

COMMENT ENSEIGNER LA CARTOGRAPHIE DANS LE FUTUR

Joël L. MORRISON

Président de l'Association Cartographique Internationale

Introduction

Laissez-moi commencer par admettre que j'ignore comment enseigner la cartographie dans le futur. J'ai cependant beaucoup réfléchi à la question et désire vous faire part de mes réflexions au cours de cette conférence. Je pense qu'il est important pour nous de cerner le problème et pour ce faire, je désire d'abord analyser certains de mes réflexions sur l'état actuel de la cartographie et tenter de les étendre au futur. Ensuite, j'évaluerai certains besoins qui, j'en suis convaincu, sont réels quant à l'enseignement de la cartographie dans le futur, et enfin, je mettrai en exergue les obstacles auxquels nous, professeurs de cartographie, sommes confrontés.

L'histoire nous donne plusieurs leçons importantes. Si nous considérons l'histoire de la cartographie occidentale nous pouvons identifier au moins deux types d'activité qui ont un rapport avec l'état actuel de la cartographie. Le premier montre qu'à travers l'histoire, la discipline cartographique s'est prêtée à deux types d'innovations. La disponibilité de données nouvelles, adaptées aux fins cartographiques, a généralement conduit à accroître le développement de nouvelles méthodes conceptuelles d'exploitation et de visualisation de ces données. De la même façon, la découverte de nouvelles technologies, adaptées aux fins cartographiques, a généralement conduit à les utiliser pour réaliser de "meilleures" cartes. Des données nouvelles ou des innovations technologiques précèdent habituellement une utilisation et une production accrues de cartes.

Le second type identifiable d'activité montre que ces innovations proviennent normalement de profanes à la discipline cartographique. Une innovation est introduite dans la discipline cartographique à partir d'une autre discipline et, à l'origine, un certain nombre de profanes portèrent l'innovation au-delà de son utilité et quittèrent la discipline cartographique aussi brusquement qu'ils s'y étaient introduits. Par exemple, à la fin du 18^e siècle et au début du 19^e, de nombreuses méthodes nouvelles de cartographie thématique furent élaborées par des statisticiens et des médecins qui s'intéressaient à la propagation dans l'espace de maladies contagieuses. La plupart d'entre eux retournèrent à la profession qu'ils avaient choisie, mais leurs méthodologies nouvellement introduites furent adoptées par les cartographes et constituent

aujourd'hui certaines de nos méthodes courantes de cartographie thématique.

Les innovations importantes dont la discipline cartographique a fait l'expérience peuvent se résumer comme suit dans le cadre de l'histoire de la civilisation occidentale. Les innovations dans le recueil des données se chiffrent au moins à trois et les conséquences de chacune apparaissent aisément. La première révolution des données fut le résultat de l'apprentissage progressif de l'homme à mesurer la terre avec précision. La naissance des cartes de type cadastral, des listes des latitudes et longitudes des villes, établies par Ptolémée, et enfin, la naissance du portulan en Europe occidentale furent quelques-uns des résultats directs de l'incorporation à nos cartes de nouvelles sources de données plus précises sur les caractéristiques physiques de notre planète. Cette révolution, qui est essentiellement celle de la mesure terrestre ou physique, se poursuit de nos jours. La seconde révolution des données date de la fin du 18^e siècle et du début du 19^e lorsque les recensements nationaux commencèrent à se faire systématiquement et que les données concernant les activités humaines sur la terre furent ainsi enregistrées et représentées sur une carte pour la première fois. Cette révolution est essentiellement celle de la mesure des activités de l'homme dans son environnement physique. Les résultats cartographiques de cette seconde révolution des données furent principalement le développement de méthodologies de cartographie thématique qui servirent par la suite à cartographier la répartition des données non-physiques. La troisième révolution des données est actuellement en cours. C'est la possibilité de saisir et d'analyser des données de haute précision concernant la Terre et quelques activités humaines au moyen de l'électronique ou de la "télé-détection" comme on la désigne communément. Les résultats, bien entendu, ne sont que partiellement connus pour le moment. Mais nous pouvons être certains qu'ils incluent la possibilité de cartographier avec plus de précision la répartition et les rapports des phénomènes terrestres dont certains n'auraient jamais pu être cartographiés auparavant (par exemple : températures superficielles au moyen de données de capteurs thermiques). Cette révolution des données augmente la précision avec laquelle l'on recueille les données sur l'homme et sur la Terre et nous permet aussi de recueillir de nouveaux types de données.

