

# OÙ VA L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMATIQUE? VERS DES INFRASTRUCTURES GÉOSPATIALES D'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMATIQUE

# WHERE IS GEOMATICS TEACHING GOING? TOWARDS GEOSPATIAL INFRASTRUCTURES FOR THE INSTRUCTION OF GEOMATICS

Nicholas Chrisman, Sylvie Daniel, Stéphane Roche, Rock Santerre, Yvan Bédard et Francis Roy

*Sur la base d'une expérience de 100 ans de formation en géomatique à l'Université Laval, certaines tendances en matière d'enseignement peuvent être extraites. Cet article aborde le contenu des cours universitaires en géomatique et les méthodes d'enseignement de cette discipline. Le contenu des cours doit s'ajuster à la convergence des technologies considérant, entre autres exemples, que les moyens de localisation sont intégrés dans des appareils ubiquistes de plus en plus miniaturisés. Un enjeu important dans la conception de l'enseignement est la « demi-vie » du matériel pédagogique enseigné. D'égale importance est le contexte sociétal de l'utilisation des technologies géomatiques. En même temps, les méthodes d'enseignement doivent évoluer à cause des pressions exercées par les changements technologiques. Une conclusion importante est que l'enseignement de la géomatique requiert des investissements substantiels dans les infrastructures géospaciales.*

## 1. Introduction

Le centenaire de notre Département des sciences géomatiques est l'occasion d'un exercice rétrospectif mettant en évidence une évolution marquée de la géomatique au cours du siècle passé. Le dernier article de ce numéro spécial pose ainsi la question de la direction future de la géomatique et de son enseignement. Si l'avenir s'annonce complexe, nous pouvons néanmoins avancer quelques éléments prospectifs.

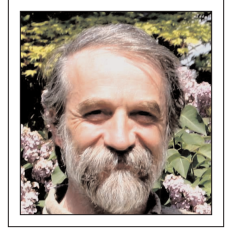
Le premier constat est que nous ne sommes pas seuls à tenter l'exercice. Dès le début des changements technologiques, l'enseignement de ces technologies fut remis immédiatement en question. En

*Based on a hundred years of experience in geomatics education at Laval University, certain future directions for instruction emerge. This paper considers the content of geomatics courses and the methods of delivery. The content of courses must adjust to the convergence of technologies as, for example, when methods of location become embedded in more and more (smaller and smaller) ubiquitous devices. A central concept in instructional design is the "half-life" of the material taught. Of equal importance is the societal context of the use of geomatics technology. At the same time, the methods of instruction are changing due to the same pressures of technological change. A main conclusion is that teaching requires substantial geospatial infrastructural investments.*

## 1. Introduction

The centenary of our Department of Geomatics Sciences inspired us to reflect on the changes seen in geomatics over the past hundred years. This last article of the special issue focuses on the future of geomatics and its instruction. While the future may be complicated, we can propose certain emerging elements.

Our first finding is that we are not alone in attempting this enterprise. When technology began to change, the teaching of these technologies became an immediate issue. In cartography, for example—one of the contributory disciplines to Geomatics—*Tobler* [1959] unveiled new techno-



Nicholas Chrisman



Sylvie Daniel



Stéphane Roche



Rock Santerre



Yvan Bédard



Francis Roy

...à  
l'Université  
Laval, le  
début des  
années  
1980 fut  
marqué par  
une révision  
majeure des  
programmes  
d'études...

cartographie, par exemple, une des disciplines contributives à la géomatique, *Tobler* [1959] annonçait les nouvelles possibilités informatisées pratiquement en même temps que les professeurs concernés proposaient une nouvelle structure d'enseignement [*Sherman et Heath* 1959; *Chrisman* 1997]. À cette époque, l'investissement pour un ordinateur institutionnel engloutissait la moitié du budget [*Sherman* 1969]. IBM affirmait que cinq ordinateurs pouvaient couvrir tous les besoins de calculs en Amérique du Nord. La centralisation s'imposait du fait même des coûts astronomiques des ordinateurs de l'époque.

Depuis, plusieurs auteurs ont décrit leur vision de l'avenir pour toutes les disciplines qui ont convergé vers la géomatique et en font partie intégrante [*Abler et al.* 1993]. Force est de constater que, depuis plus de vingt ans, ces évolutions s'inscrivent dans la pluridisciplinarité [*Chrisman et al.* 1984]. Par exemple, à l'Université Laval, le début des années 1980 fut marqué par une révision majeure des programmes d'études, caractérisée par une approche intégratrice et systémique des composantes de la géomatique, autour des convergences technologiques de l'époque [*Bédard et Gagnon* 1986; *Gagnon et Bédard* 1994]. L'enseignement implique en effet une connaissance des technologies émergentes mais aussi des tendances. Par ailleurs, l'investissement dans l'infrastructure d'enseignement s'accroît à chaque étape. *Baumann* [1979] démontre par exemple que si les étudiants peuvent construire beaucoup plus de cartes avec l'aide de l'informatique, le professeur devient en retour responsable de nouvelles tâches pour soutenir cette technologie. Ces deux tendances (pluridisciplinarité et infrastructure) perdurent encore aujourd'hui.

Mais l'intégralité des changements technologiques n'est pas nécessairement pertinente sur le plan de l'enseignement. Certains changements provoquent des transformations conceptuelles durables, alors que d'autres sont rapidement oubliés et dépassés. Le principe admis est qu'au moins la moitié des transformations technologiques prises en compte dans les révisions de programmes d'enseignement sont encore valides à la fin du cycle envisagé (« demi-vie »). Par exemple, *Tobler* [1976] en annonçant son plan de cours de « cartographie analytique », visait une période de vingt ans. Soixante pourcent de son contenu était encore valide et utile 25 ans plus tard. Il décrivait même un instrument, porté à la main, pour se positionner à l'aide de satellites. Si les moyens informatiques du milieu des années 1970 ne sont plus valides aujourd'hui, certains principes fondamentaux demeurent certainement aussi importants qu'ils l'étaient à l'époque.

logical capabilities at about the same time as his professors proposed a new structure for teaching [*Sherman and Heath* 1959; *Chrisman* 1997]. During this period, buying a computer to support a new cutting-edge laboratory gobbled up half of the budget [*Sherman* 1969]. IBM thought that five computers could serve the computational needs of North America. Centralization was thus a consequence of the astronomical costs of computing in this period.

Since then, numerous authors have sketched their version of the future for each of the disciplines that converged to form geomatics and now serve as its integral elements [*Abler et al.* 1993]. We are thus led to conclude that the changes over the past 20 years have pluri-disciplinary roots [*Chrisman et al.* 1984]. For example, at Laval University, the beginning of the 1980s witnessed a major revision of the curriculum, characterized by a unifying approach that systematically included the composite disciplines of geomatics [*Bédard and Gagnon* 1986; *Gagnon and Bédard* 1994]. To instruct requires knowledge of emerging technologies and the ability to predict their direction. Each new step requires investment in infrastructure to support these changes. *Baumann* [1979] demonstrated how computers could help students make many more maps, but the professor had to take on new tasks to support the technology. These two issues—pluri-disciplinarity and infrastructure—persist to this day.

