

CARTES ET CARTOGRAPHIE : L'ASSOCIATION CARTOGRAPHIQUE INTERNATIONALE ET SA VISION DU FUTUR

Par Michael WOOD, Président de l'Association Cartographique Internationale

Introduction

Les cartes ont précédé les mesures scientifiques, mais la cartographie s'est continuellement adaptée aux changements de concepts et de technologies. Faisant suite à une redéfinition du caractère unique et de l'importance vitale des cartes (et de leurs concepteurs) pour la science de l'espace, la présente communication rend compte du défi lancé par les mutations technologiques aux théoriciens de la cartographie dans les domaines conjugués de la production et de l'utilisation. A la vue des tendances actuelles et des possibilités futures, l'on peut prévoir, à long terme, une inévitable convergence des diverses sciences traitant de l'espace. L'institutionnalisation croissante de technologies communément utilisées telles que le GPS (Système global de localisation) et les SIG (Systèmes d'Information Géographique), et une plus grande concentration de l'ensemble de cette communauté scientifique particulière sur la recherche de solutions à des problèmes d'ordre mondial, devraient encourager l'accroissement du travail en équipe plutôt qu'une activité scientifique isolée, afin de mieux relever ces défis.

Historique

Il n'est point besoin de justifier le rôle vital joué par la cartographie dans le domaine des sciences géospatiales. Mais dans ce monde à la complexité croissante et mené par la technique, des vérités aussi évidentes et fondamentales sont si facilement admises qu'on ne les voit plus ! De même, la cartographie change et personne ne semble prendre conscience du fait que la carte ne constitue plus le simple aboutissement d'un processus - manuel ou numérique - de manipulation et d'assemblage de données.

L'Association Cartographique Internationale (ACI) est fondée sur l'une des techniques de création les plus naturelles et les plus humaines, à savoir la cartographie, et traditionnellement sur la création d'images graphiques bidimensionnelles d'informations cartographiées. Les cartes et la cartographie ont régné sur l'histoire et la préhistoire, les Arts et les Sciences, et les cartographes ont été considérés comme les rédacteurs et les ultimes créateurs de ces images graphiques, uniques, universelles et précieuses. Par exemple, une carte topographique classique bien conçue offre (dans le cadre de l'assemblage des feuilles qui la composent) un résumé graphique très sophistiqué d'une région. Les symboles et les noms sont peut-être trop entassés mais restent compréhensibles, et la conception de la carte en permet une vision à la fois générale et détaillée. Le contenu a été généralisé afin de res-

pecter l'échelle et de garder à la carte son intégrité totale. Une telle image laisse le champ libre à toutes sortes de lectures, depuis l'exploration générale rapide jusqu'à la focalisation sélective sur les plus petites régions ou les plus petits symboles. Elle permet une utilisation efficace de la vision fovéale et périphérique et, au cours des siècles, notre mode de lecture et par ailleurs d'utilisation de ces documents sur papier, n'a cessé de se perfectionner. Les cartes de ce type ont joué (et jouent toujours) un rôle important dans la transformation et l'accroissement de notre connaissance et de notre compréhension du monde. Dans le passé, les cartographes, grâce à leur savoir-faire, ont pu maîtriser en partie le sujet. Comme pour d'autres experts, leur savoir et leur art relèvent du domaine de l'intuition. Les gens acceptent que les bonnes cartes soient établies par des experts cartographes (en espérant que les données soient de qualité). Cependant, durant la moitié du siècle dernier en particulier, l'investigation scientifique a recherché au-delà de l'art et de l'oeuvre, des méthodes fondamentales de modélisation spatiale, de création et d'utilisation des cartes. L'étude des stratégies d'utilisation des cartes englobe naturellement la psychologie y compris le traitement de l'information humaine, ce qui fait qu'aujourd'hui il est fait mieux cas des relations entre la nature d'une tâche et les besoins du moment et ceux de l'utilisateur. Tous ces éléments peuvent renseigner sur le mode d'utilisation des cartes et y aider, qu'il s'agisse de manipulation des données et d'outils de gestion tels que les SIG ou de progiciels graphiques offrant une conception plus sophistiquée du produit.