Cette communication a été présentée lors du Seminar on Advanced Cartographic Education and Training, qui s'est tenu à Wuhan (Chine) du 28 avril au 10 mai 1986.

Des innovations technologiques capitales en vue d'une production cartographique améliorée sont également importantes dans l'histoire de la cartographie. La première fut l'invention de la presse d'imprimerie qui permit de tirer facilement de multiples exemplaires de cartes et signifia en fait qu'un nombre accru d'êtres humains pouvaient posséder des cartes. Avant le milieu du 15^e siècle toutes les cartes du monde occidental étaient manuscrites. Une seconde révolution technologique importante fut la photographie. Cette innovation photomécanique permit au cartographe d'introduire le terrain dans le laboratoire, d'une part, et de reproduire avec plus de précision la carte elle-même, d'autre part. Aujourd'hui des améliorations sont apportées à cette technologie : par exemple, meilleures émulsions et stabilité dimensionnelle. Enfin, aujourd'hui, nous nous trouvons au cœur d'une troisième révolution technologique importante : l'utilisation de l'ordinateur ou de la technologie électronique en cartographie, dont les résultats ne sont que partiellement apparus. Il est certain, cependant, qu'il est maintenant possible de réaliser de nouveaux produits cartographiques et que la portée totale de cette révolution est encore inconnue.

Deux dernières observations sont à faire sur ces révolutions affectant la cartographie. En premier lieu, jamais auparavant les révolutions en matière de technologie et de recueil des données n'avaient été simultanées. En second lieu, la rapidité avec laquelle les innovations ont été introduites dans la discipline cartographique, ou leur rythme de changement, a augmenté à chaque révolution. C'est pourquoi nous assistons là à un moment unique dans l'histoire de la cartographie. C'est à la fois passionnant et réconfortant, si ce n'est quel que peu déroutant.

Comme pour les innovations précédentes, la cartographie fait actuellement l'objet de formidables interventions extérieures. Aujourd'hui c'est principalement de l'ingénieur informaticien que dépendent les cartographes pour ce qui est de l'utilisation des technologies les plus nouvelles en matière de recueil des données et de production cartographique. Cette dépendance peut conduire certains à croire qu'il nous faut former les futurs cartographes à l'informatique, à l'exclusion de certains de nos besoins antérieurs de formation. Alors que je pense que les futurs cartographes doivent posséder des bases en informatique, je ne crois pas que les futurs cartographes aient besoin d'être des programmeurs ou des ingénieurs informaticiens. Je considère les deux comme distincts et se soutenant mutuellement. Un service cartographique important devrait employer à la fois des ingénieurs informaticiens et des cartographes. Un cartographe devrait être formé de telle façon qu'il puisse communiquer facilement avec un ingénieur informaticien et non pas faire le travail de ce dernier. De même les ingénieurs informaticiens ne peuvent espérer remplacer les cartographes.

Dans une moindre mesure, les ingénieurs d'études spatiales influencent la cartographie du futur. Dans cette situation, cependant, ils sont plus dépendants du cartographe que ne l'est l'ingénieur informaticien. C'est le travail de l'ingénieur d'études spatiales, dans le cadre de ses compétences, de répondre aux besoins du cartographe quant à la précision des données. Ces dépendances sont pour la plupart tout à fait salutaires et servent à accélérer les progrès utiles à la cartographie.

Heureusement, nous pouvons espérer que l'histoire de la cartographie se répètera, et je constate qu'habituelle-

ment les cartographes adoptent le meilleur et écartent le pire de chaque intrusion faite par d'autres scientifiques dans l'arène cartographique. Les cartographes ont régulièrement amélioré chaque innovation provenant d'autres sciences également et je ne vois aucune raison pour que cela change.

