



# TERRE ET ENVIRONNEMENT

RAPPORT SUR LES ACTIVITÉS ET RÉALISATIONS CANADIENNES IMPORTANTES - ÉDITION 2003

[www.espace.gc.ca](http://www.espace.gc.ca)

ACTIVITÉS SPATIALES DU GOUVERNEMENT DU CANADA DANS LE SECTEUR TERRE ET ENVIRONNEMENT

Canada

## TABLE DES MATIÈRES

### L'AGENCE SPATIALE CANADIENNE ET SES PARTENAIRES DU PROGRAMME SPATIAL CANADIEN 4

#### ACTIVITÉS D'OBSERVATION DE LA TERRE CLASSÉES PAR THÈMES

OCÉANS	6	Productivité océanique
	7	Dynamique des océans
	7	Surveillance des océans
EAU DOUCE	7	Gestion des lacs, des fleuves, des rivières et des bassins hydrographiques
COUVERTURE TERRESTRE		
	8	Foresterie
	10	Agriculture
	12	Habitat
	13	Le Nord
	14	Surveillance étendue depuis l'espace et appui connexe
CHANGEMENT CLIMATIQUE, RECHERCHE ET MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUES		
	15	Missions nouvelles et en cours
	18	Changement climatique et impact sur les écosystèmes
	19	La cryosphère et le changement climatique
	20	Prévision numérique du temps
	21	Ouranos
GESTION DES CATASTROPHES		
	21	Surveillance des catastrophes
	22	Veille d'ouragans
	23	La Charte internationale « Espace et catastrophes majeures »
	23	Groupe d'action des Nations Unies sur la gestion des catastrophes

#### DÉVELOPPEMENT DE TECHNOLOGIES

##### NOUVEAUX CAPTEURS

24	RADARSAT-2
25	CloudSat
25	HYDROS
26	Sonde d'invasion d'air polaire

##### NOUVELLES TECHNOLOGIES

27	Développement de la technologie hyperspectrale
27	Développement d'applications hyperspectrales
28	Le radar à synthèse d'ouverture pour petit satellite

#### DÉVELOPPEMENT DE L'INFRASTRUCTURE

##### ACTIVITÉS DE RÉCEPTION

29	Infrastructure satellitaire du segment terrestre
----	--

##### ACCÈS

30	Programme des initiatives connexes du gouvernement
30	Programme de développement d'applications en observation de la Terre
31	Portail de découverte GéoConnexions
31	Système national d'information sur les forêts
31	Quatrième sélection de projets canado-américains

#### COLLABORATION INTERNATIONALE

32	Comité sur les satellites d'observation de la Terre
33	Collaboration Canada-ESA
34	Collaboration Canada-Japon
34	Collaboration Canada-Inde
35	Projet d'observation du couvert forestier et de la dynamique des terres à l'échelle mondiale

#### ANNEXES

36	Sigles et acronymes
----	---------------------





L'année 2003 représente un jalon important en ce qui concerne les activités canadiennes du secteur Terre et environnement. En effet, un certain nombre d'événements ont modelé radicalement les activités à ce chapitre, notamment le lancement de SCISAT-1, la mise en place d'une importante somme de projets multilatéraux de télédétection axés sur les utilisateurs, l'organisation d'un premier sommet mondial qui a permis de rassembler les principales nations engagées dans les activités spatiales ainsi que l'achèvement de la phase initiale du Programme de surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité (GMES).

SCISAT-1, un satellite scientifique entièrement canadien, est le symbole de notre excellence scientifique. Le satellite témoigne également d'un engagement renouvelé envers les sciences spatiales et la recherche atmosphérique dont l'importance couvre des secteurs d'intérêt mondial.