Les nouvelles techniques, du matériel de dessin de la moitié du vingtième siècle aux ordinateurs et autres, ont progressivement ôté le joug et supprimé les limites évidentes de la production manuelle. A présent, l'ensemble du processus cartographique est devenu plus dynamique, plus souple, multidimensionnel et interactif. Les merveilles du multimédia ont également apporté une nouvelle profondeur et provoqué un nouvel intérêt pour les cartes informatisées, offrant de nouvelles opportunités à la Science et au grand public à la fois. Bien sûr, dans le passé, des cartographes visionnaires avaient déjà eu des idées semblables ou connexes mais ce n'est qu'aujourd'hui que les nouvelles technologies peuvent les libérer des frustrations de leurs rêves. La visualisation dans le cadre du calcul scientifique (VISC), technique qui permet d'accroître l'efficacité de la recherche spécialement à l'aide d'importants fichiers couvrant le domaine des sciences et des techniques, et dont la portée et la puissance se sont développées au cours de ces dix dernières années, partage ses origines (et une grande part de sa terminologie) avec la cartographie. La portée et la polyvalence interactives et combinées du VISC et des GVIS (Systèmes de Visualisa-

tion Géographique) naissants (et connexes) - spécialement lorsqu'ils unissent des données de haute qualité et une conception innovatrice - peuvent être interprétées comme une extension naturelle de la visualisation mentale humaine qui constitue, en elle-même, l'un des mécanismes les plus puissants d'exploration et d'analyse qualitatives. Tout comme le VISC a ouvert, en dix ans, de nouvelles voies intéressantes pour la recherche scientifique, technique et industrielle en permettant une visualisation de la pensée, l'on peut ainsi observer que la portée et le potentiel de la cartographie moderne - qu'il s'agisse d'exploration comme de représentation des données - se trouvent sur une courbe ascendante qui mènera la cartographie vers un nouveau statut et une respectabilité scientifique.

Mais attendez ! Cette nouvelle ère technologique conférant à la cartographie un pouvoir apparemment illimité, est-elle arrivée trop tôt ? Actuellement des professionnels dans certains secteurs de notre domaine s'efforcent de rendre accessibles de grandes quantités de données de haute qualité ne souffrant pas du processus de transfert. Un éventail de plus en plus important d'utilisateurs enthousiastes et énergiques accèdent à ces données géo-localisées (et à d'autres de moindre qualité). De même, les utilisateurs de SIG semblent appliquer leurs systèmes, directement ou indirectement, surtout à la production de cartes (ou du moins d'images cartographiques), et les professionnels et autres se trouvent confrontés à une plus grande quantité de cartes qu'autrefois. En outre, un nombre croissant de gens ont accès à des outils conviviaux de fabrication des cartes tout en ne connaissant pas les principes de la cartographie. Un logiciel de traitement de texte ne transforme pas un utilisateur en un auteur averti. Il ne facilite que la manipulation et le stockage des mots. Malheureusement, les nouvelles sources de données et les nouveaux systèmes de visualisation peuvent arriver avant même que nous sachions utiliser les images cartographiques statiques traditionnelles. La recherche sur ces problèmes cartographiques essentiels est nécessaire pour permettre à la théorie d'être en phase avec la pratique et l'ACI s'efforce de fournir le cadre international permettant d'en assurer la progression.

La cartographie du nouveau millénaire

Bien que les progrès varient d'un pays à l'autre, d'ici l'an 2000, l'évolution technologique observée pendant les années 1980 et 1990 se sera plus largement répandue dans les pays développés et en voie de développement.

Ordinateurs : L'informatique à bas prix et haute puissance aidera à accélérer le passage de la production cartographique manuelle à la production cartographique numérique - bien qu'il y aura toujours une demande de séries de cartes topographiques et thématiques ainsi qu'une création de cartes personnalisées par des cartographes professionnels.

Effets du progrès sur les domaines connexes : Le progrès continuera à avoir un impact sur les différentes phases du processus cartographique :

- sources : GPS, SIG, traitement des images, grandes bases de données spatiales ;
- conception : informatique graphique ;
- support utilisateur : intelligence artificielle/systèmes experts, réalité virtuelle.

Extension du champ cartographique des créateurs non experts en la matière : Dans de nombreux domaines, les professionnels comme le grand public pourront se procurer en nombre croissant des logiciels cartographiques à bas prix. Tout comme les logiciels de traitement de texte et les progiciels de bases de données, ils seront également diffusés et rendus plus accessibles grâce, par exemple :

- aux SIG et aux modules cartographiques incorporés aux logiciels de traitement de texte,
- aux feuilles de calcul électronique et aux logiciels de gestion bases de données ;
- aux différentes aides à la navigation, au guidage personnel ou automobile ;
- aux interfaces conviviales incorporant des systèmes améliorés d'assistance. Comme les «wizards» de Microsoft, elles guideront les utilisateurs vers une approche structurée de la création cartographique et aideront aussi aux opérations de compilation et de conception grâce à l'utilisation de méthodes plus adaptées au contexte.
- au formidable développement des atlas électroniques de toutes sortes et à bas prix (CD-ROM, interconnexions).