Pour en revenir à mon thème principal, la technologie nous permet aujourd'hui de surpasser les facultés humaines d'utilisation des données et des produits cartographiques. Il n'est pas étonnant que nous nous trouvions dans une impasse et que notre avenir soit nébuleux. Pour la cartographie c'est la révolution la plus complexe et la plus rapide qu'elle ait jamais subi. Nous n'avons pas d'expérience préalable sur laquelle baser des prédictions. Alors que nous ne pouvons être certains de nos futurs produits ni des moyens de les produire, comment pouvons-nous espérer savoir ce que nous devons nous-mêmes faire pour préparer le futur ?

Le dilemme auquel nous sommes confrontés est celui-ci : comment passer des produits cartographiques sur papier fabriqués à l'aide de méthodes et de technologies inventées et perfectionnées depuis la deuxième guerre mondiale, à des produits cartographiques fabriqués à partir d'une source principale de données issues d'images numériques, recueillies par des instruments non manœuvrés par l'homme mais par des ordinateurs ? Deux transitions fondamentales sont impliquées sur lesquelles je base ma perception du futur de la discipline cartographique.

1. La transition d'un type de produit réalisé pour servir à de multiples utilisateurs, à de nombreux types de produits réalisés sur mesure pour des usages spécifiques. (Nombre de ces produits réalisés sur mesure n'auraient pas été considérés comme des cartes par nos prédécesseurs dans la profession).

2. La transition du fabricant « omniscient » de cartes qui, en quelque sorte apprend à réaliser la « meilleure » carte imprimée en vue d'usages multiples, à l'utilisateur capable de fabriquer la carte de son choix. Cette dernière catégorie comprend les utilisateurs non formés mais qui disposent de moyens électroniques pour fabriquer des cartes.

Je vais traiter de chacune de ces transitions d'une façon un peu plus détaillée afin d'en déduire ce que pourrait être la future cartographie. Une question qui se pose souvent aux Etats-Unis de nos jours est la suivante : « Fabriquerons-nous des cartes sur papier dans le futur ? » ou bien sa variante : « Quand cesserons-nous d'imprimer des cartes sur papier ? ». Cette question est habituellement posée après que quelqu'un a fait un exposé sur un nouveau système cartographique informatisé. D'une manière plutôt surprenante, l'on répond à cette question beaucoup plus facilement aujourd'hui qu'il y a quelques années, et la réponse courante semble être : « Nous continuerons à imprimer des cartes pendant longtemps encore ».

Laissez-moi vous expliquer cette dernière affirmation. Il y a quelques années, je pense que nous n'étions pas certains des effets à long terme de l'utilisation de l'ordinateur en cartographie. Lorsque cette incertitude était associée à une crainte sous-jacente de devoir peut-être se passer de cartes sur papier dans le futur, la plupart des cartographes avaient peur de répondre à cette question. Aujourd'hui nous sommes mieux informés. Les cartes imprimées du futur ne seront qu'un parmi plusieurs

produits cartographiques. Selon toute probabilité nos cartes imprimées seront quelque peu modifiées. Ce seront peut-être des tirages sur papier d'un affichage électronique ou plutôt des plans sommaires monochromes. Elles pourront être de résolutions variées selon l'usage pour lequel elles seront destinées. A ce moment là nous sommes sûrs que certaines personnes continueront à avoir un légitime besoin de cartes imprimées. Le nombre de cartes imprimées ne sera certainement pas aussi élevé et ces dernières ne seront pas imprimées sur des presses à impression quadrichrome, capables de tirer des milliers d'exemplaires.

Le complexe cartographique sera plus pluraliste dans le futur. Si l'on considère l'introduction de la technologie électronique comme une adjonction à la technologie cartographique et non comme une technologie de remplacement, alors l'on peut saisir le pluralisme de la cartographie que je pressens dans le futur. La cartographie continuera à être pratiquée à de nombreux niveaux technologiques. Dans le futur les relations importantes seront toujours représentées dans l'espace par des cartes et il y aura toujours des gens pour tracer des cartes grossières dans le sable — à l'aide de batonnets ou de leurs doigts —, ou sur les serviettes des restaurants ; tandis qu'en même temps les informations en provenance de satellites seront traitées par un ordinateur centrale et ses périphériques en vue d'établir l'image d'une relation spatiale.

