitue un autre défi. Il s'agirait de composer une métaphore complexe pour élaborer une *typologie des matériaux* en fonction de l'état physique de leur matière, leur comportement sous la force, la pression, la température, et leur réaction en présence d'autres substances actives. Si l'espace des banlieues s'étale, si la trame urbaine se déchire, si le marché foncier surchauffe, si un groupe ethnique est perméable aux innovations, ou si des plis synclinaux se chevauchent, de quels modèles concrets peut-on disposer pour leur implémentation algorithmique sur un S.I.G., puis pour traiter des masses de données produisant des simulations crédibles et reproductibles? De cette façon on pourrait tenter de traiter selon des règles sémiologiques, parmi d'autres suggestions, de discontinuités non-linéaires dans des espaces à plusieurs dimensions non-orthogonales, ou encore de rapports topologiques de deuxième ordre, comme les trous et les enclaves, ou le voisinage d'amas d'objets non-adjacents. Toutes choses que ne permettent pas les S.I.G. actuels, auxquelles s'ajoutent des difficultés concernant des entités dont l'existence spatio-temporelle est cyclique, événementielle, dormante, conditionnelle ou éphémère.

Conclusion sur la place de la cartographie parmi les sciences

À n'en pas douter, la cartographie est une science, en plus

d'être une technique et un art. Cette science de la représentation géographique connaît actuellement de nombreux défis. Le plus sérieux défi venant de l'extérieur de la discipline et de la géographie est l'émergence et l'évolution de la cartographie assistée sur ordinateur et des systèmes d'information géographique (S.I.G.). Mais tout en bouleversant la pratique du cartographe et les techniques de production de cartes, graphiques autant que numériques, les S.I.G. ont de graves lacunes représentationnelles qui invitent la cartographie à étendre de leur côté son bagage théorique.

En effet, il conviendrait de reprendre l'élaboration d'un large paradigme cartographique de la représentation de l'espace géographique. Les S.I.G. sont avant tout des outils de gestion de bases de données géo-référencées, lesquelles sont structurées et représentées en tant qu'objets géométriques. Ni dans la représentation, ni dans les modèles de traitements de données, les S.I.G. réussissent à mériter l'appellation "géographique". Il ne devrait pas en coûter trop, cependant, si ce n'était de contraintes commerciales, de réellement implémenter sur ordinateur des fonctionnalités pour le traitement de données géométriques afin d'obtenir des résultats significatifs, et ainsi produire des représentations conséquentes en chorèmes, en cartogrammes, en anamorphoses, en discontinuités et catastrophes, en triangulation Delaunay (Voronoi), en éléments finis,... qui concorderaient à des modèles géographiques identifiés. Quant à l'image des données que les S.I.G. présentent à leur utilisateur, à l'écran ou sur traceur, elle s'avère plus pauvre que bien des cartes produites par des technologies moins avancées à une autre époque; c'est l'argument de produire rapidement des documents jetables qui prime. Mais les S.I.G. disposent aussi de capacités tout à fait nouvelles pour nous laisser espérer d'élargir le domaine de la sémiologie graphique. On peut penser à de nouvelles variables visuelles concernant la lumière et l'ombre, mais aussi à des variables matérielles référant aux propriétés physiques de substances concrètes dans l'espace, ainsi qu'à des règles topologiques.

Un autre défi externe à la cartographie consiste à savoir si les S.I.G. produisent de l'information, et si oui, est-ce bien différent de ce que permet une bonne vieille carte, considérée par exemple comme un canal de communication. L'approche de la sémiologie par les variables visuelles, au sens strict, nous maintient dans le champ des arts graphiques et traite des valeurs quantitatives de certains aspects de l'*image* cartographique. Alors quelle place la sémiologie, et par elle la cartographie tout entière, pourrait-elle prendre parmi les *sciences de l'information*? Celles-ci s'intéressent spécifiquement à la sélection, à l'archivage, au repérage et à l'accès à l'information signifiante et volontairement voulue, car pertinente. Un progrès de ce côté en serait aussi un pour les S.I.G., dont la définition "officielle" ne renvoie guère plus qu'à la saisie, à la modélisation, à la gestion et à la diffusion des données géo-référencées.

Plus que l'information, ce qui intéresse le géographe c'est la compréhension et l'explication de l'espace, c'est-à-dire des structures et des rapports entre phénomènes spatiaux impliquant les humains et leur environnement. La sémiologie y contribue déjà, en s'intéressant aux deux extrêmes de la communication cartographique: la perception de l'image représentant un espace et la congruence entre les variables visuelles et les caractéristiques de l'objet représenté dans sa réalité. C'est là le domaine de prédilection

dans la mouvance des *sciences cognitives*, où les chercheurs sont très ouverts à l'interdisciplinarité et avec lesquelles les cartographes pourront aborder des problématiques très originales. Avec ou sans impact technologique, la cartographie y compris les S.I.G., en tant que science

de la représentation spatiale aux échelles géographiques, ne vivra des développements théoriques importants qu'en participant à l'évolution d'une recherche scientifique qui vise la compréhension du monde.

Bibliographie

BERTIN, Jacques, 1967, *Sémiologie graphique : Les diagrammes - les réseaux - les cartes*, Paris/La Haye: Mouton/Gauthier-Villars, 431p.

MARTIN, David, 1990, *Geographic Information Systems and their Socioeconomic Applications*, London UK: Routledge, xxii + 210p., 2nd edition 1996

MONMONIER, Mark S., 1991, *How to Lie with Maps*, Chicago IL: University of Chicago Press, xi + 176p. [édition française 1993, Paris: Flammarion], 2nd edition 1996

SHANNON, Claude E. & WEAVER, Warren 1949, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana IL: University of Illinois Press, 117p.

WOOD, Clifford H. & KELLER, C. Peter (ed.), 1996, *Cartographic Design : Theoretical and Practical Perspectives*, Chichester UK: John Wiley and Sons, xiv + 306p.