

# GÉ info

Le bulletin du Plan géomatique du gouvernement du Québec

## La modélisation : un outil de planification de premier plan au ministère des Transports du Québec

Pierre Tremblay

**Le développement de politiques en matière de transport, l'optimisation des aménagements routiers de même que l'évaluation de l'opportunité et des impacts des grands projets d'infrastructure, voilà autant d'activités de planification pour lesquelles le ministère des Transports du Québec (MTQ) fait appel à la modélisation.**

Les modèles de transport sont des systèmes d'information qui exploitent des banques de données à référence spatiale, des statistiques, des règles et des logiciels spécialisés afin de représenter et d'analyser l'offre et la demande de transport. En d'autres mots, ils représentent la façon dont les gens et les marchandises se déplacent sur le réseau de transport québécois, tout en permettant d'entrevoir comment cette mobilité évoluera dans le temps.

Une bonne utilisation des modèles de transport favorise une analyse structurée et rigoureuse des impacts des projets de transport du Ministère et de ses partenaires, en fonction de divers scénarios. La mise à jour continue de ces modèles est essentielle pour rafraîchir leur information et tirer parti des nouveaux outils technologiques disponibles.

Pour parvenir à une représentation structurée des systèmes de transport, la modélisation nécessite l'emploi de méthodes de recherche opérationnelle, notamment pour établir les chemins optimaux et simuler les déplacements sur les réseaux routiers. Ces méthodes font appel à deux classes

### Comité de rédaction

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

### Révision linguistique

Karen Dorion-Coupal

### Traduction

Garriss et Vachon inc.

### Édition électronique

Prospection Inc.

de données de base axées sur la référence spatiale fine, soit la demande et l'offre de transport.

### La demande

L'ensemble du territoire modélisé est découpé en zones homogènes sur le plan de la génération ou de l'attraction de déplacements. La demande peut ensuite être présentée sous forme de tableaux, appelés *matrices de déplacement*, entre des zones d'origine et de destination. Les données de ces matrices proviennent d'enquêtes *origine-destination* régionales qui permettent de brosser un portrait précis de la demande de transport à un moment donné. Des modèles de projection de la demande sont ensuite utilisés pour prévoir les déplacements à moyen et long terme.

### L'offre

L'offre de transport actuelle et future est représentée à l'aide d'une géocodification des réseaux de transport, dans lesquels les intersections sont représentées par des nœuds et les segments de route par des arcs. Les services de transport collectif sont codifiés par l'itinéraire de nœuds emprunté.

### Des modèles pour chaque type de transport

Le MTQ compte des modèles pour trois classes de

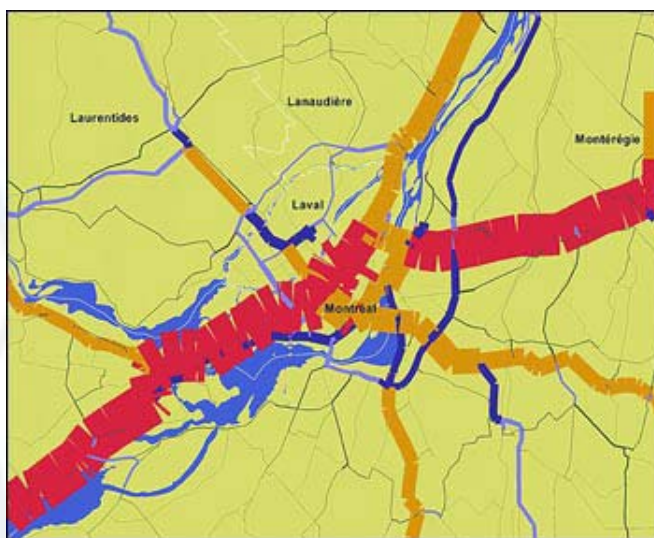
problématique de transport, soit le transport urbain des personnes, le transport interurbain des marchandises et la circulation routière.

Afin d'analyser les problèmes de transport urbain, le Ministère dispose de modèles régionaux pour les cinq principales agglomérations québécoises (Montréal, Québec, Sherbrooke, Trois-Rivières et Gatineau). Ces modèles sont régulièrement mis à jour, au rythme des nouvelles enquêtes *origine-destination* régionales. Ils sont exploités au moyen des logiciels EMME/2 ([www.inro.ca/](http://www.inro.ca/)) et MADITUC ([www.transport.polymtl.ca/](http://www.transport.polymtl.ca/)), développés dans le milieu universitaire québécois.