Amélioration des systèmes d'analyse spatiale destinés aux professionnels : Les SIG avec des progiciels statistiques plus perfectionnés, etc... faciliteront la création de cartes analytiques ; ce qui encouragera une plus forte application de la pensée géospatiale en vue de résoudre les problèmes réels et d'aider à la prise de décisions.

Une sensibilisation croissante aux nouvelles sources de données et aux nouvelles techniques cartographiques conduira au développement et à la nouvelle orientation de la théorie cartographique.

Offrir aux utilisateurs une plus grande possibilité d'interaction grâce aux logiciels et aux sources de données : Les progiciels pourront être personnalisés pour répondre aux besoins et aux stratégies de travail particuliers des utilisateurs afin que les systèmes soient plus intuitifs et donnent une réponse plus rapide aux questions relatives aux données, ou permettent de résoudre des problèmes d'ordre cartographique.

Visualisation géographique (scientifique) : Cette nouvelle façon de définir l'utilisation des cartes dans le cadre de la recherche exploratoire conduira à une renaissance de la cartographie. Des idées, des méthodes, des progiciels novateurs s'accompagneront d'un développement de la théorie de l'utilisation des cartes.

La cartographie dans les 25 années à venir

Mis à part le renforcement des orientations actuelles mentionnées ci-dessus, d'autres caractéristiques surgiront :

- des réseaux mondiaux aux infrastructures connexes auront été mis en place ; ce qui permettra d'obtenir ce que l'on pourrait appeler «une télé-cartographie» ; grâce à Internet, l'on pourra disposer :
- de bases de données géospatiales et de systèmes de généralisation dynamique,
- des cartes et des atlas électroniques les plus perfectionnés,
- de logiciels conviviaux proposant des présentations cartographiques encore plus personnalisables à l'usage du

profane (par exemple avec des hyperconnexions entre images, films et textes).

- la réalité virtuelle (mondes virtuels) : avec des bases de données spatiales de plus en plus détaillées et des logiciels et des systèmes interactifs appropriés, l'espace physique réel pourrait devenir de plus en plus «inapproprié» et éloigné pour certains utilisateurs. Ce qui conduira certainement à se poser des questions sur l'usage des données ou sur la prise de décisions dans les mondes artificiels.

• le travail d'équipe : alors que la cartographie sera différente en 2020 après J.C., les changements s'orienteront vers le développement de la taille et de l'identité du sujet dans le cadre de la science géospatiale et au sein de la communauté scientifique en général. Cela se fera en étoffant la théorie de base et l'expérience pratique dans le domaine de la conception des cartes et des systèmes ainsi que dans celui des techniques et des stratégies d'utilisation des cartes. De nouveaux SIG, semi-automatiques, seront beaucoup plus dépendants d'interfaces de visualisation d'informations cartographiques afin de satisfaire les utilisateurs professionnels courants qui continueront à exiger des produits de haute qualité (même quelque peu normalisée) pour des systèmes d'aide à la décision. Cependant l'automatisation totale ne doit pas être (et ne peut bien sûr pas être) le but final de la cartographie. Aujourd'hui, par exemple, dans le domaine de l'architecture et de la construction, bon nombre de méthodes et de produits ont pu être pareillement normalisés afin de réduire les coûts et d'augmenter la vitesse de construction. Mais lorsqu'il s'agit de commandes spéciales de bâtiments, petits ou grands, l'architecte doit faire travailler son imagination et sa créativité au maximum afin de trouver des solutions novatrices à des problèmes uniques. Bien que cette analogie ne soit pas parfaite, des circonstances similaires peuvent s'appliquer à la cartographie lorsque des concepteurs experts en cartographie doivent aider à résoudre des problèmes spécifiques en matière de caractéristiques de données répondant à des besoins particuliers, des objectifs de représentation-communication et des profils de clientèle. Idéalement, dans les deux cas, semi-automatique et personnalisé, et en fonction de l'importance du projet, les conseillers en cartographie travailleront en équipe avec d'autres spécialistes en géo-information, pour le recueil des données. Naturellement, ces cartographes auront aussi quelque connaissance d'autres domaines et particulièrement s'ils se rapportent à la qualité des données.