SCISAT-1 transporte à son bord l'Expérience sur la chimie atmosphérique, dont l'objectif principal consiste à étudier les processus chimiques responsables de la distribution de l'ozone dans l'atmosphère. Au cours de la prochaine décennie, la mission se déroulera conjointement avec d'autres instruments et missions tel que prévu par la National Aeronautics and Space Administration (NASA) aux États-Unis, par l'Agence spatiale européenne (ESA) et par d'autres partenaires internationaux. Toutes ces activités visent à mieux comprendre les processus chimiques et la dynamique de l'atmosphère qui influent sur la couche d'ozone protectrice de notre planète. L'analyse de l'imposante quantité de données qui seront recueillies permettra d'appuyer et de valider les efforts déployés par le Canada pour se conformer aux politiques environnementales internationales comme le Protocole de Montréal concernant des substances qui appauvrissent la couche d'ozone.

Une deuxième réalisation importante est la mise en place d'une série de nouveaux projets dans le cadre du Programme des initiatives connexes du gouvernement mis de l'avant par l'Agence spatiale canadienne (ASC). Ces activités ont été définies multilatéralement et mettent l'accent sur les défis que devront relever les Canadiens à l'échelle nationale. Elles représentent une réaffirmation de l'intérêt témoigné par un nombre croissant de ministères du gouvernement du Canada à l'égard de l'espace. Les investissements communs dans le cadre de ce programme mettent également en lumière la détermination de l'ASC à accroître l'utilisation opérationnelle des ressources et des données spatiales dans l'exécution des mandats, des programmes et des services des ministères gouvernementaux.

Enfin, en s'appuyant sur le succès d'initiatives récentes, notamment la Charte internationale « Espace et catastrophes majeures », les représentants des principales nations du monde engagées dans les activités spatiales se sont rencontrés à Washington dans le cadre d'un sommet mondial et ont créé un groupe ad hoc sur les activités d'observation de la Terre. Ce groupe a été mandaté pour développer un cadre conceptuel et un plan de mise en œuvre de systèmes d'observation de la Terre complets, coordonnés et durables. Parallèlement, l'Union européenne et l'ESA tentent de déterminer comment les biens spatiaux peuvent contribuer à la surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité. La phase initiale du programme GMES a été achevée en 2003, et la phase de mise en œuvre débutera en 2004. Ces engagements majeurs, dont l'objectif est de promouvoir l'utilisation collective des biens spatiaux, se caractérisent par un appui des hautes sphères politiques du G8 et d'autres pays, ouvrant ainsi la voie à une plus grande collaboration entre partenaires internationaux par l'entremise d'activités ciblées d'observation de la Terre.

Ce rapport sur les activités et réalisations importantes en matière de Terre et environnement est divisé en thèmes clés et comporte des sections traitant de la conception et du développement de nouveaux capteurs et de nouvelles technologies. Il regroupe l'ensemble des réalisations canadiennes en observation de la Terre pour l'année 2003. Nous sommes confiants qu'il constituera pour vous une solide base de référence sur les activités canadiennes et qu'il améliorera votre appréciation de l'énorme contribution des biens spatiaux aux activités du secteur Terre et environnement tant au Canada qu'à l'étranger.

Marc Garneau  
Président de l'Agence spatiale canadienne



### AGENCE SPATIALE CANADIENNE

Depuis sa création en 1989, l'Agence spatiale canadienne s'est engagée à s'assurer que tous les Canadiens tirent profit le plus possible des innovations dérivées des sciences et des technologies spatiales. Ses objectifs consistent à appuyer et à promouvoir la compétitivité de l'industrie spatiale et à répondre aux besoins de la société canadienne. L'ASC joue un rôle de chef de file dans la mise en œuvre du Programme spatial canadien. Étant donné que près de la moitié de la croissance du produit intérieur brut du Canada provient des secteurs de l'économie basés sur le savoir, le Programme spatial canadien appuie le maintien du leadership à long terme du

Canada sur la scène internationale, offre de nouvelles occasions d'affaires à l'industrie et aux scientifiques et génère des bénéfices socioéconomiques à long terme pour tous les Canadiens. Dans le cadre de l'exécution du programme spatial, l'ASC travaille en étroite collaboration avec un grand nombre de ministères et d'agences du gouvernement du Canada, de provinces et de territoires, de communautés universitaires vouées aux sciences et à la recherche, d'industries spatiales nationales et d'agences spatiales internationales. [www.espace.gc.ca](http://www.espace.gc.ca)