However, the degree of technological change is not necessarily pertinent to instruction. Some changes cause long-lasting conceptual transformation, while others are quickly outmoded and forgotten. An instructional program should be aware of the half-life concept—the period required until half of the technology remains useful. For instance, *Tobler* [1976] announced his syllabus for “analytical cartography,” hoping to attain a half-life of 20 years. When viewed 25 years later, at least 60% of his content remains valid. He even foresaw a handheld instrument for satellite positioning. While the computing technologies from the mid-1970s are no longer applicable today, certain fundamental principles remain as important now as they were then.

The viewpoint presented here is founded on the notion of an infrastructure. This concept underpins some of the current directions in societal change: the emergence of an information society, new forms of mobility, and new relationships between time and space. We propose the following hypothesis: coupled with contemporary technological trends (web, wireless, ubiquitous computing, etc.), societal changes have major consequences on teaching methods, particularly for geomatics. This is due to the double effect—that geomatics is a goal of

La position présentée ici est fondée sur la notion centrale d'infrastructure. Cette notion constitue l'une des bases des transformations sociétales actuelles : prégnance de la société de l'information, nouvelles formes de mobilités, nouveaux rapports au temps et à l'espace. Nous posons l'hypothèse suivante : couplées aux évolutions technologiques contemporaines (Web, sans fil, informatique ubiquiste, etc.), ces transformations sociétales ont des conséquences majeures sur l'art et la manière d'enseigner, en particulier la géomatique. Dans ce contexte, la géomatique constitue à la fois un objet d'enseignement et fournit les moyens de son propre enseignement. La notion d'infrastructure (dans son acception géomatique : SDI-infrastructures des données spatiales) est d'autant plus fondamentale qu'elle implique une mise en cohérence de moyens technologiques, de données, de méthodes, etc. accessibles via un cadre structuré et réglementé. Cette double notion d'objet/moyen est abordée dans les deux sections suivantes : le « quoi » enseigner dans un premier temps, le « comment » enseigner ensuite.

## 2. Quelle géomatique enseigner?

### 2.1. Sur le plan technologique

Quatre phénomènes en particulier caractérisent les évolutions technologiques (géomatiques) actuelles. Ces phénomènes constituent les bases d'un renouvellement de l'enseignement de la géomatique.

La *convergence* technologique, en particulier celle qui s'opère entre les technologies de l'information (TI) et les technologies de localisation et de positionnement est le premier de ces phénomènes. Cette convergence est aujourd'hui matérialisée par le développement des services géolocalisés (LBS), le couplage entre les technologies de positionnement à l'intérieur (à base de RFID par exemple) et le GPS, le développement des capteurs actifs et des architectures distribuées, ou encore la convergence entre les techniques de cartographie et d'analyse spatiale et le Web (geobrowser, geoblog, wikiSIG, etc.).

Un phénomène de *miniaturisation* touche également la géomatique. En effet, la situation technologique de la géomatique actuelle suit l'évolution et les tendances de technologies complémentaires comme les télécommunications ou l'électronique par exemple. Cette tendance à la miniaturisation intègre de plus en plus de fonctions (géomatiques) sur des supports de plus en plus petits. Les principes de localisation et de navigation, qui s'appliquaient toujours à l'échelle du terrain, s'appliquent aujourd'hui

teaching, but also provides its own means (technical support) for teaching. The concept of infrastructure (as witnessed by the geomatics focus on spatial data infrastructure: SDI) becomes more fundamental as it integrates technology, data and methods, and is accessible through a controlled environment. The reciprocal relationship between means and ends is addressed in the next two sections: the first deals with "what" to teach, followed by "how" to teach it.

## 2. What Geomatics to Teach?

### 2.1. From the Technological Perspective

Four particular phenomena characterize the current trends in geomatics technologies and form the basis for renewal of geomatics instruction.

The first concerns technological *convergence*, particularly between information technology (IT) and positioning (and all forms of localization). This convergence has created location-based services (LBS), the linkage of tracking devices such as radio-frequency identification (RFID) to GPS, the development of active sensors and distributed architectures, as well as the convergence of cartography, spatial analysis and Web-based services (geobrowsers, geoblogs, Wiki GIS and so on).

Similarly, geomatics is affected by miniaturization. In this regard, geomatics simply follows along the larger currents of change in telecommunications and electronics. Miniaturization means that more and more functions can be integrated onto smaller and smaller devices. Principles of navigation and positioning that applied at a landscape scale now apply in all sorts of spaces and at all scales. Microgeomatics applies inside buildings. At even finer scales, nano-geomatics could apply navigation and positioning inside the human body during surgery.

While these technologies can operate in a local space, it is often the integration into global reference systems that provides value-added, as spatial data becomes "geospatial." This conversion opens the connection between distinct observations and analysis in a larger context.

The third phenomenon of interest derives directly from changes in IT with the development of *ubiquitous* computing. In this domain, geomatics can provide services though positioning that are accessible to all, at all times and places. Geomatics

*...geomatics  
is affected  
by miniatur-  
ization.*

d'hui sur des espaces de toutes sortes et à toutes échelles (de l'échelle géographique jusqu'à l'échelle « intra-corporelle »). On parle d'une microgéomatique à l'intérieur des bâtiments par exemple. On voit même poindre une déclinaison nanogéomatique (ex : localisation et navigation à l'intérieur du corps humain lors des opérations chirurgicales).

Quoique ces nouvelles technologies puissent effectuer un positionnement dans un espace local, c'est leur intégration à des systèmes de référence spatiale globaux qui leur donne souvent une plus-value, c'est-à-dire leur enrichissement de données spatiales en données « géospaciales. » Ceci permettant alors de mettre en corrélation plusieurs observations micro/nano-géomatiques ainsi que de les analyser dans un contexte plus global.

Le troisième phénomène caractéristique de ces évolutions technologiques est directement hérité des évolutions de l'informatique, et en particulier du nouveau champ de l'informatique *ubiquiste*. La géomatique dans cette perspective aurait à fournir des services, une localisation, des outils, accessibles par tous, en tout temps et en tout lieu. L'ubiquité de la géomatique n'est sans doute pas encore une réalité quotidienne accessible; les signaux GPS et de téléphonie mobile (cellulaires) ne sont pas toujours captés partout; les capteurs et les caméras ne voient pas tout. Mais la tendance démontre clairement les possibilités.

Le quatrième, mais pas le moindre, phénomène caractéristique est lié à la variable *temporelle*. En effet, l'ensemble des évolutions technologiques qui touchent la géomatique s'opère à une vitesse jamais atteinte. Reste à savoir dans quelle mesure ce rythme effréné n'est pas uniquement le fruit des impératifs du marché (« market pull »). Néanmoins, cette seule variable pose des défis d'intégration et d'analyse de mesures effectuées à des périodes différentes.