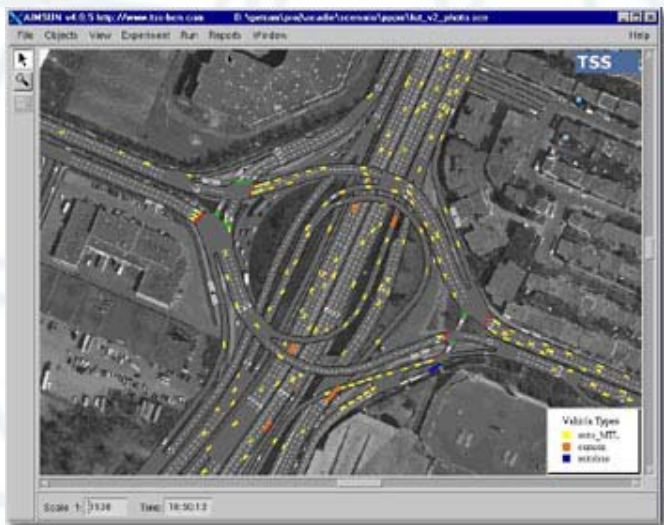
Le MTQ possède également un modèle de simulation des déplacements interurbains de camions lourds qui utilisent le réseau routier québécois. Il a été mis au point à l'aide du logiciel Transcad ([www.caliper.com/tcovu.htm](http://www.caliper.com/tcovu.htm)) et des résultats de l'Enquête pancanadienne sur le camionnage, réalisée en 1999. Ce modèle permet des simulations sur l'ensemble du réseau routier nord-américain.



Illustration de la proportion et de la provenance des utilisateurs des bretelles de l'échangeur A-15 / A-640 en période de pointe, le matin (entre 6 h et 9 h).



Flux des déplacements interurbains de camions lourds dans la région de Montréal, à l'automne 1999.



Microsimulation des mouvements des véhicules à l'échangeur A-40 / Acadie, à Montréal.

Pour ce qui est de la circulation routière, l'examen des problèmes à plus petite échelle repose sur l'emploi de modèles de microsimulation. Le MTQ s'est doté du microsimulateur AIMSUN ([www.aimsun.com](http://www.aimsun.com)), qui permet d'analyser le fonctionnement de carrefours et d'échangeurs complexes, ou encore d'optimiser les aménagements géométriques à l'intérieur d'importants corridors de transport.

**Une information accessible aux partenaires**

Le MTQ développe, exploite et actualise des modèles de transport pour répondre, avant tout, à ses besoins. Il met toutefois à la disposition de ses partenaires (autres ministères, municipalités, organismes publics de transport, organismes d'étude et de recherche, etc.) divers produits de modélisation du transport, notamment :

- des simulations de déplacements sur les réseaux (cartes de flux);
- des analyses de temps de déplacement (contours isochrones);
- des estimations des émissions polluantes de sources mobiles;
- des projections de la demande de transport.

La prochaine édition du *GÉOinfo* présentera le Réseau multimodal modélisé du Québec, un autre outil de modélisation du MTQ qui permet de calculer les temps et distances de déplacement entre les localités du Québec.

**Renseignements :**

Pierre Tremblay, ing.  
Ministère des Transports  
Service de la modélisation des systèmes de transport  
(514) 864-1750  
ptremblay@mtq.gouv.qc.ca

## Next-Generation Technologies Club/Club de la prochaine génération de technologies Un nouveau canal d'échange et de diffusion d'information dans les domaines de la géomatique et de l'observation de la Terre

Gino Desrosiers

Ne vous méprenez pas, le Next-Generation Technologies Club/Club de la prochaine génération de technologies (NGTC/CPGT) n'est pas un nouveau *fan club* pour inconditionnels de *Star Trek*. Il s'agit plutôt d'un regroupement d'étudiants, dans les domaines de la géomatique et de l'observation de la Terre, issus de différentes maisons d'enseignement.

Fondé en septembre 2002 par quatre étudiants, Guy Aubé, Julie Gaudreau, Nicolas Gignac et Rima Mohammed, le NGTC/CPGT a été mis sur pied pour favoriser l'acquisition, l'échange et la diffusion d'information sur les nouvelles technologies. Dans un contexte de surinformation, l'accès aux véritables innovations dans les domaines de pointe est parfois difficile. La création de ce club vient ainsi répondre à un besoin de la clientèle étudiante. Le regroupement contribue en outre au transfert de connaissances entre les gouvernements, l'industrie, les scientifiques et les communautés étudiantes de différents domaines, ce qui est fondamental pour assurer l'innovation tant au Québec qu'au Canada.