### RESSOURCES NATURELLES CANADA

Ressources naturelles Canada (RNCan) est un ministère fédéral qui œuvre principalement dans les domaines du développement durable et de l'utilisation des ressources naturelles, de l'énergie, des minéraux et des métaux, des forêts et des sciences de la Terre. RNCan étudie les enjeux que les Canadiens jugent importants en matière de ressources naturelles et aborde ces questions dans une perspective nationale et internationale en prenant appui sur son expertise scientifique et technologique et son expérience en élaboration de politiques et de programmes. Pour exécuter ce mandat, RNCan

emploie depuis longtemps des données et des biens spatiaux, notamment par le biais des rôles clés joués par le Centre canadien de télédétection et par le Service canadien des forêts. RNCan travaille également au développement du Portail de découverte GéoConnexions (anciennement CEONet) comprenant l'Infrastructure canadienne de données géospatiales, qui offre aux utilisateurs un accès en temps réel aux bases de données terrestres et maritimes des satellites de télédétection et autres par le biais d'Internet. [www.nrncan-rncan.gc.ca](http://www.nrncan-rncan.gc.ca)

### ENVIRONNEMENT CANADA

Le mandat d'Environnement Canada (EC) consiste à conserver et à améliorer la qualité de l'environnement naturel, ce qui inclut l'eau, l'air et les sols, à préserver les ressources renouvelables du Canada, notamment les oiseaux migrateurs, la flore et la faune sauvages en général, à conserver et à protéger les ressources en eau du Canada, à fournir des services météorologiques, à assurer le respect des règles adoptées par la Commission mixte internationale Canada-États-Unis relativement aux eaux limitrophes et à coordonner

les plans et les programmes fédéraux concernant l'environnement. Dans le passé, deux secteurs d'EC ont été de grands utilisateurs de services et de données d'observation de la Terre. Le Service météorologique du Canada se sert des données spatiales pour la recherche climatique, tandis que le Service canadien des glaces, l'un de ses secteurs, est le plus important utilisateur canadien des données de RADARSAT. [www.ec.gc.ca](http://www.ec.gc.ca)

### SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE DU CANADA

Le Service météorologique du Canada (SMC) est la source canadienne par excellence d'information météorologique. En outre, le SMC effectue la surveillance des niveaux d'eau, fournit de l'information et effectue des recherches portant sur la climatologie, la science de l'atmosphère, la qualité de l'air, les glaces et d'autres champs environnementaux connexes, ce qui en fait un important

centre d'expertise. Le SMC s'occupe d'une vaste étendue sur laquelle sont réparties ses installations : stations de recherche sur la qualité de l'air dans l'Arctique, bureaux météorologiques et stations hydrologiques dans tout le pays, et bouées dans trois océans. Son activité s'étend même à l'espace. [www.msc-smc.ec.gc.ca](http://www.msc-smc.ec.gc.ca)

### SERVICE CANADIEN DES FORÊTS

Le Service canadien des forêts (SCF) favorise l'aménagement durable des forêts du Canada et la compétitivité du secteur forestier canadien. Les recherches en sciences et technologie et l'établissement des politiques tiennent toujours compte du fait que 94 % des forêts canadiennes sont du domaine public. Le SCF est le plus important organisme canadien de recherche sur les forêts et de coordination des politiques nationales. Il joue par conséquent un rôle crucial lorsqu'il s'agit d'établir un consensus sur les grands enjeux forestiers et d'influencer l'élaboration de programmes forestiers nationaux et internationaux. Il excelle également dans l'acquisition et le transfert de connaissances grâce à ses recherches forestières de classe mondiale.