Le principe de demi-vie de *Tobler* [1976] est-il encore valide dans ce contexte? *Tobler* [1976] croyait que les principes duraient plus longtemps que les moyens technologiques. Mais, les principes fondamentaux purs sont moins évidents à appréhender dans une période d'évolutions rapides et hybrides entre plusieurs disciplines et technologies [Latour 1987]. Sur le plan pédagogique, cette situation rappelle toute l'importance de pouvoir ouvrir les boîtes noires et les reconstruire. Ce concept de boîte noire tire ses origines de l'informatique. Faisant appel à la physique (et à ses corps noirs), *Latour* [1987] utilise cette métaphore comme point de départ pour comprendre les sciences et technologies à travers l'image de Janus. Cet homme de la mythologie romaine avait deux visages : le vieux regardait vers le passé (la science faite); et le jeune

services may not yet be currently available to all; signals from GPS and mobile devices are not always available everywhere, and sensors and video coverage cannot see everything. Yet, the trend is clear that universal coverage may become possible.

The fourth, but not least, phenomenon deals with the *temporal* aspect. Technological change has been occurring at an unimaginable rate. It remains to be seen how much of this rapid rate is due to market pull. However, this issue creates a huge challenge in integrating measurements made at different technical epochs.

In this context of change, is *Tobler's* [1976] concept of half-life valid? He believed that principals would last longer than technical means. But pure fundamental principals are less evident in a period of rapid change that engages hybrids between disciplines and technologies [Latour 1987]. Applied to instruction, this circumstance reemphasizes the importance of being able to open up black boxes and reconstruct them. The idea of a black box has its origins in computer science, building on the analogy of physics and black bodies. *Latour* [1987] uses this metaphor as a starting point to understand science and technology using the image of Janus. This person from Roman mythology has two faces: the old man looked back at the past (science as made), while the youth faced forward (science in the making). In a period of stable technology these views would not vary much, so teaching could use known science—the view of the wise old man. Established theory and technology could stay inside their black boxes, since there was little need to tinker with them. However, in a period of rapid and intense technological change, teaching must prepare students to construct new knowledge. In such a period, black boxes cannot remain shut.

These phenomena and their consequences for geomatics will cause direct impacts for instruction and how we conceive of it in the next decade. On a very practical level, the first impact relates to keeping laboratory and teaching equipment up to date. “...A negative development is the considerable shortening of the service life of surveying instruments: Whereas a purely mechanical-optical instrument has an operating life of 30 years or more, the modern digital electronic equipment often cannot be repaired more than 10 years from the manufacture of the last batch of a type of instrument.” [Rüeger 2006].

Beyond hardware, the trends in software and systems create new openings. In the first ten years of the World Wide Web, databases remained centralized, as access emerged on the network. The second wave of the Web (sometimes termed Web

*...l'ensemble des évolutions technologiques qui touchent la géomatique s'opère à une vitesse jamais atteinte.*



regardait vers l'avenir (la science à faire). Dans une période de technologie stable, la formation peut se faire avec la science connue, selon la vue sage de l'ancien. Les boîtes noires contiennent des théories et des méthodes établies. Elles peuvent rester fermées dans la mesure où il n'y a pas de raison de les changer. Mais dans une période de changement technologique intense et rapide, l'enseignement doit orienter les étudiants vers la construction des connaissances nouvelles. Les boîtes noires ne peuvent plus rester fermées.

Ces phénomènes et leurs incidences sur la géomatique ont des conséquences directes sur la manière d'envisager son enseignement au cours de la prochaine décennie. Sur le plan pratique, une première conséquence de la rapidité des changements concerne la nécessité de maintenir à jour les équipements d'enseignement et de laboratoires. « ...un développement négatif consiste en une réduction importante de la durée de vie utile des instruments d'arpentage : Alors qu'un instrument purement optico-mécanique a une durée d'opération de 30 ans ou plus, les équipements électroniques numériques modernes ne peuvent souvent plus être réparés si plus de 10 ans se sont écoulés depuis la production du dernier lot du type d'instrument. » [Rüeger 2006].

Au-delà de l'appareillage (« hardware »), les tendances en termes de logiciels et de systèmes ouvrent de nouvelles possibilités. Dans les dix premières années du World Wide Web, les bases de données demeuraient encore centralisées, avec un affichage évolué sur le réseau. L'évolution de la vague dite seconde Web2 suppose beaucoup plus d'interaction. En même temps, le taux d'échange (« bandwidth ») devient plus important que le stockage matériel de l'information. Même s'il n'existe pas totalement encore, nous devons former les étudiants pour une période à venir, lorsque les connaissances seront distribuées et rendues par des services de réseaux, prétraitées pour la demande spécifique.

Les évolutions actuelles des technologies de capteurs amènent également des changements radicaux des stratégies d'acquisition, de gestion et d'analyse de l'information géospatiale. De tels capteurs ont le potentiel d'acquies et de fournir des flots continus d'informations géoréférencées, dans des contextes très diversifiés. Avec l'avènement des nanotechnologies, il existe maintenant des plateformes à faible coût, tant en termes financier que de puissance, constituées de capteurs embarqués et munies de capacités de communication sans fil. Les efforts de recherche et de développement vont donc s'orienter vers la conception d'infrastructures capables de soutenir de tels systèmes distribués et parfois mobiles [Stefanidis et Nittel 2004]. En effet, la miniaturisation de ces systèmes, leur faible consom-

2.0) implies greater interaction. Meanwhile, issues of bandwidth are more relevant than the physical storage of information. Even if it is not yet completely available, we should prepare students for a period in the future when knowledge will be distributed, tailored to specific needs and rendered across the network.

Current trends in sensor technology signal radical change in acquiring, managing and analyzing geospatial information. Such sensors have the potential to capture continuous streams of geo-referenced information from diverse settings. Coupled with nanotechnologies, low-cost platforms will combine great power with wireless communications. Research and development horizons will expand towards the design of infrastructures capable of supporting distributed and mobile devices [Stefanidis and Nittel 2004]. Miniaturized systems with low-energy budgets offer a basis for autonomous vehicles, such as drones. The real-time continuous flow of data leads to issues of integration, analysis and aggregation of geospatial data from heterogeneous sources. Existing solutions are relatively static. Thus, it will also be important to rethink the analytical toolkit and visualization techniques to more adequately represent the dynamic character of the data from a network of sensors. This technical development will impact future teaching of geomatics, as we rethink our current principles of data acquisition, storage, modelling and communication.