### Objectifs poursuivis

Les objectifs poursuivis par les membres du NGTC/CPGT sont les suivants :

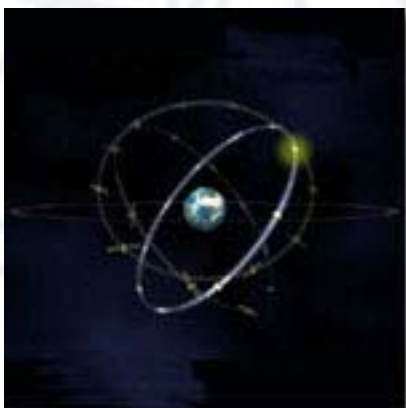
- avoir une vision claire du marché, des projets innovateurs en cours et du potentiel de l'industrie géomatique à l'échelle provinciale, nationale et internationale;
- acquérir, échanger et diffuser de l'information au sujet des domaines de pointe (observation de la Terre, systèmes d'information géographique, géopositionnement, télécommunication sans fil, etc.);
- rechercher des moyens pour stimuler l'émergence, la convergence et la fusion des nouvelles technologies en les mettant au service du public, des entreprises privées et des gouvernements, tout en préservant l'environnement physique et humain;
- créer un forum de discussion pensé par et pour des étudiants universitaires issus de nombreux domaines connexes (agriculture, biologie, géographie, géologie, hydrologie, ingénierie spatiale, océanographie, télécommunication, etc.);
- favoriser l'émergence et le développement d'un réseau de contacts dans les domaines de pointe.

### Lieu d'échange

Le conseil du NGTC/CPGT se réunit une fois tous les deux mois pour échanger au sujet des nouvelles technologies innovatrices. Chaque membre du conseil a la responsabilité de fournir des renseignements actuels par rapport au domaine d'activité qui lui a été assigné. Les rencontres du conseil portent sur des thématiques variées (la gestion des urgences et des catastrophes

naturelles en temps-réel, la mobilité, la géomatique marine, etc.).

La thématique proposée aux membres présentement est la suivante « GALILEO : le futur du géopositionnement ». Initiative conjointe de l'Agence spatiale européenne (ESA) et de la Communauté européenne, GALILEO est un futur système de navigation et de localisation par satellite qui fournira un service global de positionnement de haute précision. Il permettra, en outre, la localisation en temps réel pour le trafic aérien, routier et maritime, pour l'agriculture, la foresterie ainsi que pour la sécurité publique. Le système sera déployé en 2008 et comptera 30 satellites. Le 8 octobre dernier, l'Agence spatiale canadienne (ASC) est devenue partenaire du projet. Les membres du NGTC/CPGT se penchent présentement sur le fonctionnement du système, ses applications possibles, ses retombées, etc.

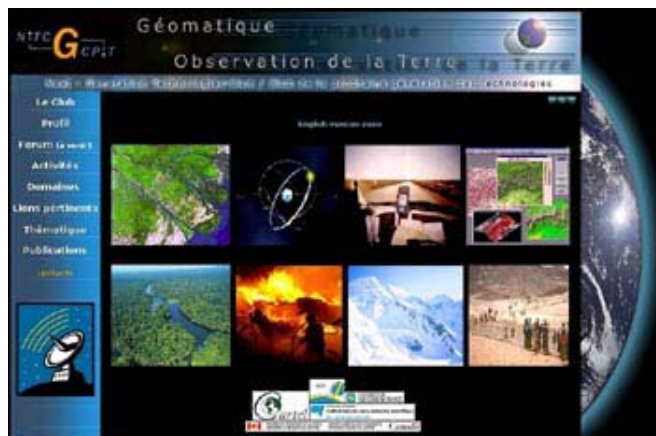


Le futur système GALILEO

Pour assurer la dynamique et la progression des idées innovatrices, le conseil du NGTC/CPGT est entièrement dissous et recréé tous les quatre mois (en janvier, mai et septembre de chaque année).

**Partenariat**

En avril 2003, le NGTC/CPGT a obtenu une subvention du Conseil de recherches en sciences et génie du Canada (CRSNG) par l'intermédiaire du vice-rectorat à la recherche de l'Université de Sherbrooke pour la mise en place d'un site Internet.



Le site Internet du NGTC/CPGT.

Le NGTC/CPGT a également pu compter sur le soutien financier du Centre d'applications et recherches en télédétection (CARTEL) et de l'Institut national de recherche scientifique - Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE).

En juin dernier, le NGTC/CPGT est devenu un partenaire officiel de l'Association québécoise de télédétection (AQT). À ce titre, le NGTC/CPGT a participé (exposition commerciale et conférence) au 11<sup>e</sup> Congrès de l'AQT, qui se déroulait simultanément au 25<sup>e</sup> Symposium canadien de télédétection à Montréal, le mois dernier. Le NGTC/CPGT a aussi été invité par l'Agence spatiale européenne (ASE) au 54<sup>e</sup> Congrès de la Fédération internationale d'astronautique (FIA), qui avait lieu à Brême en Allemagne, en octobre dernier, où il a présenté une affiche sur les nouvelles technologies.