Le Canada doit se doter d'un nouveau système de surveillance et de mesure de la vitalité de ses forêts qui répond aux impératifs motivant la formulation de politiques clés relatives au changement climatique et qui démontre le développement durable des forêts sur les plans national et international. Le SCF, en partenariat avec l'Agence spatiale canadienne, fait appel à des technologies spatiales d'observation de la Terre pour créer des produits touchant l'inventaire forestier, la mesure du carbone forestier et la surveillance du développement durable. [www.nrncan.gc.ca/cfs-scf](http://www.nrncan.gc.ca/cfs-scf)



## AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) a pour mandat de diffuser l'information, de réaliser des travaux de recherche, de mettre au point de nouvelles technologies et d'appliquer des politiques et des programmes qui assureront la sécurité du système d'alimentation, la santé de l'environnement et l'émergence d'innovations propices à la croissance. Le secteur agricole et agroalimentaire est essentiel au bien-être économique du Canada puisqu'il engendre des recettes de 130 milliards de dollars par année et contribue à maintenir près de deux millions d'emplois. Le Cadre stratégique pour l'agriculture a été élaboré dans le but de s'assurer

de la continuité de ce succès et de positionner le Canada comme le chef de file mondial en matière de salubrité des aliments, d'innovation et de gestion saine de l'environnement. Le gouvernement du Canada et l'ensemble des provinces et territoires ont ratifié l'accord-cadre. Le succès du Cadre stratégique pour l'agriculture repose sur la disponibilité d'informations liées à nos ressources agricoles et sur leur gestion. Or, les images de télédétection constituent une importante source de renseignements de ce type.  
[www.agr.gc.ca](http://www.agr.gc.ca)

## SERVICE CANADIEN DES GLACES

Le Service canadien des glaces (SCG), une direction du Service météorologique du Canada, constitue la première autorité en matière d'information sur les glaces dans les eaux navigables du Canada. Il a pour mission de fournir des renseignements fiables et opportuns sur les conditions des glaces. Chaque année, le SCG recueille une quantité prodigieuse de données sur les glaces et les icebergs – la grande majorité de celles-ci provenant de sources lointaines (satellites, aéronefs de reconnaissance et navires). Mettant à profit des modèles informatiques complexes et leurs nombreuses années

d'expérience, les spécialistes du SCG se servent de ces données pour préparer et publier les produits (cartes, bulletins, avertissements spéciaux) nécessaires à la poursuite sécuritaire et efficace des activités commerciales dans les voies maritimes canadiennes encombrées par les glaces, particulièrement pour la navigation dans les régions nordiques du Canada, dans le golfe du Saint-Laurent et sur les voies navigables des Grands Lacs.  
[ice-glaces.ec.gc.ca](http://ice-glaces.ec.gc.ca)

## CENTRE CANADIEN DE TÉLÉDÉTECTION

Au sein du secteur Sciences de la Terre de RNCAN, le Centre canadien de télédétection (CCT), créé en 1972, est reconnu mondialement comme un centre d'excellence en ce qui concerne l'utilisation des données d'observation de la Terre. Le CCT appuie un secteur industriel en pleine croissance qui englobe notamment les chefs de file mondiaux de la réception des données au sol, de l'analyse d'images et de la cartographie radar. Il a la responsabilité de recevoir,

de traiter, d'archiver et de diffuser les données de télédétection au Canada. De plus, de concert avec le secteur privé et les milieux universitaires, il met au point des techniques et des applications de télédétection et, par l'entremise de son équipe chargée de l'Atlas national, collabore avec l'industrie au développement d'applications de l'information géospatiale.  
[www.ccrs.nrcan.gc.ca](http://www.ccrs.nrcan.gc.ca)

## MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE

Le ministère de la Défense nationale (MDN) est chargé d'administrer le Programme spatial militaire du Canada et entreprend, en collaboration avec l'Agence spatiale canadienne et d'autres ministères fédéraux, des activités d'exploitation de biens spatiaux à double vocation (civile et militaire). Le MDN est également responsable du Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la

protection civile, qui fait appel aux données spatiales pour la gestion et l'atténuation des catastrophes et la protection des infrastructures. Les biens spatiaux servent également à appuyer les activités des Forces canadiennes outre-mer, notamment lors de missions de paix parrainées par l'Organisation des Nations Unies (ONU).  
[www.dnd.ca](http://www.dnd.ca)