La nécessité de définir le terme « produit cartographique » ou du moins de se mettre d'accord sur sa signification et, de plus, sur la responsabilité du cartographe envers ce produit, est une autre conséquence de cette transition. Une image numérique est-elle un produit cartographique ? Généralement, une image redressée améliorée est facilement reconnue comme un produit cartographique, mais la bande magnétique qui renferme cette image sous forme numérique est-elle un produit cartographique ? Une telle bande appartient-elle à une cartothèque ? Un vidéodisque qui compte cette image parmi ses vues est-il un produit cartographique ? Considérons notre ancienne technologie et demandons-nous : les tirages couleur distincts qui servaient à établir une carte topographique sont-ils un produit cartographique ? Un fichier numérique composé de l'hydrographie d'une carte topographique est-il un produit cartographique ? Les questions n'en finissent plus. Le point que je désire souligner est que nous devons d'abord définir ce que nous, cartographes, considérons comme un produit cartographique et ensuite assumer de façon plus importante la responsabilité essentielle de ces produits cartographiques.

Ceci nous amène directement à parler de la seconde transition. Cette transition du cartographe seul ou solitaire « fabricant » de cartes à l'utilisateur non-cartographe devenant le principal fabricant de cartes, constitue un changement fondamental. Ma première question est celle-ci : Pouvons-nous permettre à l'homme du commun de fabriquer sa propre carte ? Technologiquement il le peut, mais comment le contrôler ? Devons-nous le contrôler ? Qu'arrivera-t-il si nous ne le faisons pas ? Une question plutôt effrayante, dans le cas d'implications militaires, n'est-ce pas ?

La réponse qui s'impose est de contrôler le processus dans la mesure où les possibilités offertes à l'utilisateur non formé sont suffisantes pour lui permettre plus de souplesse qu'il n'en dispose aujourd'hui et en même temps, de l'empêcher de faire le plus d'erreurs possibles du fait

de son manque de formation. Mais ce n'est qu'une première étape. L'expérience que nous avons jusqu'à présent de l'utilisation de la technologie électronique en cartographie nous permet de dire que tout ce qui est mis à la disposition des utilisateurs sera utilisé. C'est pourquoi, pour commencer, nous devons assurer à nos produits la plus haute qualité. Ensuite il nous faudra former les masses à l'utilisation appropriée des données et produits cartographiques.

Ce ne sera pas la tâche aisée. Nous ignorons réellement, en tant que cartographes, comment former l'homme du commun à l'utilisation et à la réalisation propres des cartes, du moins aux Etats-Unis. Cela demandera un programme massif de formation. Un matériel de formation destiné aux étudiants de tous âges devra être mis sur pied. Actuellement le matériel de formation cartographique est plutôt pauvre dans mon propre pays, et il n'en existe pratiquement pas qui puisse être utilisé avec des ordinateurs. Les progiciels cartographiques disponibles aux Etats-Unis pour les micro-ordinateurs n'ont pas été sérieusement examinés par les cartographes.

Je devine qu'il y aura un vaste marché dans le futur pour les cartes « par défaut ». Je définis une carte « par défaut » comme un produit cartographique établi à l'aide de toutes les options « par défaut » disponibles dans un système de logiciel cartographique. A mon avis, ce pourrait bien être la carte type du futur. Au début, les utilisateurs non formés voudront essayer de réaliser des cartes grâce à la grande souplesse d'action dont ils pourront disposer, mais je parie que rapidement bon nombre d'entre eux se contenteront de la carte « par défaut » type que le système produira, à condition naturellement que ce soit un produit de qualité.

