

GÉ info

Le bulletin du Plan géomatique du gouvernement du Québec

Comité de rédaction

Gino Desrosiers, Geneviève-Ilou Boucher, Luc Gravel, Chantal Seuthé (responsable de la section NUMÉRIMAGE)

Traduction

Garriss et Vachon inc.

Révision linguistique

Karen Dorion-Coupal

Édition électronique

Prospection Inc.

Du nouveau pour nos abonnés

Accessible en ligne depuis janvier 1998, le bulletin GÉOinfo vous a renseignés sur divers aspects scientifiques de la géomatique. L'équipe de rédaction vous a fait découvrir de nouvelles facettes de la géomatique liées à une foule d'applications tout aussi passionnantes les unes que les autres.

Cette année, GÉOinfo change sa facture. Ce bulletin spécialisé poursuivra sa mission. Cependant, c'est par l'entremise d'un nouveau site dynamique et interactif sur l'information géographique que vous pourrez consulter la nouvelle version du GÉOinfo. Ce numéro est donc le dernier à paraître sous sa forme actuelle.

Dès que le site sera accessible et que la nouvelle formule de présentation sera au point, nos abonnés seront, bien sûr, les premiers informés. Surveillez vos courriels!

L'équipe de rédaction du GÉOinfo

GÉOdifffusion 2003, l'incontournable de la géomatique des affaires

Luc Gravel

GÉOdifffusion 2003 est la deuxième édition d'un congrès organisé par l'entreprise Korem, de Québec, sur la diffusion de l'information géographique par le Web. L'événement s'est déroulé au Château Frontenac du 2 au 4 décembre 2003 et a réuni tout près de 200 personnes, provenant principalement des secteurs public, bancaire, immobilier, des assurances et des services géomatiques.

Outre Korem, principal organisateur de l'événement, le ministère du Développement économique et régional et de la Recherche et l'organisme de promotion industriel Pôle Québec-Chaudière-Appalaches ont apporté leur contribution financière. De plus, le troisième producteur mondial de logiciels de géomatique, MapInfo, a participé directement à l'organisation de cet événement.

Des présentations des ministères québécois et de diverses entreprises de même que des exposés plus techniques ont occupé les deux journées du Congrès, qui s'est terminé par un débat sur les tendances du marché de la géomatique.

La géodifffusion, un domaine mobilisateur

La géodifffusion (Web mapping) touche spécialement les nouvelles pratiques de marketing des entreprises orientées vers la caractérisation géographique de la clientèle. Le Web est notamment utilisé dans les domaines de la téléphonie cellulaire, des transporteurs et de la restauration.

À travers les conférences présentées à GÉOdifffusion 2003, de grands constats se sont imposés. D'abord, la qualité des données et leur potentiel de partage se sont améliorés, de même que la capacité de traitement et la convivialité des systèmes. Les outils Web sont souvent la porte d'entrée de la géomatique pour des ministères ou des organisations peu familiers avec cette approche. Le WEB est utilisé pour la diffusion de données géographiques, mais aussi pour la combinaison de données multi-sources.

La géodifffusion, de plus en plus présente dans le secteur gouvernemental

M. Sabby Nayar, le responsable du secteur public chez Mapinfo, a révélé que 30 % du marché de la géomatique aux États-Unis provient des trois ordres de gouvernement. Les principales applications touchent la *homeland security* avec divers services de localisation, que ce soit d'appels téléphoniques, d'actions terroristes (cas d'Antrax), de sources de contamination d'eau potable ou de prolifération



Madame Susan Kheog, consule générale des États-Unis à Québec, a souligné, lors du cocktail d'ouverture à la chapelle du Musée de l'Amérique française, le partenariat d'affaires qui s'était établi entre Korem, du Québec, et MapInfo, de l'État de New-York.

d'urgence et de repérer les résidences et commerces menacés est une autre application très recherchée. Les services de police et d'incendie utilisent quant à eux la géodiffusion pour suivre l'évolution des événements et pour adapter leur stratégie d'intervention.

Au Québec, plusieurs ministères à vocation socio-économique utilisent la géodiffusion. Le ministère de la Justice utilise le Web pour localiser les palais de justice. Le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) a produit un site Web qui fournit des cartes synoptiques à partir des données recueillies quotidiennement par l'ensemble du réseau de la santé. La dimension géographique ajoutée au processus de prise de décision permet une lecture plus rapide et plus juste des phénomènes et des comportements liés aux soins de santé.

Le ministère de l'Emploi, de la Solidarité sociale et de la Famille a mis en ligne un localisateur des services de garde offerts aux familles. Le système, très convivial et continuellement mis à jour, a remplacé l'édition annuelle d'un bottin imprimé dont l'information devenait rapidement caduque. Le succès de fréquentation (11 000 usagers par mois) démontre bien l'utilité des produits Internet pour dispenser des services aux citoyens.

Tourisme Québec continue de bonifier le site BonjourQuébec.com en y ajoutant de plus en plus de points d'intérêt touristique. Pour sa part, le ministère de l'Éducation poursuit le raffinement de ses applications concernant le transport scolaire et la localisation des écoles.

Enfin, l'Institut de la statistique du Québec (ISQ) a mis en ligne à la mi-novembre 2003 un répertoire d'information statistique s'adressant tant aux spécialistes qu'au grand public. La base de données des statistiques officielles du Québec (BDSO) présente des statistiques complémentaires à Statistique Canada dans un environnement de cartographie interactive. Il s'agit d'un projet de concertation entre 23 ministères et organismes qui a débuté en 1999.

Les ministères qui s'occupent de gestion du territoire, comme le ministère des Transports (MTQ), sont aussi très concernés par la géodiffusion. La diffusion des données géoroutières régionales dans l'intranet de la Direction de Québec du MTQ permet de fournir de précieux renseignements à ceux qui doivent intervenir directement sur le territoire. De nombreuses données routières sont à référence spatiale. Ce système d'information table sur l'apport de photographies aériennes et de vidéos numériques en sus des cartes. Le visionnement du terrain à l'écran peut souvent éviter des déplacements sans compter sur l'utilité des archives ainsi cumulées.



Monsieur Sylvain Roy, d'Hydro Québec, a impressionné son auditoire en nous faisant naviguer en ligne à travers le vaste univers de données corporatives de cette société d'État, le tout sur un simple DVD!

Par ailleurs, depuis la crise du verglas en 1998, l'unité de géomatique d'Hydro-Québec s'est dotée d'un système d'information géographique (SIG) corporatif qui intègre des données multi-sources provenant de divers organismes gouvernementaux et paragouvernementaux. Ces données servent d'assise pour la localisation des grands réseaux d'Hydro-Québec (distribution, transport, télécommunications) ainsi que pour les installations de production (barrages, centrales, réservoirs). Ce jeu de données diffusé à l'interne sur DVD est également accessible sur le Web pour le personnel d'Hydro-Québec.

Un FORUM constructif

Cette deuxième édition de GÉOdiffusion s'est clôturée par un débat sur le positionnement technologique de l'industrie de la géomatique. Le débat, qui réunissait MM. David Sonnen (Integrated Spatial Solutions Inc.), George Moon (MapInfo) et Joe Francica (Directions Magazine), s'est beaucoup attardé sur l'interopérabilité, c'est-à-dire l'ouverture des systèmes et des plates-formes les unes par rapport aux autres.