## PÊCHES ET OCÉANS CANADA

Pêches et Océans Canada (MPO) est responsable des politiques et des programmes qui appuient les intérêts économiques, écologiques et scientifiques du pays en ce qui a trait aux océans, aux zones côtières et aux eaux intérieures du Canada. MPO s'occupe également de la conservation et de l'utilisation durable des ressources halieutiques dans les mers et dans les eaux intérieures du Canada, de la direction et de l'application des politiques et des programmes fédéraux relatifs aux océans, et de la prestation de services maritimes efficaces et durables répondant aux besoins des Canadiens

dans une économie mondiale. Le ministère utilise des données spatiales à l'appui de la recherche scientifique et de l'exécution des mandats opérationnels. Sous l'égide de MPO, la Garde côtière canadienne a recours à des produits relatifs aux glaces dérivés de données spatiales d'observation de la Terre et générés par l'Agence spatiale canadienne et le Centre canadien de télédétection, en collaboration avec le Service canadien des glaces.  
[www.dfo-mpo.gc.ca](http://www.dfo-mpo.gc.ca)



*L'espace contribue de multiples façons*

*à la compréhension, à la gestion et au développement de notre environnement*

*et de ses ressources. Les données*

*recueillies portant sur l'eau (océans et*

*eaux intérieures), la couverture*

*terrestre et l'atmosphère nous*

*permettent de mieux comprendre*

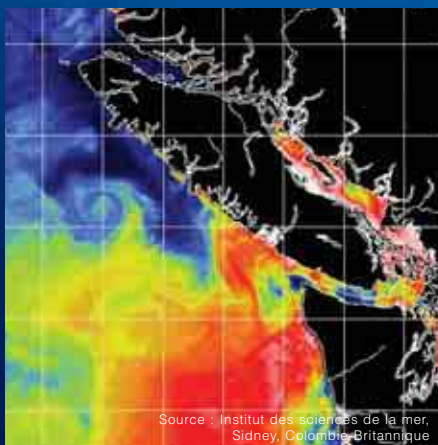
*le monde qui nous entoure et de poser*

*des actions concrètes dans différents*

*domaines, notamment à l'égard*

*du changement climatique et*

*de la gestion des catastrophes.*



**Température de l'eau à la surface de la mer au large de la côte ouest de la Colombie-Britannique et de l'État de Washington.**

## Océans

### Productivité océanique

Depuis les toutes premières expéditions océanographiques, des spécialistes mesurent régulièrement, in situ, la température et la salinité des océans, les deux variables physiques de base qui définissent l'état des océans. Depuis une trentaine d'années, la température de la surface de la mer est surveillée de façon opérationnelle depuis l'espace, mais la salinité de la surface de la mer ne pouvait être mesurée de cette façon jusqu'à maintenant. Or, on développe actuellement les satellites capables de mesurer la salinité de la surface de la mer depuis l'espace, et Pêches et Océans Canada se prépare au lancement de ces satellites en déterminant comment cette donnée peut être intégrée aux modèles régionaux et planétaires de circulation océanique de même qu'en étudiant les effets de la glace et des eaux froides sur la sensibilité des capteurs.

Dans le cadre d'un projet conjoint avec l'industrie, Pêches et Océans Canada a évalué la fluorescence de la chlorophylle du phytoplancton stimulée par le Soleil, au moyen d'observations réalisées par SeaWiFS (Instrument à grand champ pour l'observation des mers) et MODIS (Spectromètre imageur à résolution moyenne américain), observations qui ont également permis d'estimer la chlorophylle, de déterminer les masses d'eau et d'évaluer l'efficacité du processus de fluorescence chlorophyllienne. La portée de ce projet a été élargie de façon à inclure le satellite imageur ENVISAT, doté de l'instrument MERIS (Spectromètre imageur à résolution moyenne européen), qui produit maintenant des images semblables, mais à une résolution spatiale supérieure, ce qui permettra de mener des travaux d'analyse de la productivité côtière.