En regardant vers le futur je vois que les services cartographiques existants peuvent choisir entre deux possibilités. L'une consiste à créer un effectif entièrement nouveau de cartographes formés à l'utilisation de la technologie électronique, tout en conservant l'effectif existant, rompu à l'actuelle technologie photomécanique. L'autre est de passer de la technologie actuelle à la technologie électronique par attrition et recyclage de l'effectif actuel. Si cela peut se faire, je préfère la seconde possibilité. Je suis convaincu que le futur repose presque entièrement sur l'utilisation de la technologie électronique mais que les principes de base de la cartographie n'ont pas changé ; c'est pourquoi nous ne devons pas changer d'effectif simplement parce que la technologie a changé.

Besoins pour le futur

Il est évident que les transitions que j'ai mentionnées font dès à présent de la cartographie une profession intéressante. Il y a beaucoup à faire et il y a aussi des pièges à éviter. Je crains fort que le champ de la discipline cartographique ne se réduise et que cette dernière ne devienne qu'une simple saisie de données. Nous devons fixer les limites de notre profession et être attentifs à tous les thèmes qui s'y trouvent inclus afin d'empêcher le rétrécissement de son champ.

Considérons par exemple le système de positionnement global GPS. Technologiquement, s'il est utilisé correctement, il permettra à tout un chacun de louer une « boîte noire », d'enregistrer avec précision les limites des parcelles de terre et de se passer de géomètres. De même, j'entends de plus en plus dire que la photogrammétrie, telle que nous la connaissons aujourd'hui (c'est-

à-dire la stéréorestitution), n'est plus nécessaire. En conséquence, à moins que la photogrammétrie et le levé cadastral (comme la cartographie) ne voient leurs limites définies et leur responsabilité assumée quant à ces limites, ils ne seront pas nécessaires dans le futur. Des machines, qui pourront être manœuvrées couramment par des techniciens feront le travail plus rapidement et à meilleur compte.

Puisque la cartographie affronte la même menace, je pose la question : Quelles en sont les limites et quelles responsabilités devons nous assumer ? Actuellement les cartographes doivent assumer la responsabilité primordiale de la création de fichiers de données précises en vue de bases de données. Tout le monde peut constituer un fichier. Le fort de la cartographie doit être la constitution de fichiers de données « très précises ». Actuellement nous voulons constituer et constituons des fichiers à partir de cartes et d'images existantes. Mais en l'état actuel des choses, il y a dépendance d'échelle. Il nous faut également définir les catégories fondamentales de données dont nous assumons la responsabilité. Une fois fait le recueil initial, notre méthode s'apparentera à la révision. Nous ignorons la meilleure façon de tenir nos fichiers à jours. Il nous faut également envisager l'archivage des données périmées.

Afin d'empêcher la cartographie du futur de dégénérer en une simple saisie de données, il faudra prévoir l'intégration horizontale et verticale des fichiers, la généralisation des fichiers d'une échelle à l'autre, nécessaire pour éliminer par la suite des bases de données dépendantes des échelles, l'exploitation des fichiers servant aux systèmes d'information géographique, la structuration et la gestion des bases de données, et de multiples méthodes de sortie de produits cartographiques, autant de problèmes cruciaux pour la cartographie du futur.

Pour ce faire, de nombreux travaux de recherche sont nécessaires. Dans le domaine de l'exploitation, il nous faut segmenter le logiciel afin de permettre des zones de sortie de cartes arbitrairement spécifiées par l'utilisateur. Nous avons besoin de techniques de traitement analytique qui permettent de modéliser les données et d'intégrer nos données cartographiques aux données thématiques fournies par l'utilisateur.

La gestion des bases de données constitue un problème nouveau pour les cartographes. Il nous faut être capables de déterminer les éléments que renferment nos bases de données et certaines de leurs caractéristiques fondamentales : date d'entrée, fiabilité des sources et fréquence d'utilisation. Les cartographes ont besoin de connaître les techniques de structuration des données. La quantité de données cartographiques mises sous forme numérique est renversante. Nous risquons d'être inondés de données si nous n'arrivons pas à les structurer et à les gérer efficacement.