**Renseignements :**

Guy Aubé, président  
 Nicolas Gignac, vice-président  
 Next-Generation Technologies Club  
 Club de la prochaine génération de technologies  
 ngt\_c@yahoo.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 des Finances, de l'Économie et de la Recherche et du ministère des Ressources naturelles. D'autres articles portant sur les projets de cette entente paraîtront dans les prochains numéros de GÉOinfo.

## L'évaluation du potentiel éolien au moyen d'images-satellite

Gino Desrosiers

Les images-satellite peuvent-elles être utilisées pour évaluer le potentiel éolien des régions côtières? La firme HéliMAX a tenté de répondre à cette question en testant ce nouveau mode d'estimation de la vitesse des vents. Bien entendu, il est question ici des images fournies par le satellite Radarsat-1.

### Une utilisation récente

L'utilisation d'images-satellite en sciences océanographiques remonte à près de deux décennies. Toutefois, ce n'est que depuis le début des années 2000 que la communauté scientifique s'intéresse de près à cette utilisation pour étudier la vitesse des vents au-dessus des mers et des océans.

Plusieurs phénomènes physiques influent sur les signaux de retour enregistrés par un satellite à radar, dont la rugosité de la surface de l'eau. Or, la vitesse des vents agit directement sur l'intensité des vagues. Aussi peut-on postuler que les images-satellite conservent la trace des caprices d'Éole.

Parmi diverses approches possibles pour évaluer la vitesse des vents à partir d'images radars, les chercheurs ont privilégié celle développée par le Centre canadien de télédétection (CCT), en mettant à contribution un satellite

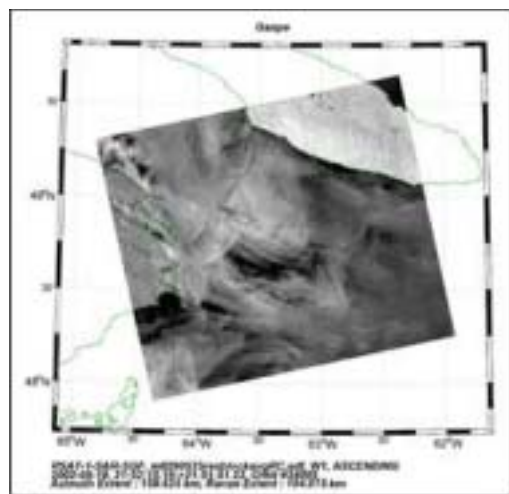
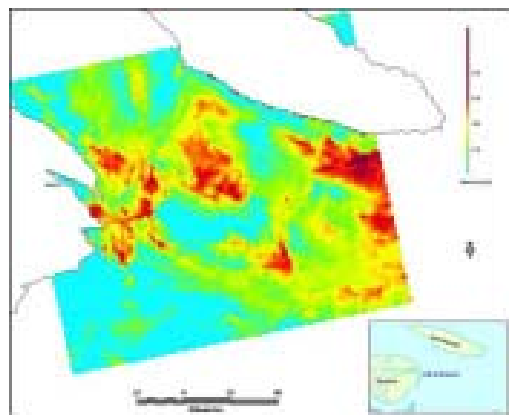


Image-satellite captée par Radarsat-1 le 10 mai 2002.



Exemple de champs de vitesses de vent dérivées de l'image-satellite ci-dessus, par un logiciel du CCT.

de type radar, en l'occurrence Radarsat-1. Cette approche repose sur un modèle numérique hybride et semi-empirique qui constitue la base des logiciels internes du CCT et des stations de surveillance des océans (OMW). Les logiciels utilisés permettent d'extraire des champs de vitesses à 10 mètres au-dessus de la mer.

La Gaspésie, c'est bien connu, possède un important potentiel d'énergie éolienne. C'est donc dans ce coin de pays baigné par le golfe du Saint-Laurent, précisément à Pointe-Saint-Pierre, dans la municipalité de Percé, que les chercheurs d'HéliMAX ont établi leur laboratoire.