Les utilisateurs de données géospaciales sont dans un rapport de 1/200 à l'endroit des utilisateurs de bases de données en général. Il n'est donc pas surprenant que les leaders du marché des systèmes de gestion de bases de données (SGBD), comme Oracle, guident le marché de la géodiffusion. Ainsi, il apparaît de plus en plus évident que certaines fonctionnalités de base en géomatique sont et seront de plus en plus prises en charge par les SGBD et non pas par les SIG. La gestion et la manipulation de la donnée géospaciale sont donc à la baisse, mais le marché du produit sur mesure a le vent dans les voiles.

La prochaine édition de GÉOdiffusion aura lieu en décembre 2004 à Québec, un rendez-vous à ne pas manquer!



Monsieur Mickael Hickey, chef des opérations chez MapInfo Corporation, a fait état, lors du dîner-conférence, des solutions géomatiques visant à consolider la position concurrentielle des entreprises commerciales.

Renseignements :

Rosie Jobin
Responsable des communications
KOREM inc.
(418) 647-1555
rjobin@korem.com

Le Réseau multimodal modélisé du Québec

La pierre angulaire d'un modèle de transport de type réseau à l'échelle du Québec

André Babin et Louis Rousseau

Le Réseau multimodal modélisé du Québec (RMMQ), un projet de modèle intégré des réseaux de transport du Québec démarré à Transports Québec en 1998, arrive maintenant à un niveau de maturité qui laisse déjà entrevoir le vaste champ applicatif qu'on avait pressenti au départ.

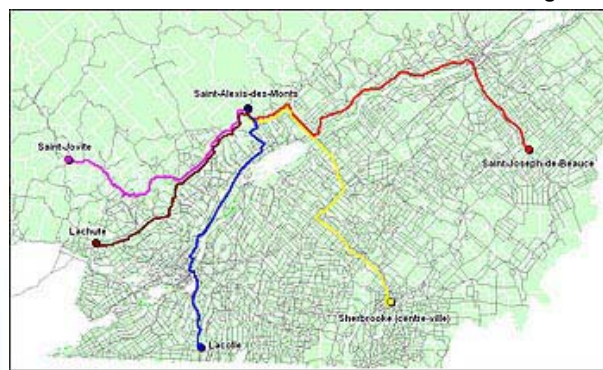
Les outils de modélisation de réseaux, fondement de nombreuses activités de planification des transports, vont de l'analyse et de la projection de la demande de transport jusqu'à l'évaluation des projets et politiques de transport, en passant par la mesure de leurs retombées économiques et environnementales. Au ministère des Transports (MTQ), ces outils sont aujourd'hui bien maîtrisés en ce qui concerne le traitement des problèmes urbains et régionaux. Par contre, l'extension du modèle à l'échelle du Québec représente toujours un défi de taille, dont le RMMQ constitue la pierre angulaire.

De multiples applications

Bien que le RMMQ ne comprenne actuellement que le transport routier et par traversier, il permet néanmoins une multitude d'applications. Voici quelques-unes des possibilités actuellement offertes par le modèle :

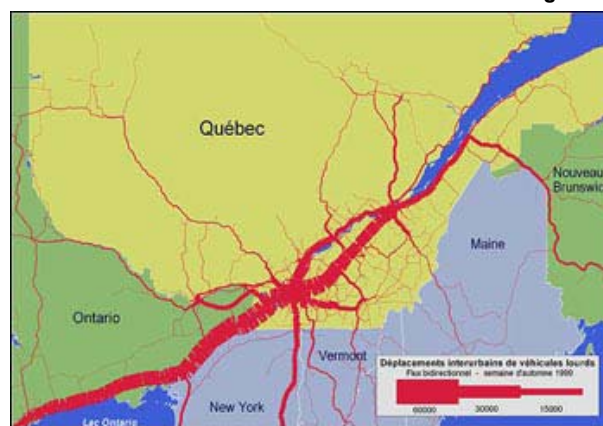
- calcul des chemins les plus courts en distance ou en temps (voir figure 1);
- interrogation en ligne des durées de déplacement et des distances routières intermunicipales;
- description automatisée d'itinéraires sur la base des chemins calculés;
- production, pour Tourisme Québec, de cartes de temps routier (contours isochrones) aux fins d'analyse comparative de l'accessibilité régionale;
- production de matrices de temps et de distances aux fins d'analyse comparative de l'accessibilité aux installations du réseau du ministère de la Santé et des Services sociaux;
- construction du modèle de réseau de camionnage québécois aux fins de validation et d'analyse des données de l'Enquête canadienne sur le camionnage de 1999 (voir figure 2).

figure 1



Exemple de plus court chemin en temps entre Saint-Alexis-des-Monts et certaines municipalités québécoises, calculé au moyen du RMMQ.

figure 2



Affectation sur le réseau routier nord-américain des déplacements de véhicules lourds (Enquête canadienne sur le camionnage, 1999)

Un survol de l'approche topologique

Il n'y a rien de nouveau sous le soleil, ou presque. En fait, le RMMQ se trouve à emprunter à la géomatique, à la topologie et à la modélisation informatique pour construire une représentation cohérente du système de transport québécois qui permet l'application de méthodes propres à la recherche opérationnelle.

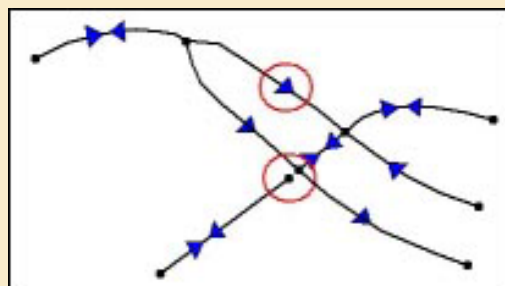
Les données à référence spatiale sont reconstituées en un graphe orienté constitué de nœuds et d'arcs strictement assemblés dans le respect des règles topologiques (voir l'encart *Constitution topologique d'un réseau de transport*). Le modèle de réseau résultant peut ensuite être enrichi d'attributs descriptifs des nœuds ou des liens, que des algorithmes de recherche opérationnelle permettront ensuite de parcourir afin de traiter un problème de transport particulier (recherche d'un chemin optimal, chargement de la demande sur le réseau, calcul de contours isochrones, etc.).

À ce réseau de base succède un découpage zonal constitué d'une tessellation complète du territoire québécois, où chaque zone est aussi représentée par un nœud qui en constitue le centroïde, lui-même lié au réseau par des liens d'accès. C'est à travers le système zonal que sont spatialisés les phénomènes associés à la demande de transport, notamment la production et l'attraction des déplacements, qui correspondent respectivement aux lieux d'origine et de destination.

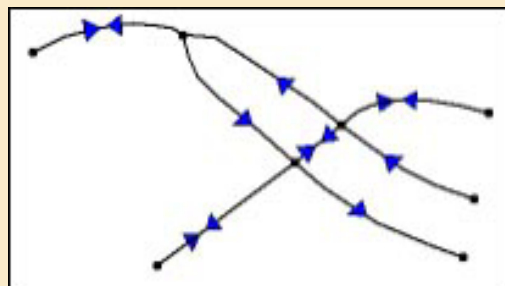
Le système spatial retenu pour le RMMQ comprend plus de 1 600 zones, correspondant aux entités municipales québécoises. Dans les grands centres urbains, ainsi que dans les municipalités multipolaires de grande taille, le découpage est raffiné à l'échelle des quartiers et des secteurs, et il s'inspire notamment des systèmes zonaux des modèles de transport urbain du MTQ (voir l'article *La modélisation : un outil de planification de premier plan au ministère des Transports du Québec* au http://www.pggq.gouv.qc.ca/geoinfo/num/dec03/dec03_1.htm).