Les sciences géospatiales et le futur

I. Une sorte de science spatiale plus générale ?

En examinant un domaine plus vaste (désigné diversement sous le nom de géomatique, géoinformatique, science géospatiale...) nous pouvons observer des similitudes entre les orientations technologiques associées et celles répertoriées sous la rubrique «cartographie».

Mais il y aura aussi, par exemple, davantage de télédétection à haute résolution, et l'on passera de plus en plus des données à la connaissance. Actuellement, il semble y avoir un grand nombre d'organismes internationaux distincts concernés par les domaines rattachés à la cartogra-

phie tels que la géodésie, la topographie, la photogrammétrie et la télédétection. Il semble y avoir un processus graduel et inévitable de convergence. Les sciences constitutives se rapprochent les unes des autres et ceci est étroitement lié (si ce n'est directement conséquent) à une fusion simultanée des technologies constitutives. Si cette convergence se poursuit, accompagnée d'une intégration croissante des techniques et des méthodes, une sorte de science spatiale plus générale pourrait surgir à propos.

D'autres aspects stratégiques clés pourront étayer cette mutation :

• L'apparition d'une science particulière de l'information spatiale, née d'une somme d'études graduelles davantage basées sur la technique ; ce qui demandera une révision totale de la modélisation et de la représentation spatiales. Bien qu'elle existe dans d'autres domaines, une théorie communément admise de la structure et de la représentation du savoir n'est pas encore née de la science géospatiale. Quand elle le sera, le domaine deviendra naturellement plus interdisciplinaire.

• Interdisciplinarité et multidisciplinarité. Demain, les problèmes liés à l'espace ne pourront pas être résolus si ces deux approches n'ont pas été facilitées par l'emploi de systèmes d'information spatiale.

• Interopérabilité. Avec tous leurs aspects technologiques, organisationnels et même politiques, les éléments suivants dépendront de plus en plus de l'interopérabilité :

- infrastructures des données spatiales,
- systèmes et personnes,
- facteurs légaux et tarifaires,
- cartes, en vue de réaliser et d'entretenir des bases de données spatiales continues, sans échelle (c'est-à-dire avec généralisation) ou multi-échelles, et multitemporelles.

• Transfert de technologie. Il doit être effectué dans différentes directions, à savoir :

- amener la haute technologie à un usage quotidien,
- s'occuper des pays en voie de développement.

• Enseignement :

- former des experts en systèmes d'information spatiale,
- combler le fossé entre les experts et les autres,
- former les cadres et les techniciens des pays sous-développés.

II. Application de la science géospatiale aux besoins sociaux généraux

Naturellement, tout ce savoir accumulé est déjà appliqué mais peut-être trop souvent utilisé dans un cadre technique ou technologique trop étroit. Il y a un besoin croissant de solutions géospatiales pratiques, uniques et de plus ample portée, aux nombreux problèmes sociaux, environnementaux et économiques du monde. Ce qui demande de repenser les problèmes de développement, d'accroissement de la globalisation et de l'interdépendance économique, de justice sociale, d'égalité et de soutien au développement. Il ne fait aucun doute que l'exploration de ces problèmes requiert une géoinformation fiable et des outils adaptés à sa gestion, à son analyse et à sa visualisation comme il en a été débattu dans cette communication.

Conclusion

Le monde change sous l'influence des contraintes naturelles et des actions de l'humanité. La responsabilité de la science est de promouvoir le bien et de contrôler les changements qui s'avèrent néfastes, si ce n'est de leur mettre un frein. Bien que les scientifiques experts en science géospatiale n'aient pas à s'impliquer directement dans la résolution des problèmes du monde, leur responsabilité dans les domaines du recueil, de la manipulation, de l'analyse, et de la visualisation des données spatiales va de soi. Beaucoup d'organismes experts en science géospatiale sont nés d'un besoin de développer et d'appliquer des techniques appropriées dans un seul domaine (peut-être dans des environnements spécifiques). Certains de ces groupes ont une orientation plus spécifique que d'autres dont les compétences ont pu s'élargir avec l'évolution de leur activité. Cependant, leur fonds commun est toujours constitué de données spatiales fiables, bien établies, clairement normalisées et référencées, faciles à stocker et à transférer et très accessibles. Ces données géoréférencées seront manipulées, analysées, modifiées et visualisées de diverses façons selon les différentes tâches à accomplir, de la simple présentation à la résolution de problèmes complexes. Ce qui s'applique à plusieurs disciplines dont la cartographie (analogique et numérique) à un degré plus ou moins important. Même après un simple levé tachéométrique, une carte peut être établie et des cartes ou des documents connexes peuvent être élaborés à des stades différents en photogrammétrie, télédétection, études assistées par SIG, etc.