Dans le cadre du Programme des initiatives connexes du gouvernement de l'Agence spatiale canadienne, Pêches et Océans Canada a amorcé une étude de la productivité océanique intitulée « Poulx de l'océan » en collaboration avec Environnement Canada, l'Université Dalhousie, l'Université du Manitoba, le gouvernement de la Colombie-Britannique, l'entreprise Borstad Associates, l'Université de Calgary, le Collège militaire royal du Canada, l'Université de Sherbrooke, l'Institut des sciences de la mer de Rimouski et le Laboratoire océanographique de Villefranche-sur-Mer (France). Cette étude vise à développer la capacité d'exploitation opérationnelle de données satellitaires sur la couleur de l'océan, de pair avec des mesures in situ et des modèles intégrés, afin de gérer les ressources de l'écosystème et de protéger les environnements marins et côtiers. Le projet est composé des quatre éléments suivants : produits de données, élaboration et validation d'algorithmes, propriétés optiques et assimilation de la couleur de l'océan dans les modèles d'écosystèmes. Un des résultats clés du projet sera la mise au point d'un modèle océanique qui comprendra à la fois des variables physiques et biologiques, et qui constituera un nouvel outil pour la gestion intégrée des océans.

Cette année, l'Agence spatiale canadienne a mené un examen approfondi de l'utilisation des données de MODIS et de MERIS au Canada et a étudié leurs domaines d'application éventuels.



## Dynamique des océans

On utilise l'altimétrie par satellite pour cartographier depuis l'espace le niveau de la mer sur les côtes est et ouest du Canada. Le changement du niveau de la mer sera l'un des effets les plus visibles du changement climatique que nous vivons et affectera directement de nombreuses activités côtières. Jumelées aux informations portant sur la structure thermique et saline de l'océan, les données relatives au niveau de la mer sont essentielles à l'étude des changements climatiques.

Les données altimétriques sont également utilisées avec des données à haute résolution des vents et des zones côtières pour prédire plus efficacement les ondes de tempête et les inondations sur la côte est du Canada. Les informations sur les vents dérivées des données de RADARSAT permettent d'étudier l'impact et les effets des vents sur la précision des relevés d'abondance des œufs et des larves de poissons et, en bout de ligne, l'estimation du stock ichtyologique de la zone côtière.

Les données satellitaires, également essentielles à la mesure et à la modélisation de l'interaction entre les océans et l'atmosphère, font l'objet d'une étude initiée en 2003 grâce au financement du Programme des initiatives connexes du gouvernement de l'Agence spatiale canadienne. Ce projet est sous la direction du Service météorologique du Canada, en collaboration avec Pêches et Océans Canada, Agriculture Canada et Ressources naturelles Canada. Plusieurs sous-projets sont actuellement en cours de réalisation, notamment l'intégration, dans des modèles de prévision numérique du temps, des données satellitaires recueillies par de nouveaux instruments de sondage atmosphérique – notamment des capteurs infrarouges à haute résolution, dont le capteur du sondeur infrarouge avancé à haute résolution à bord du Système d'observation de la Terre (EOS) de la NASA, et des récepteurs du système mondial de localisation à radio-occultation placés en orbite basse, à partir de la mission GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment). Au nombre de ces sous-projets, on compte également l'intégration de données satellitaires d'altimétrie dans un modèle océanique du Pacifique Nord, l'utilisation des données SAR (radar à synthèse d'ouverture) de RADARSAT pour la validation de modèles de prévision numérique du temps de très haute résolution (de 2 à 3 km) portant sur les champs de vent en zone côtière, pour la validation de mesures satellitaires des processus chimiques atmosphériques au moyen de MAESTRO (Instrument de mesure de l'extinction des aérosols par occultation dans la stratosphère et dans la troposphère) et des instruments montés à bord d'ENVISAT et, finalement, pour l'élaboration d'un système couplé d'assimilation des données atmosphériques et de surface axé sur l'application des mesures satellitaires de l'humidité des sols. Au départ, les travaux s'appuieront sur le radiomètre à balayage hyperfréquence de pointe d'EOS, pour éventuellement s'étendre aux données du satellite d'observation de la Terre HYDROS, utilisé pour mesurer l'humidité du sol, et du système d'observation météorologique SMOS.