Enfin, les cartographes doivent être capables d'offrir un large éventail de produits. Sans doute y aura-t-il des produits classiques, mais ils auront subi une évolution par rapport à nos cartes imprimées actuelles. Les produits cartographiques seront de plus en plus des visualisations temporaires. Il y a plusieurs années lorsque j'étais étudiant à l'université, j'ai appris que cinq éléments devaient figurer sur toutes les cartes : l'échelle, la projection, le graticule ou quadrillage, la légende et le titre. Il se peut très bien que l'ensemble de ces cinq éléments n'apparaisse pas explicitement sur bon nombre de nos futurs produits cartographiques. A certaines questions

d'ordre cartographique, nous pourrions donner des réponses numériques ou textuelles à la place de croquis. Nous pourrions ajouter à nos images, et en soustraire, des couches de données en temps réel, et feuilleter des images cartographiques comme on feuilleterait un livre d'images ou un atlas.

C'est pourquoi dans le futur les cartes pourront être beaucoup plus simples. Chaque question pourra avoir pour réponse un croquis aussi simple que nécessaire. D'autre part la même technologie permettra à ceux qui aiment lire attentivement les cartes de superposer à leurs cartes des jeux de données jusqu'à ce que ces cartes deviennent illisibles.

Comment conçois-je la formation du cartographe dans le futur ? Par essence, j'aime à décrire le futur cartographe comme un courtier en informations topographiques de haute précision et en relations spatiales qui peuvent résulter de ces informations topographiques. Il possède une connaissance approfondie des principes cartographiques de base : concept de l'échelle, choix et utilisation des projections, choix des ensembles de données, conception d'une représentation visuelle illustrant les informations demandées, généralisation et exploitation statistique des ensembles de données spatiales. Si rien de cela ne semble trop différent, vous avez raison, ça ne l'est pas. Les principes de base de la cartographie n'ont pas changé, ce sont la technologie et les efforts déployés pour recueillir les données qui ont changé. En conséquence, notre futur cartographe doit connaître les principes de base ainsi que la nouvelle technologie. Cela signifie qu'il possède quelque connaissance du recueil, de la mémorisation, de l'édition et de l'extraction (en modes vectoriel et maillé) des données numériques. Le cartographe n'a nul besoin d'être un informaticien confirmé ni simplement un spécialiste du presse-bouton.

Appuyer la formation des cartographes aux principes de base implique des travaux intensifs de recherche et des théories reconnues, testées et affinées. Dans les universités américaines, le programme traditionnelle d'études cartographiques a trop insisté sur la technologie photomécanique. Il a été également, et dans une large mesure, enseigné concurremment avec des cours de géographie ou de génie civil. Il est donc nécessaire de supprimer certains des nombreux cours universitaires actuellement requis, pour nous permettre de former l'étudiant cartographe du futur.

Puisque ma préférence va vers l'utilisation de la technologie électronique en cartographie, il nous faut un programme de formation continue en cartographie qui devra être disponible dans les universités et les services cartographiques particuliers. Avant que ces programmes ne puissent être établis, les cartographes devront se mettre d'accord sur ce qui doit être exactement enseigné. Cette information devra être communiquée à ceux qui établiront les programmes d'études universitaires fondamentaux et les programmes plus techniques de formation continue... Notre technologie change si rapidement aujourd'hui que nous devons accepter le fait que nos collègues et universités ne disposeront pas de l'équipement électronique le plus récent. C'est pourquoi ils devront concentrer leur formation sur les principes de base de la cartographie. La formation à la technologie électronique devra s'acquérir sur le tas et pendant la vie professionnelle du cartographe. Une telle division de la formation implique la nécessité d'une série de programmes internes au cours desquels les étudiants, avant d'obtenir leur diplôme universitaire, passeront effectivement leur

temps à travailler dans des services cartographiques. De même, il faudra établir des programmes qui permettront aux employés des services cartographiques de retourner à l'université et aux professeurs d'université de retourner dans les services de production cartographique pour des cours de recyclage.