Constitution topologique d'un réseau de transport

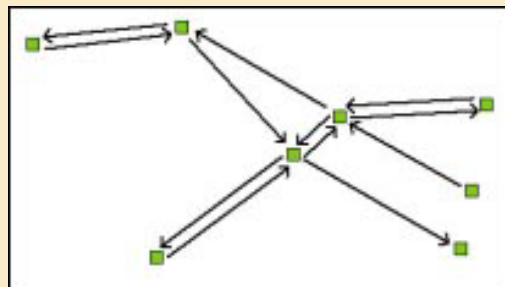
Une base géomatique représentant le réseau



Vers une forme implicite du réseau (principes de connectivité et de directivité)



Vers une forme explicite du réseau modélisé (réseau de type arc-nœud)



Finalement, un compromis est établi entre la précision géométrique des données de référence et la simplification du réseau en un graphe théorique permettant une efficacité des traitements algorithmiques. Un processus de généralisation géométrique a ainsi permis une épuration substantielle des nœuds superflus. Le modèle de réseau qui en résulte demeure complexe (voir l'encart *Composante routière du RMMQ v2*), mais il est fort lisible et proche d'une cartographie traditionnelle, tout en assurant des temps de calcul acceptables.

Cet exercice ne constitue que la pointe de l'iceberg puisqu'une bonne part de la valeur ajoutée au réseau codifié réside dans les attributs des nœuds et des liens eux-mêmes. En effet, plus le réseau a une grande richesse attributive, plus les questions que l'on peut poser et les problèmes que l'on peut soumettre peuvent être raffinés. À ce jour, ont pu être intégrés au RMMQ, en plus de la classification fonctionnelle et les longueurs odométriques des liens routiers, les données de comptage routier, les limites de vitesse affichées et une catégorisation des liens aux fins de camionnage.

Un potentiel à développer

Le RMMQ a donné lieu, avec succès, à plusieurs applications. Toutefois, le potentiel d'un tel outil demeure encore à développer. Ainsi, l'ajout d'autres modes de transport et de nouveaux attributs permettra d'enrichir son volet multimodal et d'élargir son champ d'application vers la simulation généralisée de la demande de déplacement de personnes et de marchandises, à travers toutes les composantes modales du système de transport. Des efforts considérables seront toutefois requis pour constituer les matrices origine-destination et codifier les structures de coût de transport à l'intérieur du modèle.

Le RMMQ démontre cependant déjà très bien l'opportunité de disposer d'une structure de données « topologiquement intelligente » pour l'inventaire et la représentation des réseaux de transport. Ceci pose, certes, un ensemble de contraintes et d'exigences, mais apporte en retour de réels bénéfices. Le RMMQ s'avère en effet fort précieux pour l'analyse de l'accessibilité routière, la simulation et l'optimisation des itinéraires de même que l'évaluation des grands projets de transport.

Composante routière du RMMQ v2



NOEUDS	
centroïdes	1 625
intermodaux	81
traversiers	145
routiers	29 459
Total :	31 310
LIENS	
d'accès	3 402
traversiers	226
routiers	72 784
Total :	76 412

Renseignements :

André Babin
 Louis Rousseau
 Ministère des Transports
 Service de la modélisation des systèmes de transport
 (514) 864-1773
 ababin@mtq.gouv.qc.ca
 lrousseau@mtq.gouv.qc.ca

Des cartes à la carte? ...Il suffit de demander!

Eveline Bernier

Les organisations productrices de données cartographiques doivent de plus en plus diversifier leurs produits si elles veulent répondre aux demandes des utilisateurs. Or actuellement, les producteurs n'ont pas de systèmes suffisamment souples pour répondre à cette demande. Le projet GEMURE (généralisation multiéchelle et représentations multiples pour la production et la diffusion de données cartographiques) s'est penché sur cette problématique. Une de ses applications grand public : le récréo-tourisme.

Répondre aux besoins des producteurs

Aujourd'hui, les producteurs de données géospatiales doivent satisfaire les demandes variées des nombreux utilisateurs. Ces organisations doivent créer et maintenir différents produits cartographiques. Actuellement, bon nombre d'entre elles possèdent autant de systèmes que de produits offerts. Évidemment, il devient rapidement coûteux et laborieux de tenir à jour de tels systèmes.

Idéalement, une organisation ne devrait posséder qu'une seule base de données à partir de laquelle tous les produits cartographiques pourraient être dérivés. Pour ce faire, deux solutions peuvent être envisagées. Premièrement, conserver un minimum de données, généralement les plus détaillées, et générer les différents produits selon la demande, au moyen d'algorithmes de généralisation automatique. Deuxièmement, conserver toutes les représentations cartographiques de chaque objet, de façon à créer une base de données à représentations multiples (BDRM).

Malheureusement, l'état d'avancement de la généralisation automatique rend la première solution non viable. De plus, la production sur demande ne peut être exploitée dans un contexte Web, où les temps de réponse doivent être quasi instantanés. Quant à la deuxième solution, bien qu'elle semble représenter l'unique option à ce jour, elle engendre un volume de données important, oblige de créer des liens entre les différentes représentations d'un même objet et complexifie la tâche de mise à jour.

Le projet GEMURE, d'une durée de trois ans, est né de la volonté de répondre aux besoins des organisations productrices de données géospatiales. Mené par une équipe de chercheurs du Réseau GEOIDE, GEMURE vise à développer de nouvelles solutions qui intègrent les approches de généralisation cartographique aux approches de représentation multiple pour mieux soutenir la cartographie sur demande à différentes échelles, que ce soit sur le Web ou sous forme de cartes papier.

GEMURE, une architecture d'entrepôt de données

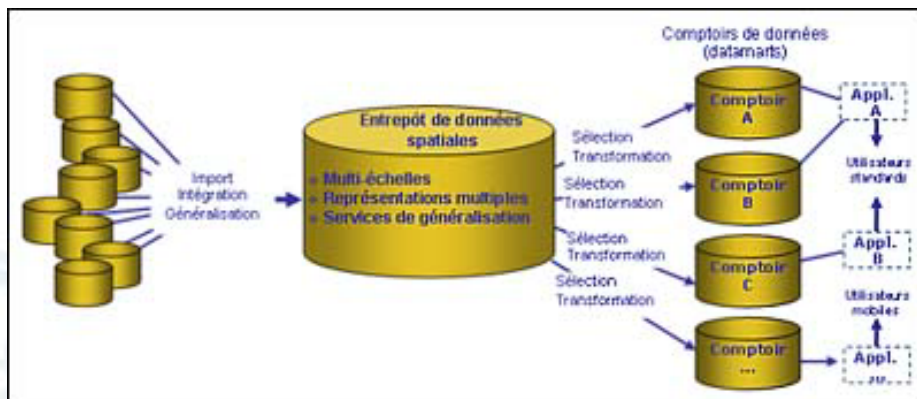
Les travaux de GEMURE reposent sur une architecture N-tiers dans laquelle un entrepôt de données gère toutes les



GEOIDE Résultats de la phase II

Ce projet fait partie de la phase II des travaux du réseau GEOIDE, dont la mission est d'agir comme catalyseur en sciences géomatiques au sein de la communauté canadienne. En développant au maximum le potentiel du Canada en recherche et développement, le réseau contribue à la création d'alliances stratégiques et à la consolidation de l'industrie de la géomatique.

représentations multiples et offre certains services de généralisation automatique. Cet entrepôt est alimenté soit à partir de systèmes sources indépendants dont les données sont importées et intégrées de façon à générer le plus automatiquement possible les représentations multiples d'un même objet, soit à partir de nouveaux modes de saisie à représentations multiples.