## 2.2 From the Perspective of Use and the Human Context

It is self-evident that geomatics cannot be taught without reference to issues of organizations, societies and individuals. The process of technological change must be considered within a much larger domain of use and users of geomatics. While geomatics was originally used by public institutions for land and resource management, it is now in the grips of an unprecedented democratic wave: Geomatics now applies to the daily life of the whole population. The recent hallmarks include web-based cartography (Google Earth, MapQuest, WikiMapia, etc.), onboard navigation in cars, and GPS receivers for hikers and recreational applications, such as geo-caching—a modern version of treasure hunting. For a researcher-teacher of geomatics, this explosion offers a happy confluence. Geomatics has become accessible nearly everywhere, for all, at all times. The driver navigating through the assistance of an integrated guidance system, or the hiker locating his or her track with

*...Geomatics  
now applies  
to the daily  
life of the  
whole  
population.*

mation énergétique en font également des candidats tout indiqués pour équiper des véhicules ou des engins autonomes tels que les drones. Toutes ces informations acquises en continu et en temps réel amènent de nouvelles problématiques d'intégration, d'analyse et d'agrégation de données géospatiales hétérogènes. De plus, les solutions existantes sont relativement statiques. Il faudra là aussi repenser les outils et la manière de visualiser les informations géospatiales afin d'être plus en adéquation avec le caractère dynamique des informations acquises au travers des réseaux de capteurs. Cela va donc avoir un impact sur les enseignements futurs de la géomatique. Il faudra repenser les concepts de base actuels concernant l'acquisition, le stockage, la modélisation et la diffusion des données.

## 2.2. Sur le plan des usages et du cadre sociétal

La géomatique ne peut bien évidemment pas être enseignée en dehors de tout référent humain, organisationnel ou sociétal. Le contexte d'évolution technologique évoqué dans la section précédente s'inscrit dans un domaine bien plus large de champs d'utilisation et d'utilisateurs de la géomatique. À l'origine surtout exploitée par des institutions publiques en support à la gestion du territoire et des ressources, la géomatique est aujourd'hui au coeur d'un processus de démocratisation sans précédent. Elle s'impose en effet dans la vie quotidienne et s'offre au grand public. La cartographie sur le Web (Google Earth, MapQuest, WikiMapia, etc.), la navigation embarquée dans les automobiles, les récepteurs GPS utilisés pour la randonnée, les activités récréotouristiques ou encore pour la géocachette, une version moderne de la chasse au trésor, en constituent de nouvelles déclinaisons. Du point de vue du professeur-chercheur en géomatique, ce phénomène de démocratisation pose un heureux problème. En effet, la géomatique devient accessible presque partout, à tous et en tout temps. Le conducteur du véhicule naviguant grâce à l'assistance de son système de guidage intégré, ou le randonneur se positionnant avec exactitude sur son parcours grâce à son récepteur GPS, tel monsieur Jourdain, le personnage de Molière, fait de la géomatique sans savoir ce que c'est.

Si tout le monde ou presque peut aujourd'hui utiliser la géomatique (de plus en plus fréquemment sans même en être conscient), il reste que ce n'est pas parce que l'on est un pilote même averti, que l'on devient pour autant mécanicien. Pour l'utilisateur de base, un instrument (ou un logiciel) reste une boîte noire. Le contenu de la boîte noire est conçu et continuera d'être conçu par des spécialistes. C'est

great accuracy using a GPS receiver, just like Molière's character, is playing a role in geomatics without knowing what it is.

While nearly everyone can now use geomatics (more and more without even being aware of it), it is still true that even an informed pilot does not make a mechanic. For the basic user, a tool (hardware or software) remains a black box. The contents of the black box are designed and will remain the domain of a specialist. The division of knowledge, expertise and labour is at issue. How many professionals will be needed? The answer is unclear. Faced with a marketplace of such scale and dynamism, the potential for new niches is plentiful, but uncertain.

These concerns raise the question of the profile of future geomatics experts. The response is neither simple nor unique. It is hard to determine the skill set(s) required by the professionals of the future. Confronted with such a diverse range of users, the new generation of professionals will require broad training in standards, professional ethics and privacy concerns. Rapid technological change, the growth of integrated sensor webs and other developments simply reinforce the need to decide on standards. The adherence to standards will become inevitable in designing architectures and in building components of spatial data infrastructures. While some organizations may be currently training their staff, the university sector must pick up the baton for the next generation.

Let us remember that the role of the geomatics expert will continue to be to select (or develop) technical means that fulfill the needs of the client (the work to do) in an optimal manner (by attaining the objectives at the lowest cost). Ensuring the quality of the results (including positional accuracy) will remain in the realm of the geomatics professional, who must be able to certify his or her work in the face of competition from many others. The geomatics professional must also respond to requirements to integrate geospatial data for emergency events or environmental management, just to mention two. The professional must be able to articulate his or her skills with other professionals in multi-disciplinary teams.

Geomatics specialists, equipped with their toolkit, must also be prepared to bring solutions to societal problems, such as environmental protection, water management, reduction of poverty and respect for land ownership [Roberge 2005].

Land-ownership institutions are considered one of the fundamental requirements for economic development of a region or a country. This role is clear in the action plan adopted at the Third Summit of the Americas, held in Québec City in April 2001.

*Pour l'utilisateur de base, un instrument (ou un logiciel) reste une boîte noire.*

bien la répartition des connaissances, des expertises—et du travail—qui est ici en question. Combien de professionnels seront requis? La réponse n'est pas claire. Face à un marché aussi large et mouvant, les possibilités de créer des niches nouvelles sont nombreuses, mais incertaines.

Ces constats posent en tout cas la question du profil attendu de ces futurs géomaticiens. Et la réponse n'est ni simple ni unique. Il est difficile de statuer sur le ou les profils de professionnels à former. Il reste que les compétences transversales que devront acquérir ces professionnels géomaticiens confrontés à une population d'utilisateurs aussi hétérogènes, aussi large et incluant le grand public, touchent en particulier les questions de normalisation, de certification, de vie privée, etc. En effet, l'évolution rapide des technologies et la croissance des systèmes et capteurs distribués ne vont que renforcer la tendance actuelle en termes de normalisation. L'utilisation des normes en géomatique va devenir incontournable au moment de concevoir les architectures et de développer les composantes des nouvelles infrastructures de données géospatiales. Si les organisations assurent actuellement la formation de leurs professionnels, les universités devront prendre le relais pour former les futurs géomaticiens.

Rappelons que le rôle du géomaticien est et demeurera de pouvoir sélectionner (développer) les méthodologies répondant de manière optimale (atteinte des objectifs au meilleur coût) afin de répondre aux besoins du client (du travail à effectuer). La validation de la qualité des résultats (dont la précision du positionnement, par exemple) doit demeurer dans le champ des compétences du professionnel en géomatique. Et ce dernier devra être en mesure de certifier son travail, alors que la concurrence se développe de plus en plus. Un autre défi du spécialiste en géomatique est de pouvoir répondre aux besoins accrus d'intégration de données géospatiales comme pour les applications en environnement et la gestion des situations d'urgence pour ne nommer que celles-là. Le géomaticien tout en étant un spécialiste se devra de composer avec d'autres professionnels à l'intérieur de projets composés d'équipes multidisciplinaires.

Les géomaticiens équipés de leurs outils géomatiques se doivent aussi de contribuer à apporter des solutions aux problèmes sociétaux dont la protection de l'environnement, la gestion de l'eau, la réduction de la pauvreté, et la protection des droits fonciers [Roberge 2005].