Les programmes d'études universitaires devront comprendre les théories sur l'échelle cartographique, les projections, les systèmes de coordonnées rectangulaires, la cartométrie et autres domaines d'utilisation cartographique, la connaissance des produits cartographiques, la conception des représentations cartographiques (symbolisation, couleur, etc...), l'exploitation des données cartographiques et la révision. Il faudra y inclure l'initiation à l'informatique, au matériel informatique, aux langages de programmation, à la structuration des données et à la gestion des bases de données. Ceci ne couvre que le besoin de recyclage des adultes et de formation des futurs cartographes professionnels.

J'ai mentionné précédemment que nous étions en train de passer à une période où chacun fabriquera sa propre carte lorsque le besoin s'en fera sentir. Cette transition exige que nous envisagions la formation d'enfants de tous âges. L'un des besoins de la cartographie dans le futur sera un programme de formation des masses à l'utilisation des cartes, dans le cadre de l'enseignement général. Aujourd'hui, aux Etats-Unis, toutes les écoles pour enfants possèdent des petits ordinateurs. Il nous faut développer le matériel éducatif qui sera utilisé sur ces ordinateurs, ce qui permettra aux adultes du futur d'utiliser la cartographie électronique du futur. Cette tâche n'est ni légère ni facile.

Obstacles au progrès

Les obstacles à l'amélioration de la formation cartographique ne peuvent être traités séparément car il y a interaction entre eux. Alors qu'il est nécessaire d'esquisser systématiquement chaque obstacle, l'on doit comprendre que leur interaction peut tendre à accroître leur effet global.

Les obstacles s'opposant au progrès cartographique sont de deux types : ceux internes à la discipline cartographique et ceux qui y sont externes. Les problèmes internes proviennent d'un manque de définition claire du domaine, du manque de distinction entre les cartographes professionnels et les techniciens cartographes, et d'une technologie au changement rapide. Les problèmes externes comprennent les budgets réduits, la nécessité de grosses dépenses d'équipement car la technologie change, et parfois, l'attitude indifférente des non-cartographes envers la profession cartographique.

Bien que l'histoire de la cartographie couvre bien deux millénaires, il n'existe à l'heure actuelle aucune définition généralement admise de la cartographie. Pour une grande partie de l'histoire, cela n'a pas posé de problème. La cartographie était, de toute évidence, étroitement liée à d'autres disciplines et la fabrication et l'utilisation des cartes se faisaient sous un certain nombre de titres différents. Pour preuve, un recensement administratif des activités cartographiques fédérales des Etats-Unis a identifié 39 services cartographiques et 11 services périphériques supplémentaires. Cette fragmentation de la cartographie pose un problème croissant pour la discipline. Au fur et à mesure que la discipline elle-même émerge, une définition plus stricte est nécessaire. Certaines définitions actuelles considèrent l'ensemble du processus,

depuis le recueil des données jusqu'au produit cartographique fini, comme de la cartographie. D'autres définitions limitent le terme de cartographie à des activités se situant entre la fin du recueil des données et le moment où la copie est envoyée à l'imprimeur. Cette dernière définition restrictive peut présenter un problème en raison du changement de technologie qui s'opère et qui aboutit à des cartes qui ne seront peut-être plus imprimées.

Sans une bonne définition de la discipline le problème de la distinction entre techniciens et professionnels devient difficile. Aux Etats-Unis, les professionnels sont fortement prisés ; cependant traditionnellement, les techniciens cartographes ont été supérieurs en nombre. Pour rendre cette discipline émergente aussi vaste et aussi scientifique que possible, la cartographie a tendu à classer tous les praticiens comme des professionnels. Cette pratique peut, à long terme, ne pas servir les intérêts de la discipline.

Enfin, le passage rapide de la technologie manuelle ou photomécanique à la technologie électronique ou assistée par ordinateur a un impact formidable sur la cartographie, accroissant la difficulté de définir une carte et de maintenir à jour les programmes d'études existants.