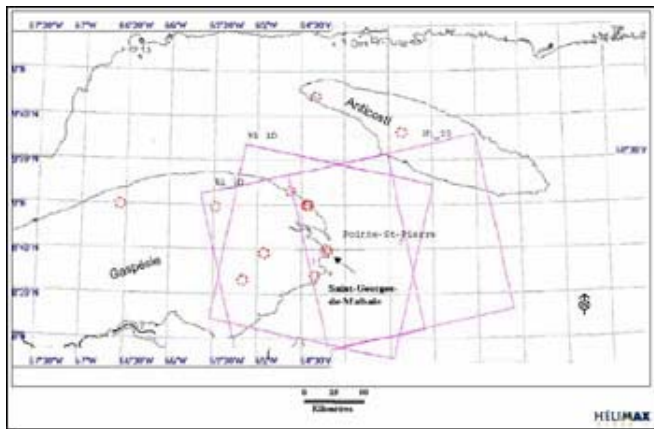
Au cours d'une période de 24 jours, la région pilote est captée par Radarsat-1 lors de trois passages, en mode d'acquisition W1 (mode recommandé par le CCT pour l'étude). Ce balayage permet d'obtenir environ une image par semaine de ce secteur. Au total, 39 images-satellite ont été recueillies et analysées au cours des douze mois qu'a duré l'étude (les périodes où le golfe était glacé ont été exclues de l'échantillon).

Les vitesses de vents dérivées de ces images-satellite ont été comparées à celles mesurées à 10 m du sol dans des mâts érigés à moins de 100 m du rivage. Cette comparaison avait pour but d'établir le degré de corrélation entre les deux types de mesures.

**Des résultats insuffisants**

Une autre série de comparaisons relatives a été entreprise, par la suite, à partir de mâts érigés, au large, à des distances de 1 km, 2 km et 3 km de la côte. Toutefois, les résultats ont été insatisfaisants. En effet, les vitesses de vents dérivées des images-satellite présentent une corrélation d'environ 55 % avec les vitesses mesurées. La corrélation la plus basse a été obtenue avec les mesures enregistrées à 1 km de la côte (52 %). Les vitesses dérivées ont probablement été faussées par l'effet de « fetch » (distance à partir de laquelle les vagues n'augmentent plus de hauteur lorsque le vent souffle depuis la terre).

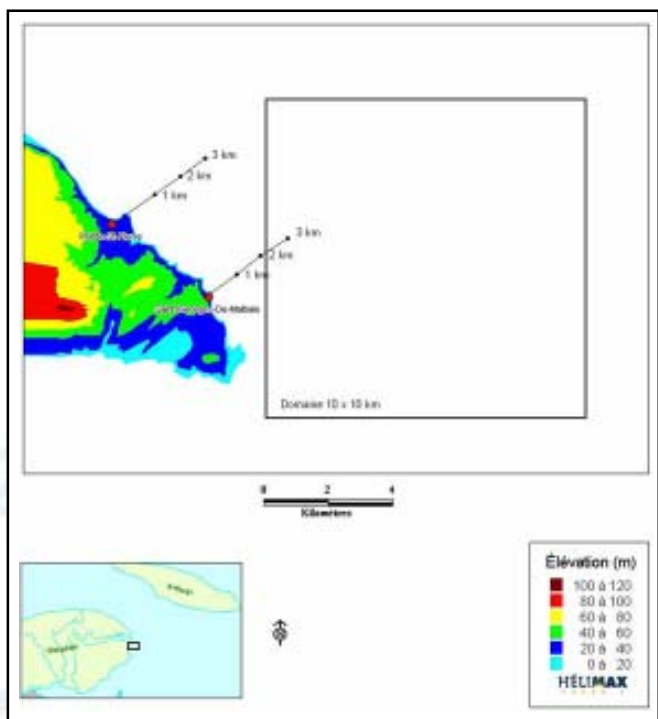
Pour préserver les vitesses dérivées de cet effet côtier et, par conséquent, tenter d'améliorer le degré de corrélation des mesures, les chercheurs ont également comparé les deux séries de mesures aux vitesses dérivées d'images-satellite couvrant un périmètre de 10 km sur 10 km, au large. Les résultats ont été équivalents à ceux de la première série de comparaisons, soit 57 %.



Couverture de la région à l'étude de Pointe-Saint-Pierre par les trois passages de Radarsat-1.

**Caractéristiques du mode W1 (wide beam mode)**

- angle d'incidence : 20° à 31°
- résolution : 30 m
- superficie couverte : 164 km sur 185 km



Cartes des emplacements de comparaison utilisés et de la zone moyennée de 10 par 10 kilomètres.

**Partenaires :**

M. Paris Vachon, Centre canadien de télédétection  
 Mme Slavica Antic, météorologue, Hélimax Énergie inc.

Il est intéressant de noter que ces comparaisons de vitesses tenaient compte de la direction des vents. Lorsque les vents provenaient de la terre ou de la mer, les résultats de corrélation étaient encore plus faibles (49 % et 35 % respectivement). Lorsqu'ils étaient parallèles à la côte, les résultats étaient, au contraire, très élevés (98 %). On notera, cependant, que les vitesses de ce dernier groupe de vents n'ont pu être mesurées que sur six images.