D'ailleurs, les institutions foncières sont considérées comme l'une des composantes fondamentales du succès du développement économique d'une région ou d'un pays. Un tel constat peut être formulé par exemple à la lecture du plan d'action

The plan sought to identify the means to build democracy, to create prosperity and to realize human potential. The participating governments identified the means as modernizing land records in order to ensure land tenure, and strengthening local government by ensuring adequate revenue from equitable property taxation (<http://www.summit-americas.org/eng-2002/quebec-city-summit.htm>). Thus, cadastral reforms target the creation of reliable and enduring institutions that ensure access to the land resource, legal protections for land use, reliable property transfer and access to credit through mortgage loans [Deiningner 2003]. The concerns align with the millennial assessment goals adopted by the member states of the United Nations to be attained by 2015 ([http://www.un.org/english/millenniumgoals/goal\\_7.html](http://www.un.org/english/millenniumgoals/goal_7.html)).

The work of the FIG (Fédération Internationale des Géomètres) on cadastral systems also set an agenda for coming years. Inspired by the concept of Cadastre 2014, we can foresee that the cadastre of the future will not be limited to a simple representation of parcels of land ownership. These systems will extend to territorial subdivisions for land management including easements, zoning, flood protection and other hazards. Various efforts around the world are in different stages of development towards a true multi-purpose cadastre that could respond to new demands of society for sustainable development, urban planning, protection of water resources and responses to climate change.

Faced with such challenges, geomatics teaching must take stock of a new range of social science disciplines that bring important elements to bear on land management.

### 3. How to Teach the Geomatics of Tomorrow?

Considering the contents of geomatics instruction inevitably brings the attention around to the corollary question of how (by what means) to teach this content. This issue takes on greater importance since the technological and societal issues described above also affect the practical mechanisms of learning and teaching. Teaching the geomatics of tomorrow means confronting a new technological setting (IT, communications, teaching support), a surge of online courses and of post-university training becoming a continuous and ongoing process.

The setting for teaching has been changing more rapidly than it has for centuries. The slightest change in the content of classes in geomatics raises questions of how to deliver the course. Information

*The setting for teaching has been changing more rapidly than it has for centuries.*

adopté lors du 3<sup>e</sup> Sommet des Amériques, tenu à Québec en avril 2001. Ce plan d'action vise à identifier les moyens à mettre en œuvre pour renforcer la démocratie, créer la prospérité et réaliser le potentiel humain. Les gouvernements participants ont donc identifié les moyens suivants : la modernisation des systèmes de registre foncier et de cadastre afin de sécuriser la tenure des terres et le renforcement des gouvernements locaux en assurant un financement des municipalités avec des systèmes de taxation foncière équitables (<http://www.summit-america.org/eng-2002/quebeccity-summit.htm>). Ainsi, les réformes foncières visent la mise sur pied d'institutions fiables et pérennes, et qui favorisent l'accès à la terre, la protection légale de l'occupation du sol, le transfert sécuritaire des droits et l'obtention de crédits hypothécaires [Deininger 2003]. Ces préoccupations vont dans le même sens que les objectifs du millénaire pour le développement, que les États membres des Nations Unies se sont engagés à atteindre d'ici 2015 ([http://www.un.org/french/millenniumgoals/goal\\_7.html](http://www.un.org/french/millenniumgoals/goal_7.html)).

Les travaux de la FIG sur les systèmes cadastraux tracent également les grandes tendances des prochaines années. Inspirés par les travaux réalisés sur le concept de cadastre 2014, on constate que les cadastres de l'avenir ne se limiteront plus à la seule représentation du morcellement issu des droits de propriété; ils intégreront aussi la cartographie des unités territoriales assujetties à des charges, restrictions et obligations particulières (comme les servitudes, le zonage municipal, les zones d'inondation et à risque). Ainsi, différents cadastres dans le monde sont en processus de modernisation et de transformation pour devenir de véritables systèmes d'information cadastrale, dédiés à répondre aux nouvelles préoccupations des sociétés humaines relatives à l'occupation durable des territoires, au développement planifié des villes, à la protection des ressources hydriques et aux changements climatiques.

Devant une telle perspective, l'enseignement de la géomatique doit s'alimenter auprès de nouvelles disciplines sociales et humaines qui comportent des dimensions territoriales et spatiales importantes.

### 3. Comment enseigner la géomatique de demain?

La question de la géomatique comme objet d'enseignement renvoie inévitablement à la question corollaire du comment (par quels moyens) enseigner cet objet. Cette question se pose avec d'autant plus d'importance que le contexte technologique et sociétal décrit plus haut transforme radicalement les

technology has opened opportunities to develop teaching from 'always at a given time and place' towards asynchronous and distributed locations (or both at once)—“anywhere and anytime.”

The trend (Figure 1) should be interpreted as a diversification of supply, rather than a rejection of the current approach. This broadening cannot be effected without a critical mass of professors and professionals, as well as a strong local support infrastructure.

#### 3.1. Acceleration in Distance Learning

The new technological settings are clearly well adapted to support distance learning, with flexible schedules and clientele geographically distributed (the Department of Geomatics Sciences at Laval University offers a few online-only courses). However, such a transformation raises questions about the content and format of the material. It requires attention to the mechanisms of a course (that will not demand all the teacher's time) to recreate interactivity (in real time) that was implicit in traditional classes, with the professor and students in the same place at the same time.

With more material available and greater accessibility (PC, workstations and Internet), supplemented by free and open software, and with access to data from networks of sensors, we can reach a greater range of the demand at all levels. While this may be seen as a competition right now between community colleges, universities and the private sector, this trend can also bring higher visibility to the field and give us a larger pool of students for each of these components, if each competitor communicates his or her place in the whole of geomatics. But in the case of distance learning, how does a particular program establish its attractiveness relative to another offering? How do we signal quality of instruction in a broadened marketplace? For the last few years, every corner of the world has sought its niche in the evolving cyberspace. Even if the majority of programs broadcast on the Internet have not attained their promise, the gap between vast potential and what really works does not nullify the long-term trend towards communication between distinct places and distinct times (asynchronous).

#### 3.2. Requirements for Life-Long Learning

The rapid growth of services based on geospatial information has led to an explosion of uses and the creation of new occupations. One of the chal-

*...l'enseignement de la géomatique doit s'alimenter auprès de nouvelles disciplines sociales et humaines...*



modalités pratiques d'apprentissage et d'enseignement. Enseigner la géomatique de demain c'est faire face à un nouvel environnement technologique (TIC, plateforme éducative), à la recrudescence de cours en ligne, au besoin d'un apprentissage distribué, à la délocalisation des enseignements et à une formation post-universitaire continue et perpétuelle...

Ce cadre d'enseignement évolue plus rapidement actuellement qu'il ne l'avait fait depuis des siècles. Le moindre changement dans le contenu des cours de géomatique appelle inmanquablement des changements dans les moyens de délivrer ces cours. Les technologies de l'information (TI) ont ouvert des possibilités pour passer d'un apprentissage toujours en même temps et au même endroit, vers de nouvelles méthodes asynchrones ou en des lieux différents – ou les deux en même temps.

Cette tendance (Figure 1) doit être interprétée comme une diversification de l'offre d'enseignement et non l'abandon de la structure actuelle. Cette diversification ne peut se faire sans une masse critique de professeurs et de professionnels et une infrastructure locale forte.