Architecture N-tiers dans laquelle un entrepôt de données combine généralisation cartographique et représentations multiples

De cet entrepôt générique, certaines données seront extraites pour créer des sous-ensembles ciblés et optimisés par application (appelés datamarts ou comptoirs de données). Par exemple, il pourrait y avoir un comptoir pour produire, sur demande, des cartes du réseau routier à n'importe quelle échelle, un autre comptoir pour produire, sur demande, des cartes topographiques à des échelles variant de 1/2 000 à 1/250 000, de même qu'un comptoir pour traiter les demandes de trajets provenant de touristes qui utilisent des téléphones cellulaires ou des assistants personnels (PDA) en ligne, etc. Il est possible de créer autant de comptoirs de données que de groupes d'applications prévues.

Parmi les applications développées au cours de ce projet et qui tireront profit des comptoirs de données, deux exemples sont particulièrement intéressants : la cartographie sur demande et la gestion des espaces récréatifs et touristiques.

Outil de cartographie sur demande

La première application en développement repose sur l'exploitation de la représentation multiple. Il s'agit d'un outil de cartographie offrant la possibilité d'obtenir des cartes sur demande, par l'intermédiaire du Web, avec une souplesse encore jamais offerte par les applications existantes. La carte est créée selon les besoins des utilisateurs, que ces besoins soient de nature sémantique, géométrique ou graphique.

L'utilisateur peut, entre autres, choisir les classes d'objets à afficher à différents niveaux de détail : par exemple, tous les bâtiments, seulement les bâtiments résidentiels ou seulement les maisons unifamiliales. Il peut aussi déterminer leur niveau de détail géométrique : représentation ponctuelle, linéaire, polygonale simplifiée ou encore polygonale détaillée. Enfin, il peut définir la symbologie graphique à utiliser lors de l'affichage des objets.

En outre, une fois la vue créée, l'utilisateur peut changer les géométries utilisées pour une classe d'objets ou changer individuellement la géométrie d'un objet particulier. Par exemple, afin de mettre en évidence un bâtiment qu'il désire utiliser comme point de repère sur une carte, il peut le sélectionner et choisir de le représenter par le polygone détaillé qui lui est

attaché alors que tous les autres bâtiments seront représentés de façon moins détaillée par des points symbolisés.

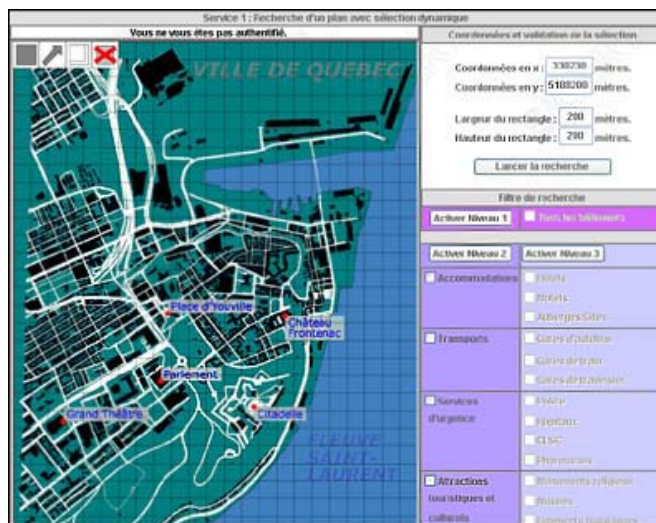
Outil de gestion des espaces récréatifs et touristiques

Vous êtes au centre-ville de Québec et vous vous demandez où se trouvent les restaurants de cuisine internationale qui ont pignon sur rue dans le secteur. Quoi faire? Rien de plus simple grâce au Système intelligent pour la gestion des espaces récréatifs et touristiques (SIGERT).

Le SIGERT, système d'information à savoir récréotouristique, permet à un utilisateur du Web de créer, selon ses besoins, une carte géographique qui met l'accent sur les différents attraits touristiques d'un endroit donné. De plus, cette carte peut être consultée à partir de différentes plateformes, que ce soit un ordinateur de bureau, un assistant personnel ou encore un téléphone cellulaire.

Les objets sur la carte peuvent être présentés à différents niveaux sémantiques. Par exemple, l'utilisateur peut visualiser tous les restaurants ou seulement ceux offrant une cuisine internationale. L'interface Web est développée selon les récentes technologies .Net, et l'application est basée sur un comptoir de données propre au domaine récréotouristique en format GML (*Geography Markup Language*). Les cartes résultantes sont affichées en format SVG (*Scalable Vector Graphics*) par l'entremise d'un navigateur Web.

Une des particularités de cette application est qu'elle exploite un système multiagents afin de résoudre les problèmes de surpeuplement qui peuvent survenir au moment de l'affichage d'une carte présentant une trop forte densité d'objets. Lorsque survient un tel problème, les objets deviennent des agents conscients de leur environnement qui savent comment se comporter, ou plus précisément, comment se généraliser. En cas de conflit spatial, les agents doivent lutter entre eux pour être représentés sur la carte finale. Dans le but de créer une carte lisible, ils peuvent être amenés



Exemple de carte produite par l'application SIGERT

à disparaître, à se déplacer ou à modifier leur forme et leur taille.

Une telle application grand public laisse présager que la cartographie n'a pas fini de nous en mettre plein la vue!

Renseignements :

Eveline Bernier
 (418) 656-5355
 eveline.bernier@scg.ulaval.ca

Équipe de recherche

Yvan Bédard (responsable du projet, Université Laval)
 Bernard Moulin (Université Laval)
 Geoffrey Edwards (Université Laval)
 Martin Ester (Simon Fraser University)
 Y.C. Lee (University of New Brunswick)
 Dave Coleman (University of New Brunswick)

Collaborateurs internationaux

Robert Weibel (University of Zurich)
 William Mackaness (University of Edinburg)
 Jiawei Han (University of Illinois)

Partenaires

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Québec
 Ressources naturelles Canada — Centre d'information topographique de Sherbrooke
 Défense Nationale — R&D pour la Défense Canada à Valcartier
 Intergraph Canada

Highly Qualified Personnel

15 étudiants (BSc, M.Sc., et PhD)
 3 stagiaires postdoctoraux
 4 assistants de recherche



La géomatique au-delà des rives

Marc Journault

Au Québec, le fleuve Saint-Laurent, son estuaire, le golfe et les eaux du Nord sont à l'origine d'une multitude d'activités à caractère économique, social et récréotouristique tant en eau douce que dans le milieu marin. La géomatique joue un rôle essentiel dans la gestion, l'exploitation et la mise en valeur des plans d'eau et des fonds marins.

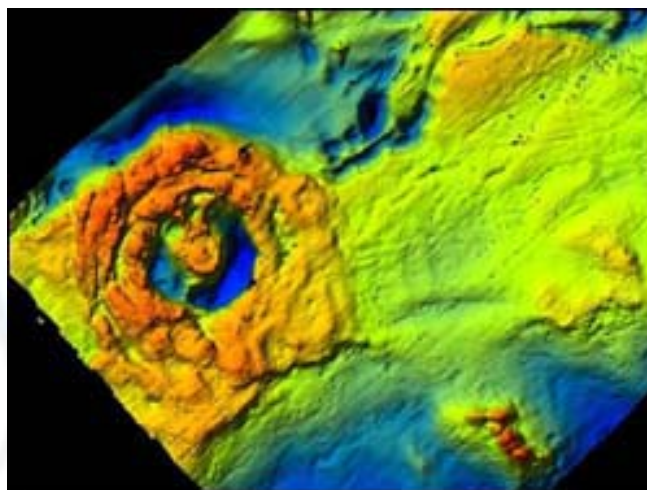
Afin de remplir son mandat, Pêches et Océans Canada (MPO) a développé une grande expertise en géomatique marine. Que ce soit pour la prestation de services maritimes, la gestion des pêches, la protection de l'habitat du poisson ou les projets de développement technologique, Pêches et Océans Canada travaille en partenariat avec l'industrie privée, le milieu de l'éducation, les organismes bénévoles et les différents ordres de gouvernement.