Les problèmes externes posés par la formation cartographique consistent principalement à trouver un financement approprié pour faire face aux dépenses d'équipement et attirer les formateurs compétents qui sauront dispenser une bonne formation à nos étudiants. La cartographie est particulièrement vulnérable dans le domaine des dépenses d'équipement car elle subit simultanément de rapides changements dans sa technologie. Non seulement nous subissons un complet changement de technologie, mais la nouvelle technologie électronique elle-même change rapidement. C'est pourquoi il ne suffit pas uniquement de changer de technologie puisque des progrès en informatique se produisent quotidiennement. Ce fait, associé à de maigres budgets universitaires, aboutit à ce que les cartographes ont tendance à conserver trop longtemps un matériel ancien. Ce matériel ancien n'est plus développé ni entretenu et donc, des réparations coûteuses se font de plus en plus fréquentes. Puisque nous avons également tendance à être circonspects quant à l'achat de systèmes informatiques en raison de leur courte espérance de vie, nous nous trouvons placés devant un dilemme car nous disposons de trop peu de fonds pour acheter un nouveau matériel et le matériel en place est trop ancien pour mériter de coûteuses réparations.

Dans notre système américain les salaires universitaires sont actuellement inférieurs à ceux pratiqués dans l'industrie et au gouvernement pour des situations comparables. A un moment où les cartographes formés à la technologie électronique sont peu nombreux sur le marché, les salaires les moins attrayants sont pratiqués dans les universités. Les plus hauts salaires sont payés par l'industrie et par voie de conséquence, de nombreux cours universitaires sont dispensés par les personnes les plus médiocrement formées à notre spécialité. Nous ne produisons pas assez de cartographes professionnels ayant acquis une bonne formation.

Le problème externe restant est aussi une conséquence directe de l'austérité des budgets. Pour certaines raisons, tenant à la nature humaine, il semble qu'en des temps de restrictions budgétaires, les gens tendent à ne considérer que leurs besoins propres. Ainsi, nos collègues non-cartographes se montrent-ils de plus en plus indifférents

envers les besoins cartographiques au fur et à mesure qu'ils concentrent leur énergie sur la préservation de leur propre spécialité et de ses besoins. Cela signifie que plutôt que de faire des projets réalistes à long terme et de conserver une force relative, nous préférons trop souvent ne considérer que nos querelles internes. Dans de telles conditions, les cartographes, qui sont rarement supérieurs en nombre dans les départements universitaires, manquent souvent d'obtenir la part des fonds disponibles qui leur est nécessaire pour faire face à leurs besoins.

En conséquence directe de ce qui précède, il s'avère très difficile de former actuellement dans les universités le type de personne dont notre discipline aurait l'utilisation immédiate.

Nous ne formons pas de futurs professeurs d'université à l'enseignement de la cartographie et cet état de chose pourrait très bien se poursuivre jusqu'à la fin du siècle. Il est vrai que dans ce domaine nous avons procédé à quelques améliorations ces dernières années en introduisant l'informatique et quelques compléments mathématiques nécessaires dans les programmes d'études, mais nous ne formons pas encore suffisamment d'étudiants possédant la qualification et les compétences requises.

Conclusions

J'envisage la cartographie du futur comme une cartographie pluraliste. Nombreuses seront les technologies qui serviront à réaliser un grand nombre de produits cartographiques différents. Nous ne pouvons ignorer la permanence des principes cartographiques de base en dépit des technologies que nous utilisons en pratique. Nous devons les mettre en relief et nous efforcer de les comprendre plus à fond. Notre nouvelle technologie nous forcera à des changements, mais individuellement et collectivement nous devons accroître notre savoir en fonction de ces changements.

Je ne veux pas être trop pessimiste. Nous vivons aujourd'hui une époque passionnante en cartographie. Nous devons faire l'expérience de ce que peu de cartographes, s'il en est, ont fait autrefois. Nos expériences sont probablement un peu plus intenses aujourd'hui car les innovations s'introduisent à un rythme plus rapide de nos jours. Dans cette perspective nous devons regarder ce qui se passe. Au fur et à mesure que nous progressons et profitons pleinement de ces changements, je vous exhorte à ne pas rester sur vos positions mais à apprécier le fait que vous participez à une discipline qui se trouve dans une période de transition importante de son histoire. Ne serait-il pas intéressant de pouvoir lire (si nous avons encore besoin de le faire) en l'an 2100 des ouvrages sur la cartographie des années 80 ?