### 3.1. L'accélération de la formation à distance

Si ces nouveaux cadres sont effectivement bien adaptés pour l'enseignement à distance avec des horaires variables et pour des publics répartis géographiquement (le Département des sciences géomatiques de l'Université Laval offre déjà quelques-uns de ses cours totalement en ligne sur Internet), une telle transformation impose de revoir en profondeur les contenus et la forme des enseignements. Il faut en particulier élaborer des mécanismes (ne consommant pas tout le temps du professeur) pour recréer l'interactivité (en temps réel) qui existe en classe entre le professeur et les élèves.

Avec la disponibilité de matériels de plus en plus accessibles (PC / stations de travail / Internet) auxquels s'ajoutent les logiciels libres et gratuits et l'accès à une grande variété de données au travers des réseaux de capteurs, on peut s'attendre à davantage d'offres de formation en géomatique de la part des collèges et des organismes privés. Même si cela peut être vu à prime abord comme un élément de concurrence, cela apportera également une plus grande visibilité au domaine et donc un bassin de recrutement des étudiants plus élargi si chacun communique bien à ces derniers qu'il s'agit de géomatique. Mais dans le contexte d'apprentissage à distance par exemple, comment rendre nos programmes attrayants par rapport à un autre organisme qui offrirait des cours semblables eux aussi à distance? Comment faire reconnaître la qualité

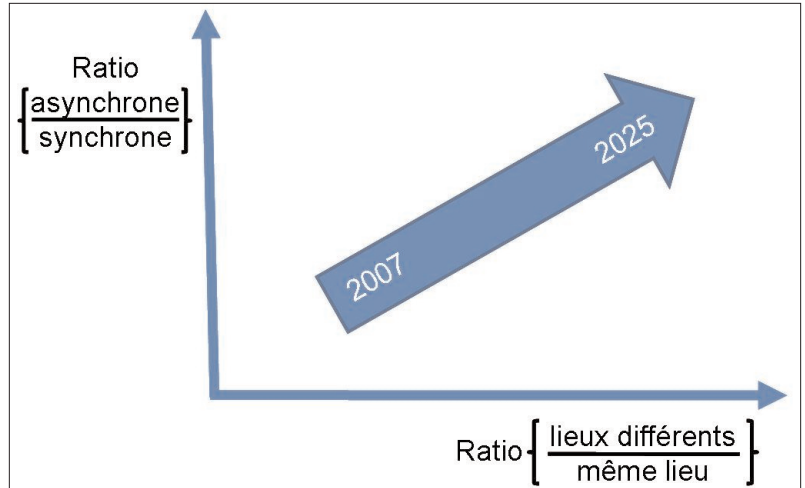


Figure 1 : Tendance de l'enseignement vers l'asynchrone et en des lieux différents [inspirée de Hendriksen 2002]. / Figure 1: Tendency of teaching towards asynchronous and at different places [based on Hendriksen 2002].

lenges for the future of teaching will be to understand how to connect a proposed instruction module with these new professions. One can count on a diversified clientele and thus a greater diversity in the knowledge to impart to future professionals, either in the field of geomatics or in the user community. Taking into account the speed of change in technologies and the labour force, one must expect an increase in the need for life-long learning. Teaching techniques based on asynchronous, online access and tailored user demand (à la carte) will become increasingly required to fulfill the demand for flexible learning, compatible with the workplace constraints of the modern professional.

### 3.3. Towards a Comprehensive Infrastructure for Geomatics Teaching

Responses to the new issues of teaching require the development of a complete infrastructure to support geomatics teaching (specific implementation of a spatial data infrastructure). This system, built on IT and communications support (Web and wireless), will ensure accessibility to data and technology (typically packaged together) at all times and in all places. For an immediate start, the coordinates (in time and space) of traditional course offerings (requiring physical presence) could provide the basis for a student's scheduling. The infrastructure would offer access to modular pedagogical services, "spaces" for direct synchronized contacts and forums for asynchronous discussion. These services all build on existing social networking technologies

*...it is also important to ensure that geomatics is not just the subject of teaching but also that it provides new means of teaching...*

dans un contexte de démocratisation de l'offre de cours? Car en effet, depuis quelques années, de tous les coins du monde, les institutions ont cherché leurs niches dans le nouveau monde informatisé. Même si la majorité de programmes lancés sur Internet n'ont pas attiré les effectifs désirés, cet écart entre les vastes possibilités et ce qui marche véritablement n'infirme pourtant pas la tendance à long terme orientée vers plus de communication entre lieux et entre temps (asynchrone).

### **3.2. Les besoins en formation continue**

La croissance forte des services rendus par l'information géospatiale a conduit à une explosion de ses usages et à l'émergence de nouveaux métiers. L'un des défis futurs en termes d'enseignement sera de savoir articuler les formations proposées et le contexte d'emploi relatif à ces professions. Il faut donc compter sur une diversification de la clientèle et donc une diversification de la nature des connaissances à inculquer aux futurs professionnels, tant géomaticiens qu'utilisateurs de la géomatique. Compte tenu de la vitesse d'évolution des techniques, des technologies et du marché du travail, il faut s'attendre également à une augmentation des besoins en formation continue. Les modes d'enseignement asynchrone, en ligne, à la carte seront à nouveau sollicités afin de combler cette demande et de proposer des contextes d'apprentissage flexibles et compatibles avec les contraintes du domaine professionnel.

### **3.3. Vers une véritable infrastructure d'enseignement de la géomatique**

Les réponses à ces nouveaux enjeux de formation passent par le développement d'une véritable infrastructure géomatique (une déclinaison particulière d'une infrastructure de données géospatiales) pour soutenir l'enseignement de la géomatique. Cette infrastructure, bâtie sur les infrastructures des TI (Web, réseaux sans fil (WIFI ou cellulaire)), assurerait une accessibilité en tout temps et en tout lieu à des données et des technologies (souvent les deux encapsulées). Pour le niveau immédiat, les coordonnées (temps, espace) des cours présentiels deviennent la base d'une analyse des étudiants pour leur agenda. L'infrastructure offrirait également des services pédagogiques modulaires, des « espaces » de contacts directs synchrones, des forums, etc. Elle exploiterait les principes de l'intelligence collective sur lesquels sont aujourd'hui conçues les solutions WIKI, CMS ou blog. Dans cette perspective, l'intérêt consiste en particulier à faire de la géomatique à la fois l'objet d'enseignement (le quoi) et le moyen de l'enseigner (le comment).

available now through blogs, CMS, Wiki and other applications of cooperative knowledge development. Beyond simply applying social networking, it is also important to ensure that geomatics is not just the subject of teaching (the "what"), but also that it provides new means of teaching (the "how").

Such an environment could tend to depersonalize course offerings. Teaching would perhaps be connected with some Geomatics\_Wiki, rather than the institutions that contributed to it. The competition would slip from school-versus-school towards wiki1-versus-wiki2, with each having participating teachers. On a positive note, democratization might also involve metadata descriptions concerning courses and the authors behind them. Students could compare statistics on the job placement of graduating students, the credentials of teachers and other relevant information now hidden behind reputations.