La géomatique marine est un secteur spécialisé de la géomatique qui fait appel, entre autres, aux systèmes de référence verticaux, aux systèmes d'acquisition de données hydroacoustiques, aux systèmes de positionnement dynamique et à ceux permettant la gestion et l'intégration de grands volumes de données à référence spatiale.

Des partenariats porteurs d'avenir pour la géomatique

La grande région de Rimouski présente un creuset à fort potentiel pour le développement de la géomatique marine. Par leurs efforts combinés, des firmes privées, des organismes publics et des organisations de développement économique fédérales, provinciales et municipales sont parvenus à mettre sur pied la Technopole maritime du Québec (TMQ), le Centre interdisciplinaire de développement en cartographie des océans (CIDCO) et le centre de transfert technologique Innovation maritime. Ces organismes œuvrent

dans les domaines de la géomatique et des technologies marines et participent activement et concrètement à l'expansion du secteur de la géomatique marine au pays. Au rang des organismes publics qui contribuent à cet essor figurent : l'Institut Maurice-Lamontagne, le CÉGEP de Rimouski, l'Institut maritime du Québec, l'Université du Québec à Rimouski et l'Institut des sciences de la mer.



Fonds marin près de Sept-Îles

Signataire de l'Accord canadien de géomatique

Au quotidien, le MPO doit échanger des données à référence spatiale avec d'autres organismes publics et différents organismes privés, notamment des entreprises, des associations et des organisations non gouvernementales. En 2003, afin de faciliter ces échanges d'information, le MPO a ratifié officiellement l'Accord canadien de géomatique mis de l'avant par le Conseil canadien de géomatique (COCG). Dans la réalisation de ses projets géomatiques, le MPO endosse ainsi des principes visant une exploitation conjointe des systèmes d'information à référence spatiale et adhère à l'approche préconisée dans l'infrastructure canadienne des données géospatiales (ICDG), c'est-à-dire un partage des données et leur gestion en fonction des champs d'expertise

reconnus de chaque organisation.

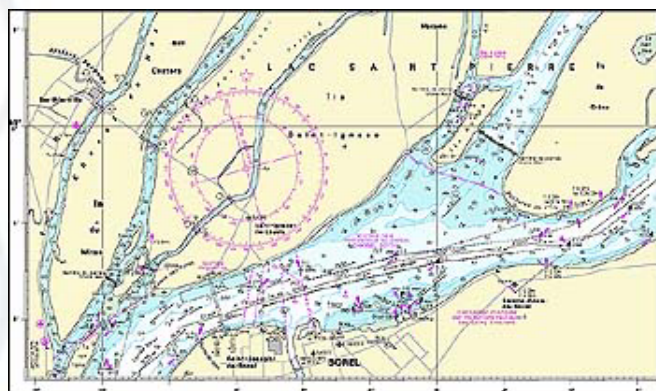
Afin de bien camper le sujet et mieux faire connaître le secteur de la géomatique marine, les prochains paragraphes font un tour d'horizon des secteurs d'activité où Pêches et Océans Canada fait appel à la géomatique, et ce, tant à titre d'utilisateur que de producteur de données cadres.

Cartographie marine

Le Service hydrographique du Canada (SHC) est responsable de la production et de la mise à jour de la base officielle des données bathymétriques du Canada et des cartes marines de navigation. Ces données sont au monde marin ce que la carte topographique est au monde terrestre. Soixante-cinq cartes marines couvrent le territoire du Québec, de Montréal à Blanc-Sablon. Le SHC produit aussi les cartes électroniques de navigation en format S57, une norme de l'Organisation hydrographique internationale. En acquisition de données, le SHC réalise des levés détaillés des fonds marins à l'aide de systèmes hydroacoustiques modernes, effectue les relevés bathymétriques du chenal de navigation du Saint-Laurent sur une base continue et diffuse - dans Internet et les tables de marées - de l'information officielle sur les niveaux d'eau et les marées. Le SHC gère un réseau de repères de nivellement accessibles à tous le long des voies navigables et exploite un réseau numérique d'enregistreurs permanents de niveaux d'eau. Avec des partenaires du secteur privé et du monde de l'éducation, le MPO a développé et mis en opération un système de positionnement dynamique de haute précision horizontale et verticale basé sur la technologie GPS (système global de positionnement par satellite).

Sécurité maritime

La Garde côtière canadienne (GCC) est reconnue à travers le pays pour ses activités de balisage, de déglacage, de contrôle du trafic maritime, de recherche et de sauvetage. Pour remplir son mandat, la GCC gère un réseau de stations de diffusion de corrections différentielles GPS accessible à tous. Ce réseau, dont la disponibilité, la fiabilité et l'intégrité sont contrôlées, couvre les eaux navigables. La GCC applique également les dispositions de la Loi sur la protection des eaux navigables dans le but de prévenir la réalisation d'ouvrages qui entraveraient le déplacement des navires. Ainsi, les plans de tous les ouvrages touchant les eaux navigables doivent lui être soumis pour approbation.



Exemple d'une carte marine - détail de la région de Sorel

L'ensemble des plans reçus constitue une source d'information extrêmement précieuse pour maintenir à jour les bases de données cartographiques. Que ce soit pour répertorier l'information sur les glaces, la gestion du trafic maritime, l'entretien des chenaux de navigation ou la gestion des feux de navigation, la GCC a dû développer et implanter un ensemble « inter-exploitable » de systèmes d'information à référence spatiale. Le système Marinfo donne accès à de précieux renseignements pour le transport maritime, notamment sur l'état de navigabilité du chenal du fleuve Saint-Laurent.

Protection de l'habitat du poisson

Le MPO a la responsabilité d'appliquer les dispositions des lois qui visent la conservation et la protection de l'habitat du poisson. À cet effet, il a développé un système d'information à référence spatiale pour la gestion intégrée de la zone côtière du Saint-Laurent et du Nord québécois. Le système d'information pour la gestion de l'habitat de poisson (SIGHAP) fournit une vue d'ensemble des écosystèmes côtiers et permet de produire des cartes thématiques. Bientôt, le portail Internet du SIGHAP donnera accès à des données complètes sur les caractéristiques physiques et biologiques des habitats aquatiques de même que sur la répartition des ressources halieutiques (relatives à la pêche).

Acquisition et diffusion de connaissances en sciences de la mer

À l'aide de programmes de suivi, de télédétection ainsi que de modélisation physique et écosystémique, le MPO contribue à développer des indices de changement climatique, à étudier la biodiversité et à évaluer l'état des ressources vivantes de l'ensemble de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Les résultats de telles recherches scientifiques sont diffusés par l'entremise du portail Internet de l'Observatoire du Saint-Laurent (OSL), dont les applications et les services de visualisation Web donnent accès à des cartes dynamiques produites en temps réel.

Gestion des pêches et aquaculture

L'administration du Programme canadien de salubrité des mollusques est réalisée conjointement par le MPO, Environnement Canada et l'Agence canadienne d'inspection des aliments. Ces derniers utilisent, pour ce faire, un système géomatique qui permet l'affichage et l'analyse de l'information spatiale sur les sources de pollution, les stations d'échantillonnage, les zones coquillères et les parcs aquacoles de mollusques. Le MPO exploite un important système de gestion des activités de pêche qui collige un éventail complet de statistiques sur les captures, les permis et les navires de pêche. Une position géographique est associée à bon nombre de données de ce système, qui pourra éventuellement exploiter cette information et la rendre disponible tout en respectant la confidentialité. Dans les dossiers de demande de permis d'aquaculture, le MPO a la responsabilité de coordonner les actions d'une multitude d'intervenants. La localisation des sites fait partie de l'information qui doit être gérée et partagée; aussi envisage-t-on l'application des techniques géomatiques et l'utilisation d'un système d'information à référence spatiale.