La dernière étape du projet consistait à initialiser le modèle commercial de cartographie WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program), destiné à modéliser les vitesses de vents au-dessus de l'eau. Cet exercice a permis d'effectuer une comparaison absolue entre ces vitesses et les vitesses dérivées des images radars. La corrélation obtenue s'est révélée, de nouveau, assez faible (43 %).

**Une note d'espoir**

L'étude d'Hélimax permet de conclure que, pour le moment, la nouvelle technologie d'estimation des vitesses de vents à partir d'images radars ne permet pas d'évaluer de façon précise le potentiel éolien des régions côtières. Elle ne peut donc être utilisée immédiatement par l'industrie éolienne. Néanmoins, il serait possible d'obtenir des résultats de corrélation supérieurs si l'effet des divers phénomènes météorologiques (direction des vents, stabilité atmosphérique, etc.) sur la qualité des vitesses dérivées d'images-satellite était mieux défini.

L'utilisation des images radars pour évaluer le potentiel éolien des régions côtières suscite tout de même beaucoup d'espoir. Aussi, le CCT poursuit ses travaux de recherche afin de perfectionner cette nouvelle méthode.

**Renseignements :**

Louise Lauzon  
 Directrice, prospection éolienne et développement  
 Hélimax Énergie inc.  
 (514) 272-2175, poste 202  
 lauzonl@helimax.com

# 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 des Finances, de l'Économie et de la Recherche et du ministère des Ressources naturelles. D'autres articles portant sur les projets de cette entente paraîtront dans les prochains numéros de GÉOinfo.

## Solutions 3D/3G

### La télédétection fait incursion dans la téléphonie cellulaire

Gino Desrosiers et Chantal Seuthé

La croissance des villes complique la gestion et la planification des environnements urbains. Une connaissance précise de ces espaces est particulièrement importante en télécommunication, où l'arrivée de la troisième génération de téléphonie cellulaire demande un nombre d'antennes accru pour constituer un réseau des plus performants. Pour étudier et modéliser la propagation de ces ondes et ainsi optimiser l'emplacement des antennes, quoi de mieux qu'un modèle 3D du territoire obtenu à partir d'images-satellite!

#### La solution 3D/3G

Les modèles numériques tridimensionnels (MNT) sont des produits recherchés par les entreprises de télécommunication. L'avènement de la troisième génération de téléphonie cellulaire explique cet engouement : pour augmenter la capacité de transport de l'information, il faut en effet une connaissance approfondie de la topographie des lieux (MNT du sol) ainsi que de l'emplacement et de la hauteur des infrastructures (MNT du sursol).

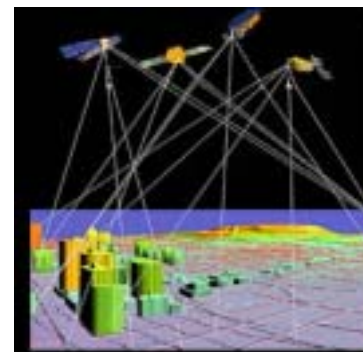
Jusqu'à maintenant, ce sont surtout les photographies aériennes et les données vectorielles, issues des cartes topographiques, qui ont été utilisées pour produire des MNT. Or, ces données ne sont pas toujours disponibles ou à jour.

VIASAT GeoTechnologies a mis en route le projet Solutions 3D/3G afin d'évaluer le potentiel stéréoscopique des images-satellite fournies par différents systèmes d'observation de la Terre dans la conception de modèles numériques tridimensionnels.

#### Pourquoi Solutions 3D/3G?

Cette appellation est une contraction des expressions *trois dimensions* et *troisième génération de téléphonie cellulaire*.

Le projet évalue non seulement les capteurs de données stéréoscopiques, mais aussi la stéréoscopie multicapteurs, c'est à dire la combinaison de deux images provenant de deux capteurs différents : par exemple, la combinaison d'une photo aérienne avec une image Landsat ou celle d'une image radar avec une image SPOT. La répétitivité des acquisitions possibles au moyen de différents capteurs et le potentiel de combinaison des images augmentent considérablement la capacité de produire des données actualisées.