As the economy of teaching changes, there would be a need to recognize who contributed and, eventually, how they are to be paid. This might open up the potential for freelance teachers, outside the traditional institutions. All such institutional issues may be raised, with potential advantages for some who may want to fill new niches.

The following examples give a more specific sense of the services that might be provided by such an infrastructure.

The first example is related to distance learning for topographic surveying, with access to a robotic total station instrument combining optical sighting with a GPS antenna and receiver. The GPS antenna would be tied to a network of base stations through real-time communications. The total station would be controlled remotely via Internet (probably using a wireless connection), and would include miniature video capture of the view through the instrument and its cross-hair view, as well as the state of the read-outs. This imagery would require night-vision options to host students who live in another time zone. It would also have wide-angle views to "see" the surrounding area so it can select the targets to measure. Data would be transferred back to the user by the network. Computation of coordinates and associated accuracy measures would be performed with special licensed software. Student access could be controlled through electronic keys, digital fingerprints or retinal scans.

A second example would involve access to a network of distributed sensors in real time. Students would have to develop techniques to integrate the data received in order to later insert them into an online analytical system. This development would reduce the opportunity for plagiarism, since the data will change constantly. The more signifi-

Un tel environnement aurait cependant comme effet de dépersonnaliser l'offre de cours (la formation serait associée au site Web WIKI-GÉOMATIQUE plutôt qu'aux écoles y mettant du contenu. La compétition risque donc de passer du niveau école-vs-école vers le niveau Wiki1-vs-Wiki2 (chaque wiki ayant ses propres enseignants participants). La démocratisation peut exiger aussi la possibilité de comparer les métadonnées des offres de cours. Par exemple, les institutions devront publier leurs statistiques des diplômés, et les enseignants leurs curriculum vitae.

Il faudrait aussi trouver un mécanisme de reconnaissance et évidemment de rémunération conséquente. Ceci ouvrirait la porte à des enseignants à leur propre compte, ne faisant pas partie d'écoles. Plusieurs aspects organisationnels seraient soulevés, mais la possibilité est là et les avantages aussi.

Les exemples suivants mettent en évidence de manière plus concrète ce à quoi pourrait ressembler un service offert par une telle infrastructure.

Le premier exemple est celui d'un laboratoire (à distance) de topométrie avec accès à une station totale robotisée à réflexion naturelle combinée avec antenne/récepteur GPS (elle-même positionnée en temps réel à l'aide d'un réseau de récepteurs permanents), contrôlée à distance via Internet (sans fil) avec caméras miniaturisées (avec vision de nuit pour utilisation 24 h par jour, par exemple si l'étudiant se retrouve dans un fuseau horaire différent) grand angulaire pour la vue d'ensemble des points à relever et caméra à l'oculaire de la lunette pour vérifier le pointé avec les fils du réticule. Le transfert des données de la station totale à l'utilisateur se faisant par Internet et les calculs des coordonnées et des précisions associées avec un logiciel spécialisé fourni par l'école avec accès restreint (sentinelle (clé) électronique avec identification des empreintes digitales ou rétinienne).

Un deuxième exemple serait l'accès à des réseaux de capteurs distribués en temps réel. Les étudiants auraient à développer des méthodes d'intégration des données reçues pour ensuite les injecter dans un système d'analyse disponible en ligne. Ce changement aura, entre autres effets, de réduire la possibilité de copier les travaux des autres, les données ayant changé. Mais le plus grand changement sera d'immerger les étudiants dans un monde réaliste, dans lequel les jeux de données ne sont pas clos ni exempts de toute incompatibilité.

## 4. Conclusion

Une telle réflexion sur les contenus futurs autant que les modalités d'enseignement de ces

cant change will be to engage the students in the "real world," rather than some closed toy dataset with its incompatibilities all cleaned up.

## 4. Conclusion

Our reflection on the content and means of future instruction only makes sense within a broader context of communication to prospective students and the public at large. The proposed infrastructure should also include a component of outreach to the whole population, but most specifically towards students in the secondary system. We can imagine modules created for courses in mathematics, physics and geography at the secondary (and even primary) level with specific geomatics content (such as calculation of the area of a parcel, positioning a cellular phone by trilateration and geocaching with hand-held GPS receivers). These exercises should be aimed at creating awareness of geomatics technologies in the target population—the schools—to enhance discovery, understanding and adoption linked to the questions they might confront in daily life. This approach should demonstrate the utility of geomatics to resolve these concerns. In this regard, the Department of Geomatics Sciences at Laval University has undertaken a project, funded by the INUKSHUK Foundation, under the title GéomaTIC (<http://geomatic.scg.ulaval.ca>). This project will create pedagogical materials that fulfill specific learning goals in the secondary curriculum of Quebec in a distributed setting.

In the Business section of *Geomatica* (Vol. 60, No. 4), Executive Director Jean Thie [2006] invited the membership to "lead the change." The Department of Geomatics Sciences at Laval University has responded to this call many times in the past. It will be by developing a comprehensive geospatial infrastructure for geomatics teaching that our Department will embark on its journey towards the future, and will continue to position itself as a pioneer in tomorrow's geomatics instruction.

contenus n'a de sens que si elle s'inscrit dans une stratégie plus large de communication et de recrutement des étudiants. Aussi certains services offerts par l'infrastructure géomatique d'enseignement doivent être orientés vers le grand public d'une part, vers les élèves des établissements secondaires d'autre part. On devrait par exemple imaginer dans le cadre des cours de mathématiques, de physique et de géographie des écoles secondaires (voir aussi primaires) des exercices concrets reliés aux disciplines de la géomatique (ex : détermination de la superficie d'un terrain, positionnement d'un téléphone cellulaire par trilatération, activités de géocachette avec récepteurs GPS de poche, etc.). Il s'agirait d'une manière singulière de sensibiliser un public cible (écoles secondaires, primaires, etc.) aux technologies géomatiques, en favorisant leur découverte, leur compréhension et leur adoption, par l'exploration de questions thématiques auxquelles ce public est confronté. Une telle approche permettrait de mettre en évidence l'efficacité de la géomatique à résoudre des problèmes et questionnements en lien avec des situations de la vie courante. Sur ce créneau, le Département des sciences géomatiques de l'Université Laval se positionne déjà avec le projet GéomaTIC (<http://geomatic.scg.ulaval.ca>), financé par la fondation INUKSHUK. Ce projet vise précisément à développer des modules pédagogiques de soutien à l'enseignement des concepts prescrits par les programmes du secondaire, en mobilisant les technologies géomatiques dans un cadre distribué.

Dans la section Affaires de *Geomatica* (dans le 4<sup>e</sup> numéro du volume 60), le directeur exécutif, Jean Thie [2006] nous invite à « initier le changement » (« lead the change »). Le Département des sciences géomatiques de l'Université Laval a répondu au défi à plusieurs reprises par le passé. C'est par le développement d'une véritable infrastructure géospatiale d'enseignement de la géomatique que notre département amorcera sa migration vers l'avenir et continuera de se positionner comme l'un des pionniers de l'enseignement de la géomatique de demain.