Gestion des ports pour petits bateaux et des immeubles

Le MPO est propriétaire de 163 havres dont 71 à vocation récréative et 92 à vocation de pêche, comme ceux de Harrington-Harbour ou de Rivière-au-Renard. La gestion de la plupart de ces ports de pêche est confiée à des administrations portuaires locales, tandis que le Ministère assume la gestion des biens fonciers et des infrastructures. Pour les besoins de ses programmes, le MPO est également propriétaire d'immeubles. L'inventaire des données permettant la gestion de toutes ces propriétés relève de systèmes d'information traditionnels. Il serait souhaitable d'évoluer vers une géomatisation des systèmes afin d'assurer

Sites de référence

cartes marines :

<http://www.cartes.gc.ca/chs/fr/products/>

marées et niveaux d'eau :

<http://www.lau.chs-shc.dfo-mpo.gc.ca/french/Canada.shtml>

corrections de différentiels GPS :

<http://www.ccg-gcc.gc.ca/dgps/>

information maritime :

<http://www.marinfo.gc.ca>

Observatoire du Saint-Laurent :

<http://www.osl.gc.ca>

statistiques de pêche :

http://www.dfo-mpo.gc.ca/communic/statistics/main_f.htm

une plus grande cohérence des données et de faciliter leur partage.

Des efforts concertés de l'industrie privée, du milieu de l'éducation et des gouvernements permettront assurément de positionner davantage la géomatique dans un nouveau créneau, soit celui des activités marines.

Renseignements :

Marc Journault
 Coordonnateur du Groupe de travail en géomatique
 Division de géomatique marine
 Service hydrographique du Canada
 Pêches et Océans Canada
 (418) 775-0506
 journaultm@dfo-mpo.gc.ca



NUMÉRIMAGE

De l'image à l'information...

Gino Desrosiers, Chantal Seuthé et Manon Carignan

Tel fut le thème du 11^e congrès de l'Association québécoise de télédétection, tenu conjointement avec le 25^e Symposium canadien sur la télédétection du 14 au 17 octobre dernier à l'Université de Montréal.

Dans leur allocution d'ouverture, les coprésidents, MM. François Cavayas, de l'Université de Montréal, et Marc D'Iorio, de la Commission géologique du Canada, ont résumé en quelques mots ce choix : « Depuis trente ans, la télédétection civile a fait des pas de géant dans les domaines de l'acquisition de données et la production d'images de qualité. Celles-ci couvrent toutes les parties exploitables du spectre électromagnétique et elles sont riches en information sur l'environnement atmosphérique, les océans, les terres émergées et la cryosphère (surfaces gelées ou couvertes de neige). Qu'en est-il de l'exploitation de ces données dans les domaines géoscientifiques et de l'ingénierie? Les données de télédétection pourraient-elles être davantage intégrées au quotidien et jouer un rôle accru dans la gestion du territoire et de ses ressources? » Plus de 300 participants sont venus discuter de ces grandes questions et s'informer des nouveautés en la matière.

Table ronde dynamique

La tenue d'une table ronde, au terme d'une première journée « portes ouvertes », a sans doute été l'un des moments privilégiés pour répondre aux questions de l'heure et tenter d'expliquer ce qui faisait obstacle à la démocratisation de la télédétection.

Des échanges intéressants sont ressortis de cette tribune.

Après plus de 25 ans de développement de la télédétection



M. Marc Laurendeau, journaliste à la radio de Radio-Canada (à l'extrême droite), a joué avec plaisir le rôle de modérateur lors de la table ronde. Le groupe d'intervenants était composé des personnes suivantes (de gauche à droite) : M. Bob Ryerson, directeur général du Centre canadien de télédétection, M. Mark Dougherty, directeur des exploitations spatiales à l'Agence spatiale européenne, M. Pascal Yacouvakis, météorologue à la radio et à la télévision de Radio-Canada, M. Bruno Duchesne, président-directeur général du Centre de développement de la géomatique et M. Pierre Vincent, vice-président exécutif de Viasat GeoTechnologies.

au Canada et malgré la haute performance des instruments d'observation de la Terre, les images de télédétection ne sont pas encore assez utilisées. L'un des facteurs explicatifs de cette situation est sans doute que les méthodes conventionnelles, comme la photographie aérienne, sont très bien intégrées dans les processus de travail. Il faut aussi invoquer l'absence de garantie d'une continuité des programmes de réception et de distribution des images. Les coûts des données de télédétection, si on les calcule au kilomètre carré, ne sont pas très élevés, mais ces images étant utilisées pour de vastes territoires, les investissements sont souvent importants. Les efforts de télédétection ont longtemps été tournés vers la compréhension des phénomènes pour l'avancée de la science de l'observation de la Terre. Il faut maintenant rendre les produits et les applications de télédétection davantage accessibles et démocratiser leur utilisation. Ce ne sont pas les données qui ont une valeur commerciale, mais bien les renseignements qui en sont dérivés.

Il faut du temps pour qu'une application devienne mature. Les quelque 25 ans de télédétection au Canada sont peu de chose, surtout quand on considère les investissements substantiels consentis dans le domaine des applications. Le Québec doit donc poursuivre son engagement dans le développement de cette haute technologie. Au-delà de l'intérêt stratégique de l'observation de la Terre, les opérations d'inventaire et de surveillance du territoire y trouvent des avantages certains. Le potentiel des images de télédétection a été démontré, et les applications à succès existent au Québec. La cartographie topographique du Nord au moyen de l'imagerie SPOT, la cartographie de l'occupation du sol agricole et le suivi des interventions et perturbations forestières réalisés avec LANDSAT en sont des exemples.

Une séance sur le futur RADARSAT-2

RADARSAT-2 a eu une place de choix au Symposium canadien de télédétection. Ce satellite, qui sera lancé en 2005 par l'Agence spatiale canadienne (ASC), aura des capacités novatrices par rapport à tous les autres satellites radars et même par rapport à RADARSAT-1, actuellement en fonction. En effet, outre une résolution spatiale accrue, allant jusqu'à 2,5 m, il produira des images « polarimétriques ». La quadruple polarisation augmente la complexité d'analyse, mais ouvrira la porte à plusieurs champs d'application.

Sept des treize projets financés par l'ASC ont été présentés en grande primeur. Ces projets, qui en sont à leur début, examineront les nouvelles possibilités qu'offrira RADARSAT-2 à partir de données simulées aéroportées et de données du satellite européen Envisat.

Certains de ces projets viseront à améliorer la qualité des applications déjà opérationnelles, comme la détection des navires et des icebergs, la cartographie des zones d'inondation et le calcul de l'équivalent en eau de la neige. D'autres réexamineront les applications qui ne fonctionnaient pas avec RADARSAT-1 et qui risquent de fonctionner avec RADARSAT-2, par exemple le suivi de l'état des cultures et

la cartographie de l'occupation des sols, de la végétation et des dépôts de surface. Deux projets seulement s'attaquent à des problématiques nouvelles du domaine environnemental, soit les risques de maladie et les aires protégées. Un projet, enfin, explore les possibilités de la polarimétrie de façon plus théorique; il pourrait paver la voie à d'importantes applications. Les premiers résultats de ces projets devraient être connus à l'automne 2004.