Cette présence prédominante des cartes renvoie au thème d'ouverture, à savoir que pour de nombreux utilisateurs de cartes le champ de la cartographie est «invisible». Il est vrai que les cartes ne constituent pas simplement le point final, visible ou numérique d'un levé ou d'une opération basée sur les SIG. Elles sont aussi des outils de modélisation spatiale, d'exploration des données, d'analyse et de représentation et peuvent être utilisées à n'importe quel stade d'une recherche. Naturellement, les cartes cognitives sont fréquemment utilisées pour étudier les problèmes spatiaux avant la mise en œuvre de données définitives ! La cartographie et les cartographes n'ajoutent donc pas seulement de la valeur aux structures géodésiques, aux systèmes de référence et aux données spatiales mais ils les rendent aussi beaucoup plus accessibles aux utilisateurs de tous niveaux.

Comme il a été expliqué ci-dessus, la cartographie évolue, à la fois en théorie et en pratique, mais se trouve actuellement à un stade crucial de son développement. Jamais auparavant, la valeur potentielle des cartes (sous toutes leurs formes) n'a été aussi grande, en aidant à structurer des modèles conceptuels de la réalité, en facilitant l'exploration visuelle active et l'analyse des problèmes, en permettant la représentation et le partage des connaissances et des solutions. Mais ceci se produit à un moment où les bases théoriques de la cartographie sont encore incertaines en matière de modélisation et de combinaison des données, en vue de la conception du produit

et de l'utilisation par l'homme des possibilités offertes. Il est éminemment urgent de développer ces domaines. Il est donc indispensable de disposer d'une organisation spécialisée telle que l'ACI, qui peut promouvoir et coordonner le développement combiné de la théorie et de la technique, et en rechercher une application réussie pour le bien de l'humanité.

Une sensibilisation croissante à la nature et au potentiel des nouveaux outils cartographiques et des bases de données géospatiales conduira à un élargissement et à une redéfinition du champ cartographique en parallèle avec un développement de la théorie cartographique ciblée sur la cartographie électronique (numérique). L'accent mis récemment sur la visualisation (en y incorporant les multimedia) géographique (scientifique) comme nouveau mode de définition de l'utilisation des cartes dans la recherche exploratoire, constitue une raison supplémentaire pour maintenir dans ce domaine un organisme expert unique en son genre. Le passage d'une science basée sur la technique à une science exacte (science de l'information spatiale) - d'études de l'espace actuellement orientées vers la mécanique et la technique à une compréhension plus profonde des principes essentiels des modèles et autres représentations de l'espace, est une raison supplémentaire de le faire.

Idealement une équipe scientifique géospatiale devra faire intervenir, directement ou indirectement, tous les experts compétents (en télédétection, géodésie, cartographie, etc.). Certains pourront être présents «en personne», en particulier les utilisateurs professionnels (par exemple les gestionnaires de ressources), essayant de résoudre le problème en cours, d'autres, par exemple des cartographes, auront pu contribuer à relier un module d'assistance à intelligence améliorée et un progiciel de visualisation géographique avec un SIG. Ce qui permettra l'exploration visuelle des données et la visualisation de solutions immédiates et définitives. Il est certain qu'à l'avenir le besoin se fera de plus en plus pressant d'assurer une interdisciplinarité coordonnée entre les différentes branches de la science, chacune devant prendre au moins conscience de la portée et des caractéristiques uniques des autres et les respecter.

C'est pourquoi l'ACI imagine que la cartographie du futur devra avoir une base théorique solide sur laquelle pourront reposer la représentation des connaissances et la modélisation de la réalité, pour évaluer plus complètement les stratégies de lecture et d'utilisation des cartes, pour s'affirmer, grâce à l'application de systèmes de visualisation géographique, comme outil indispensable à l'exploration et à l'analyse des données, et finalement, pour conserver et développer son statut de méthode la plus efficace de représentation des données spatiales. La cartographie opérera dans le cadre de la science géospatiale au même titre que les disciplines connexes. Ce n'est qu'en accédant aux diverses méthodes de la science spatiale que l'on réussira à aborder puis à résoudre les problèmes mondiaux.