**Un peu de vocabulaire...**

- Photogrammétrie :** Détermination de la forme, des dimensions et éventuellement de la position dans l'espace d'objets à partir de photographies de ces objets.
- 
- Radiométrie :** Mesure du rayonnement électromagnétique, qui se matérialise en tons de gris ou en couleurs sur une image-satellite.
- 
- Stéréoscopie :** Procédé qui donne l'impression de relief lorsqu'on examine deux images d'un sujet qui ont été prises de deux points de vue différents.
- 
- Stéréorestitution :** Méthode qui consiste à restituer graphiquement (ou numériquement), dans un espace tridimensionnel donné, un terrain (ou un objet) à partir d'un couple de photographies stéréoscopiques introduit dans un appareil de restitution photogrammétrique.
- 
- Mode F1 :** Acquisition en mode fin (10 m de résolution) avec un angle de 37 à 40 degrés.
- 
- Mode F5 :** Acquisition en mode fin (10 m de résolution) avec un angle de 45 à 48 degrés.
- 
- Visées adjacentes :** Se dit de deux images qui sont prises dans la même orientation, mais avec des angles différents.
- 
- Visées opposées :** Se dit de deux images qui sont prises dans des orientations opposées, l'une vers la droite par rapport à la trace de l'orbite, l'autre vers la gauche.

## Méthodologie

Pour obtenir la stéréoscopie multicapteurs, l'équipe responsable du projet a intégré avec succès dans l'environnement Helava les modèles de rectification d'images-satellite mis au point par le Centre canadien de télédétection (CCT). Cette intégration a permis la modélisation des distorsions géométriques, la fusion d'images, la stéréorestitution, l'interpolation, la production de modèles numériques tridimensionnels, le contrôle de la qualité et la correction d'erreurs en mode 3D.

Le choix des couples stéréoscopiques susceptibles d'offrir les meilleurs résultats s'est fait selon trois critères : la géométrie stéréoscopique, donnée par l'angle de captage des deux images, la radiométrie, donnée principalement par la date de captage des images, et le rendu des éléments sur l'image. Une géométrie inadéquate, c'est-à-dire lorsque l'angle de captage entre les deux images est trop faible, se traduira par une exagération verticale insuffisante et une altération de la perception de l'effet de profondeur lors de la restitution de l'objet en vision 3D. Une disparité radiométrique trop grande entre les deux images du couple stéréoscopique, prises à des dates trop différentes, affectera la vision tridimensionnelle en limitant l'identification d'un même élément dans les deux images. Enfin, la capacité de reconnaître les éléments sur les images vues en stéréoscopie, tels que le réseau hydrique, le réseau routier ou les édifices, déterminera le type et l'échelle du MNT à produire.

## Résultats

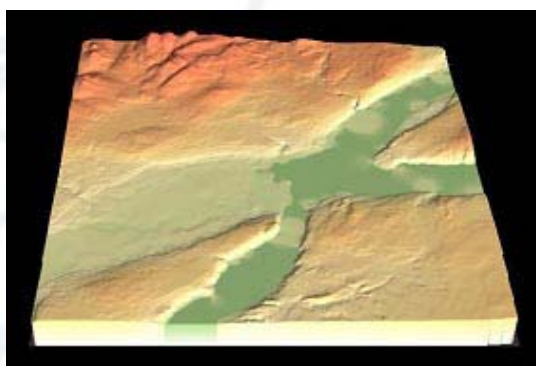
Une première analyse de chaque couple stéréoscopique a fait ressortir les éléments suivants :

- Une image radar ne peut être combinée qu'à une autre image radar. La disparité radiométrique des images optiques provenant de Landsat ou de SPOT est trop importante pour assurer une bonne vision 3D. De plus, les images radars ne peuvent être utilisées que pour produire des MNT du sol, car la réponse spectrale des objets géométriques de surface, tels les édifices, produit sur l'image une forte rétrodiffusion (réflexion en coin) qui nuit à l'identification des bâtiments et à la perception de la profondeur. Le même phénomène a été constaté dans les secteurs couverts d'une végétation dense. Toutefois, les MNT du sol produits à partir d'images radars sont de très bonne qualité. La vision stéréoscopique des axes routiers permet de relever facilement les intersections; dans certains cas, elle a permis d'obtenir des MNT d'une précision supérieure à 5 m.
- L'utilisation d'images Landsat a été écartée en raison d'un bruit géométrique périodique probablement introduit avant leur achat, au moment de leur traitement initial. Ce bruit se traduit par des ondulations tridimensionnelles fictives lors de la visualisation en mode stéréoscopique.
- La vision 3D n'est pas améliorée par la fusion d'une image à haute résolution à une image à faible résolution.