Le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs était présent

En plus des multiples conférences présentées tout au long de l'événement, les participants ont eu accès à une exposition commerciale où les représentants de l'industrie et les ministères et agences gouvernementales présentaient leurs services et leurs nouveaux produits.

Le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et de Parcs (MRNFP) a profité de cette vitrine pour présenter son stand, « La géomatique, un parcours vers la connaissance ». Le MRNFP était dans le ton du congrès en plaçant au premier plan la Mosaïque du Québec, un produit d'information en ligne sur les grandes composantes du territoire issu de l'imagerie satellitaire. Les participants plus avertis n'étaient pas en reste, puisque les spécialistes du Ministère ont présenté les nombreuses possibilités d'intégration des données cartographiques aux données images.



L'exposition commerciale a, comme toujours, attiré de nombreux visiteurs.

Soulignons que l'événement a bénéficié, entre autres appuis, du soutien financier du ministère du Développement économique et régional et de la Recherche et d'une commandite du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs.



Monsieur Maxime Bélanger (à gauche), spécialiste en télédétection au ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, explique la Mosaïque du Québec aux visiteurs.

Avec distinction...

L'Association québécoise de télédétection (AQT) a profité de son onzième congrès pour souligner le travail de ses membres en décernant quatre prix.

Prix du gouvernement du Québec

Ce prix vise à encourager l'utilisation de la langue française dans les événements scientifiques organisés au Québec. Il souligne la meilleure affiche présentée en français au congrès de l'Association.

Le prix du gouvernement du Québec a été décerné à **M. Yves Voirin**, du Centre d'application et de recherche en télédétection (CARTEL) de l'Université de Sherbrooke, pour son affiche *Évaluation d'un système de base de connaissances pour l'identification automatique des zones perturbées au Labrador*. M. Voirin a reçu un chèque de 250 \$.

Prix de l'AQT

Ce prix souligne la meilleure affiche étudiante présentée en français au congrès de l'Association.

Cette année, le lauréat du prix de l'AQT est **M. Amani Massalabi**, du Centre d'application et de recherche en télédétection (CARTEL) de l'Université de Sherbrooke, pour son affiche *Détection et exploitation des zones d'ombre sur les images de très haute résolution spatiale en milieu urbain : application aux données IKONOS de Sherbrooke*. M. Massalabi a reçu un chèque de 250 \$.

Prix Industrie 2003

Cette année, l'AQT a voulu souligner, par un prix spécial, le dynamisme de l'industrie québécoise de la télédétection, notamment les efforts du secteur privé dans le développement de l'expertise québécoise en matière de télédétection et l'ouverture de cette industrie aux marchés internationaux.

Le prix Industrie 2003 a mis en lumière la force d'innovation de VIASAT GeoTechnologies, dont le vice-président exécutif, **M. Pierre Vincent**, a reçu un bronze de l'artiste québécois Rusdi Genest.

Mention honorifique

Une mention est décernée à un membre de la communauté québécoise de la télédétection en reconnaissance de sa contribution aux activités de l'Association ainsi qu'à l'avancée et au maintien du dynamisme de la discipline au Québec.

Cette année, le lauréat en est **M. Christian Prévost**, du Centre canadien de télédétection. Les qualités de vulgarisateur de M. Prévost ainsi que sa contribution remarquable à la diffusion de l'information au sein de la communauté des spécialistes méritent d'être soulignées. M. Prévost a reçu une œuvre de l'artiste québécois Guy Labbé. L'huile sur toile, réalisée en 2003, est intitulée *Qui saura où je suis passé*.

Pour toute information :

Yves Gauthier
Président de l'Association
québécoise de télédétection

(418) 654-3753
gautyves@inrs-ete.quebec.ca

NUMÉRIMAGE

Entente Canada-Québec sur l'utilisation des données RADARSAT

Cet article présente les résultats d'un projet réalisé dans le cadre du Programme de développement d'applications en observation de la Terre (PDAOT) de l'Agence spatiale canadienne et de l'Entente Canada-Québec sur l'utilisation des données RADARSAT. Cette entente a été signée en 1998, puis renouvelée pour trois ans en juin 2002. Sa gestion relève de l'Agence spatiale canadienne, du ministère du Développement économique et régional et de la Recherche et du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs.

La télédétection... une source d'information pour le suivi d'indicateurs d'aménagement durable

Chantal Seuthé

La notion d'aménagement forestier durable fait partie des priorités gouvernementales du Québec depuis la Loi sur les Forêts, promulguée en 1996. Le suivi des indicateurs d'aménagement forestier durable (IAFD) est donc une activité importante des gestionnaires de la forêt. En forêt privée, où il n'y a pas de programme de mise à jour des interventions sylvicoles, les outils permettant de suivre dans le temps les indicateurs écoforestiers sont plus rares. Les images rapportées par le satellite Landsat ont néanmoins permis de suivre neuf des quatorze indicateurs prioritaires sur une période de dix ans, et ce, avec une précision tout à fait acceptable. Une belle réussite pour la télédétection!

L'aménagement durable, une valeur sûre pour la gestion de la forêt

Le suivi des indicateurs d'aménagement forestier durable vise à informer la population le plus justement possible de l'état des forêts du Québec, de leur gestion de même que des pratiques forestières en cours. Il vise également à cerner les politiques qui ne rencontrent pas les exigences du développement durable. Sur les terres privées, le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP) participe au régime de protection et de mise en valeur de la forêt en transférant des budgets aux agences régionales de mise en valeur dont un des mandats consiste à mettre en place un système de suivi des IAFD.

Une des options privilégiées pour réaliser ce mandat à des coûts acceptables est la télédétection. C'est dans ce contexte que la firme TECSULT a mis sur pied un projet, conjointement avec le Syndicat des producteurs de bois du Saguenay-Lac-Saint-Jean (SPBSLSJ). Les images-satellite, principalement celles de Landsat à 30 mètres de résolution, ont été examinées afin de vérifier si leur contenu informatif pouvait servir à la mesure et au suivi des IAFD. Les régions du Saguenay-Lac-Saint-Jean et du Bas-Saint-Laurent ont servi de secteurs pilotes.

L'information livrée par les images-satellite

Dans le cadre d'un protocole d'entente entre le MRNFP et quatre agences régionales de mise en valeur, quatorze indicateurs

ont été jugés prioritaires. Les images-satellite peuvent fournir une information pertinente permettant d'établir neuf de ces quatorze indicateurs :

- Superficie et pourcentage des diverses catégories de territoire;
- Superficie et pourcentage des écosystèmes résineux, mélangés et feuillus;
- Superficie et pourcentage des stades de développement des écosystèmes résineux, mélangés et feuillus;
- Degré de fragmentation de l'écosystème forestier et de connexion entre les éléments de l'écosystème forestier;
- Niveau de la régénération forestière dans les zones déboisées;
- Superficie des coupes totales;
- Proportion des zones boisées en bordure des cours d'eau;
- Superficie et proportion de zones déboisées à l'intérieur de zones sensibles;
- Superficie et proportion des milieux humides.

Ce sont des images Landsat TM5 et ETM7 qui ont été principalement utilisées. Le suivi des indicateurs s'est fait sur une période d'environ dix ans (1990-2001) par intervalles de deux ou trois ans. Les images Landsat se sont révélées particulièrement appropriées, d'abord par leur faible coût, mais aussi parce que ces images sont captées de façon systématique. Il existe donc des images en archive qui assurent un suivi rétrospectif depuis 1990. Plusieurs des indicateurs retenus ont pu être directement mesurés à partir du contenu informatif des images. D'autres ont été déduits en combinant cette information avec d'autres couches d'information spécifique, par exemple la carte écoforestière.