## Références / References

- Abler, R, M. Davies, L. Engleken, D. Gibson, G. Mahun, J. Moeller, P. Needham, R. Scruggs, D. Tyler, and N. von Meyer. 1993. *Surveying and Mapping Education in the United States*. ACSM: Bethesda MD USA.
- Baumann, P.R. 1979. Computer-based instructional system for teaching thematic mapping. In P. Moore, ed. *Harvard Library of Computer Graphics*, 5: pp. 5-10.

- Bédard Y. et P. Gagnon. 1986. Avec son programme renouvelé, l'Université Laval formera des arpenteurs-géomètres avec orientation en gestion et génie. *Arpenteur-géomètre*, 13(3), pp. 8-16.
- Chrisman, N.R., J.L. Kaufman, R.W. Keifer, T.M. Lillesand, D.F. Mezera, D.D. Moyer, P.C. Muehrcke, B.J. Niemann, F.L. Scarpace, J.P. Scherz, J.D. Stanfield, J.D. Strasma, A.P. Vonderohe, P.R. Wolf and D.A. Woodward. 1984. Land records modernization: centers of excellence from a Wisconsin perspective. *Computers, Environment and Urban Systems* 9: pp. 219-227.
- Chrisman, N.R. 1997. Academic origins of GIS. In Foresman, T. ed. *History of GIS*, pp. 33-44. London: Taylor & Francis.
- Deininger, K. 2003. *Land Policies for Growth and Poverty Reduction*, Washington: World Bank and Oxford University Press, Policy Research Report, xlvii + 239 p.
- Gagnon P. et Y. Bédard, 1994. From surveying to Geomatics: Evolution of education needs to adapt to a new paradigm (a Canadian perspective). Third International Think Tank of the Atlantic Institute, Vienna, Austria, May 15-18.
- Hendriksen, C.S. 2002. The Research Web: Asynchronous collaboration in social scientific research. PhD University of Washington.
- Latour, B. 1987. *Science in Action*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Latour, B. 1999. *Pandora's hope*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Nyerges, T.L. and N.R. Chrisman. 1989. A Framework for Model Curriculum Development in Cartography and Geographic Information Systems. *Professional Geographer* 41: pp. 283-293.
- Roberge, D. 2005. After the tsunami - How the surveying profession can participate in the reconstruction. *Geomatica*, 59(4): pp. 445-450.
- Rüeger, J.M. 2006. 75 years of change in survey technology. *Survey Review*, 38(300): pp. 459-473.
- Sherman, J.C. and W.R. Heath. 1959. Preliminary proposal regarding a National Institute of Cartography. *Second Cartographic Conference, Institut für Angewandte Geodäsie*, Series II, 7: pp. 81-85.
- Sherman, J.C. 1969. The National Institute of Cartography: A Proposal. Draft proposal National Research Council Stefanidis A. and S. Nittel (Editors), 2004. *GeoSensor Networks*, CRC Press, Boca Raton, FL (296 pages).
- Thie, J. 2006. Foreseeing the future of geomatics. *Geomatica* 60(4): pp. 349-353.
- Tobler, W.R. 1959. Automation and cartography. *Geographical Review* 49: pp. 526-534.
- Tobler, W. 1976. Analytical cartography. *The American Cartographer* 3: pp. 21-31.

## Auteurs / Authors

Nicholas Chrisman est professeur au Département des sciences géomatiques à l'Université Laval depuis janvier 2005. Il est aussi directeur scientifique du réseau GEOIDE. Avant



cela, il était professeur à l'Université de Washington et à l'Université du Wisconsin à Madison et, en tout premier, chercheur au Harvard Lab for Computer Graphics.

*Nicholas Chrisman* has been a professor in the Department of Geomatics Sciences at Laval University since January 2005. He is also the Scientific Director of the GEOIDE Network. Before taking this post, he was a professor at the University of Washington and at the University of Wisconsin-Madison, and in the first instance, a researcher at the Harvard Lab for Computer Graphics.

*Sylvie Daniel* est, depuis janvier 2004, professeure adjointe en télédétection au Département des sciences géomatiques de l'Université Laval. Elle est également membre du Centre de recherche en géomatique. Ses intérêts de recherche incluent l'acquisition de données (images et nuages de points), le traitement d'image et l'intelligence artificielle, la fusion de données et la réalité augmentée.

*Sylvie Daniel* has been a Professor of Remote Sensing in the Department of Geomatics Sciences at Laval University since January 2004. She is also a member of the Centre for Research in Geomatics. Her research interests include data acquisition (images and point clouds), image processing and artificial intelligence, data fusion and augmented reality.

*Stéphane Roche* est professeur et directeur du Département des sciences géomatiques. Ses recherches portent sur les enjeux sociaux et économiques des infrastructures géomatiques, sur l'analyse du processus de démocratisation de la géomatique, et les questions d'accès et d'usages participatifs de l'information géospatiale.

*Stéphane Roche* is a professor and the Head of the Department of Geomatics Sciences. His research interests deal with the economical and social issues of geomatics infrastructures, the analysis of the democratization process of geomatics, and the issues of access and participatory uses of geospatial information.

*Rock Santerre* est professeur titulaire au Département des sciences géomatiques et membre du Centre de recherche en géomatique de

l'Université Laval. Il est directeur du programme de baccalauréat en génie géomatique. Ses enseignements et recherches portent sur le positionnement GPS. Il est arpenteur-géomètre et ingénieur au Québec.

*Rock Santerre* is a full professor in the Department of Geomatics Sciences and a member of the Centre for Research in Geomatics at Laval University. He is the director of the Bachelor's Degree Program in Geomatics Engineering. His teaching and research activities are related to GPS. He is a member of the Quebec Land Surveyors Corporation and he is also a Quebec Professional Engineer.

*Yvan Bédard* est professeur en SIG et bases de données géospatiales. Il est membre du CRG où il effectue des travaux en bases de données spatiales, en géomatique décisionnelle (SOLAP) et en qualité des données. Il est titulaire de la Chaire de recherche industrielle CRSNG en bases de données géospatiales décisionnelles.

*Yvan Bédard* is a professor in GIS and Spatial Databases. He is also a member of the CRG. Dr Bédard has been focusing on spatial databases, spatial business intelligence (SOLAP) and data quality. He holds an NSERC Industrial Research Chair in Geospatial Database for Decision Support.

*Francis Roy* est professeur au Département des sciences géomatiques de l'Université Laval depuis septembre 2003. Il est directeur du programme de baccalauréat en sciences géomatiques. Il enseigne et réalise des travaux de recherche dans les domaines du cadastre, du droit foncier et de l'aménagement du territoire. Il est aussi membre de l'Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec depuis 1991.

*Francis Roy* is a professor in the Department of Geomatics Sciences at Laval University since September 2003. He is the Director of the Bachelor's Degree Program in Geomatics Sciences. He teaches and carries out research work in the disciplinary fields of cadastre, land and property right, and land use planning. He is also a Quebec Land Surveyor (QLS) since 1991. □