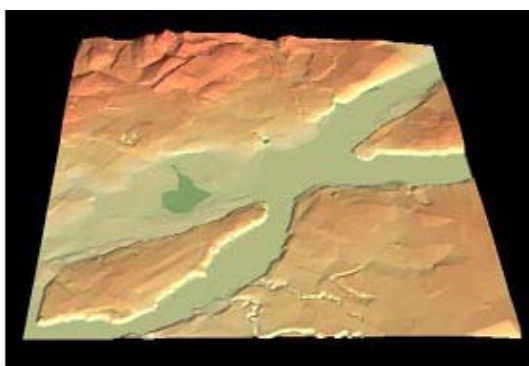
À la lumière de l'évaluation initiale, les couples stéréoscopiques qui répondaient aux critères qualitatifs ont été traités jusqu'à l'obtention d'un modèle numérique tridimensionnel. Pour chacun des couples, deux approches ont été mises de l'avant, soit l'approche par corrélation semi-automatique d'images et l'approche photogrammétrique (entièrement manuelle). Par la suite, le niveau de précision des MNT produits a été estimé quantitativement.

### Une analyse régionale

L'équipe de projet disposait de quatre images Radarsat en modes F1 et F5 pour le secteur d'étude de Québec, désigné pour la production de MNT à des échelles « régionale » (1/100 000) et « urbaine » (1/50 000). L'évaluation de la précision des MNT a permis de constater qu'il existe une relation entre la précision et le relief. Peu importe le couple utilisé, l'erreur est plus grande dans les secteurs accidentés que dans les secteurs plats. Aussi, il apparaît que le choix d'un couple radar aux fins de production d'un MNT dépend du relief en présence. L'utilisation d'un couple d'images en visées adjacentes donnera de meilleurs résultats en relief accidenté, tandis qu'une combinaison d'images en visées opposées sera plus indiquée dans les secteurs à faible relief.



*MNT produit à partir de données hypsométriques de la BDTA*



*MNT du sol produit à partir d'un couple d'images Radarsat en modes F1 et F5*

### Une analyse urbaine

En ce qui a trait au secteur du centre-ville de Montréal, qui avait été sélectionné pour le niveau « urbain dense », des MNT du sol et du sursol ont pu être produits à partir de différentes combinaisons de capteurs optiques (SPOT, photos aériennes, Quickbird) et radars. Une bonne corrélation a été observée entre la résolution des capteurs et la précision des pointés stéréoscopiques. Ainsi, plus la résolution d'une image est bonne, plus il est facile de pointer des objets sur l'image en 3D. Il apparaît également qu'un pointé au sol est plus précis qu'un pointé sur un bâtiment élevé.

Dans l'ensemble, les couples optiques à haute résolution spatiale permettent de produire les MNT de sursol les plus fidèles. Cependant, en raison des changements d'occupation du territoire encourus dans certains secteurs du centre-ville, qui entraînent par exemple la disparition de certains bâtiments ou la construction de nouveaux, la combinaison d'images prises à des époques différentes peut conduire à des erreurs de perception.

### Des conclusions porteuses

Le projet a permis de dégager plusieurs conclusions importantes en ce qui concerne la production de MNT de sol et de sursol en milieu urbain. Ainsi, la corrélation automatique par Helava d'images radars et d'images optiques à haute résolution spatiale demeure un processus difficile en milieu urbain. Pour obtenir une corrélation adéquate, les images doivent posséder une radiométrie fortement similaire. En fonction du relief, de la résolution spatiale et du type d'objet à observer, la géométrie offerte par le couple stéréoscopique n'est pas toujours adéquate, ni disponible. Dans ce contexte, l'usage d'un couple de scènes mixtes peut présenter une solution intéressante. Néanmoins, la mise en place de scènes issues de capteurs différents

contribue à augmenter la disparité radiométrique et, par conséquent, à réduire l'efficacité de la corrélation, de même qu'à augmenter la difficulté à percevoir les éléments en trois dimensions.

Pour toutes ces raisons, il apparaît que l'utilisation de scènes stéréoscopiques acquises quasi simultanément le long de la trace de satellites à haute résolution (IKONOS, QuickBird et SPOT-5) est une approche à privilégier. Ce mode d'acquisition réunit non seulement des conditions optimales de radiométrie et de géométrie et des précisions cartographiques adéquates, mais il offre également une répétitivité satisfaisante qui assure la production de MNT actualisés en milieu urbain dense.

**Partenaires du projet :**

**Viasat GeoTechnologies**

Montréal (Québec)

Mathieu Benoit : chargé de projet

Pascal Dionne : analyste en géomatique

François Riendeau et Dany Pépin : spécialistes en photogrammétrie satellitaire

**Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs**

Direction générale de l'information géographique

**Centre de recherche sur les communications, Canada**

René Voyer : co-autorité scientifique

**Centre canadien de télédétection**

Jack Gibson : co-autorité scientifique

**Renseignements :**

Mathieu Benoit

Viasat GéoTechnologies

4101, rue Molson, bureau 400

Montréal (Québec) H1Y 3L1

(514) 495-6500, poste 106 / 1 (888) 495-6501

mbenoit@viasat-geo.com