D'autres types d'images-satellite ont également été expérimentés pour évaluer leur faculté de fournir certains indicateurs : une image de très haute résolution (IKONOS, un à quatre mètres) pour mesurer la largeur des zones boisées en bordure des cours d'eau, une image hyperspectrale (Hyperion, 30 mètres) et une image radar (RADARSAT, 30 mètres) pour caractériser les milieux humides.

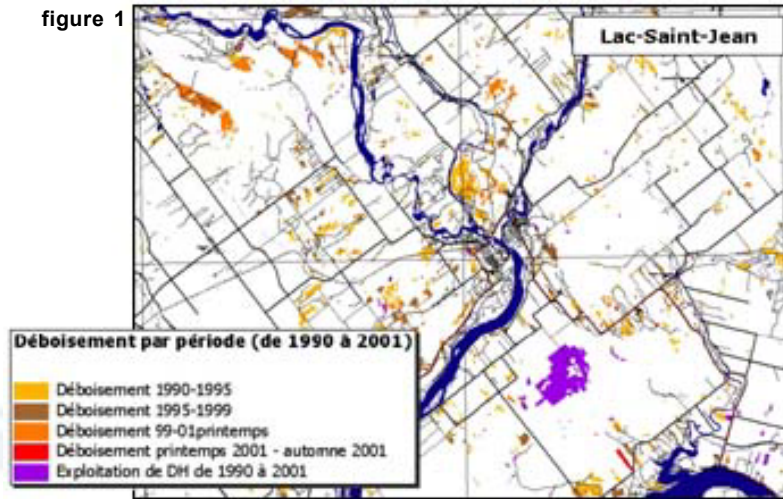
Une méthode automatisée d'extraction

Un programme informatique de suivi et de détection des changements a été développé pour effectuer la majorité des opérations de façon automatisée. Cette méthode fait appel aux images Landsat multitudes et à la carte écoforestière de 1990. Le programme a été conçu en cinq modules :

1. Détection du déboisement;
2. Caractérisation de la régénération;
3. Actualisation de la carte écoforestière;
4. Évolution des types forestiers;
5. Stades de développement.

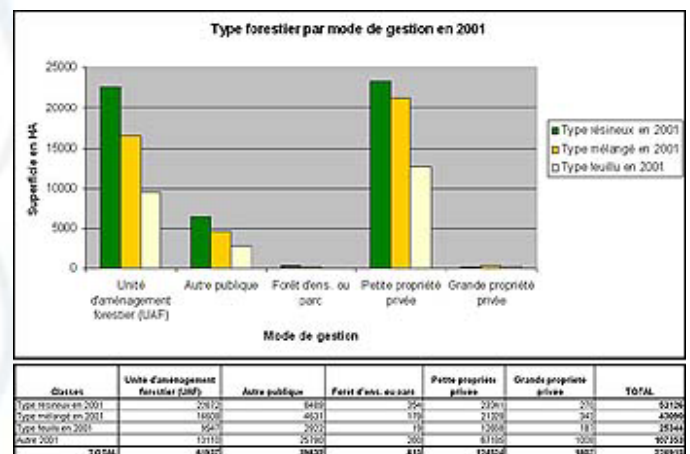
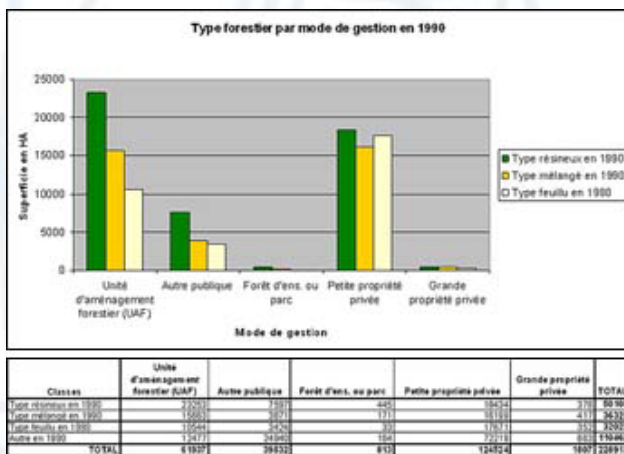
Chacun de ces modules produit différentes couches d'information, utilisées pour mesurer les indicateurs. Par exemple, dans le premier module, les zones de déboisement sont extraites de façon automatique à partir des bandes spectrales de Landsat (voir figure 1). Par ailleurs, dans le troisième, l'actualisation de la carte écoforestière pour les grandes catégories de terrain est obtenue à partir des résultats des deux premiers modules.

figure 1



Exemple de résultats du module Détection du déboisement

Les couches peuvent également être intégrées à un système d'information géographique (SIG) pour produire des cartes, présenter l'information sous forme de tableaux, de graphiques ou de diagrammes (voir figure ci-dessous), ou encore fournir des renseignements supplémentaires par la combinaison de différentes couches.



Exemple de diagramme illustrant la superficie des types forestiers en 1990 et en 2001 par mode de gestion (ha)

Des résultats satisfaisants

La méthodologie utilisée repose essentiellement sur la détection automatique du déboisement à travers le temps et le suivi de la régénération par comparaison avec l'état initial donné par la carte écoforestière. Pour de meilleurs résultats, il semble que l'intervalle de temps entre les images ne doit pas excéder trois ans, sinon les zones déboisées perdent leurs caractéristiques spectrales distinctives. Par ailleurs, la méthodologie utilisée n'a pas tenu compte de l'ombrage de la cime des arbres et du relief, ce qui, compte tenu de la résolution moyenne de Landsat, a contribué à une légère sous-estimation du déboisement. Il semble également que la méthode utilisée tend à surestimer les couverts mélangés. Enfin, les changements de vocation des

terrains (p. ex. déboisement à des fins d'agriculture) sont difficiles à déceler sans une recherche sur le terrain.

Malgré tout, les images Landsat sont considérées suffisamment précises pour un suivi des IAFD. Grâce aux archives, ces images constituent la seule source de données qui puisse être utilisée pour reconstituer des séquences temporelles à rebours sur le Québec méridional.

En ce qui concerne les autres images examinées dans ce projet, c'est l'image IKONOS, de par sa très haute résolution qui offre le plus de possibilités intéressantes pour l'avenir, comparativement à Landsat. Cependant, le coût de ces images est encore trop élevé pour représenter une option réaliste.

Qu'en pensent les utilisateurs?

Le matériel informatique livré dans le cadre de ce projet est, d'ores et déjà, utilisé par le Syndicat des producteurs de bois du Saguenay-Lac-Saint-Jean (SPBSLSJ) dans différentes applications. Dans le but de mieux organiser les travaux sylvicoles sur le territoire, la couche de mise à jour des coupes totales et des peuplements en voie de régénération sert à reconstituer un historique des interventions. Cet examen serré du contenu informatif des images-satellite permet à la SPBSLSJ de valider les résultats, une étape primordiale pour la suite des travaux.

Le projet n'a couvert qu'une infime partie du territoire desservi par le SPBSLSJ. L'organisme souhaite étendre le modèle qui a été développé à l'ensemble du territoire et mieux évaluer ses coûts. Cet intervenant majeur de la forêt privée du Saguenay-Lac-Saint-Jean peut compter maintenant sur un outil de gestion à l'avant-garde de la technologie.

Renseignement :

Jocelyn Bluteau
Directeur de projet, Géomatique forestière
Tecsult inc.
(418) 871-2444
j.bluteau@tecsult.com