## Surveillance des océans

En appui à la mise en œuvre des activités environnementales, le Programme des initiatives connexes du gouvernement de l'Agence spatiale canadienne est au cœur du développement d'un nouveau projet de surveillance opérationnelle des pollueurs marins visant l'application de mesures de protection environnementale : le Programme intégré de repérage par satellite des pollueurs (I-STOP). À l'aide des données de RADARSAT validées avec les données de ressources aériennes traditionnelles, le projet guide l'action du gouvernement ciblant les pollueurs des côtes est et ouest du Canada et du golfe du Saint-Laurent. Ce projet est une initiative conjointe d'Environnement Canada, de Pêches et Océans Canada/Garde côtière canadienne, du ministère de la Défense nationale, de Transports Canada et de l'entreprise privée RADARSAT International.

### Réalizations importantes en matière de gestion océanographique pour 2003 :

L'utilisation du capteur MERIS pour la mesure très précise de la productivité des océans.

Le projet « Poulx de l'océan ».

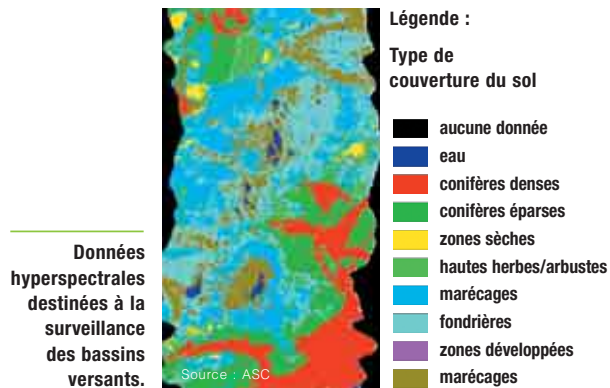
L'étude sur l'exploitation des instruments MERIS et MODIS.

L'élaboration de la charte du projet I-STOP.

La réalisation de « projets pilotes » de surveillance opérationnelle et l'élargissement du projet I-STOP pour que ce dernier englobe les côtes atlantique et pacifique du Canada et le golfe du Saint-Laurent.

## Gestion des lacs, des fleuves, des rivières et des bassins hydrographiques

Sous l'égide du Programme des initiatives connexes du gouvernement de l'Agence spatiale canadienne, le programme « L'eau : une richesse » a été mis sur pied en collaboration avec l'Institut national de recherche sur les eaux d'Environnement Canada, l'Institut des eaux douces de Pêches et Océans Canada, l'Université du Manitoba ainsi que le gouvernement du Manitoba. Le programme, qui est constitué de trois éléments, est axé sur l'exploitation d'images-satellite servant à faire le lien entre la qualité de l'eau et l'occupation des sols, la mesure de la teneur en chlorophylle du lac Winnipeg et la cartographie écologique et hydrologique depuis l'espace. Le projet permettra d'intégrer comme jamais auparavant des données satellitaires et des mesures in situ aux algorithmes et aux modèles élaborés. Cette initiative permettra de parfaire nos connaissances relatives à la qualité des eaux intérieures et de mieux comprendre



les processus qui ont une incidence sur la qualité de l'eau. Le projet permettra également de mieux cartographier les inondations et leur incidence sur les modèles hydrologiques.

Dans le cadre de son Programme de développement d'applications en observation de la Terre, l'Agence spatiale canadienne a commandé une importante étude sur la gestion des bassins hydrographiques. Le rapport final sur le rôle de l'imagerie satellitaire dans le domaine de la gestion des bassins hydrographiques souligne l'importance vitale des données satellitaires en matière d'appui à la planification des ressources terrestres et marines. Le rapport mentionne, dans l'une de ses principales conclusions, que l'on développe des indicateurs afin d'assurer la surveillance des activités humaines et des changements naturels qui ont lieu dans les bassins hydrographiques. Or, les données spatiales nécessaires à ces indicateurs sont faciles à obtenir et, dans de nombreux cas, se retrouvent déjà dans les archives du gouvernement. En ce qui concerne la plupart des analyses simples, des données gratuites ou à faible coût sont disponibles. Il est essentiel d'établir des liens pour s'assurer que les ressources humaines disponibles au sein du gouvernement et de l'industrie sont jumelées aux intervenants de plus en plus nombreux intéressés à jouer un rôle lié à la gestion de l'environnement et ainsi éviter les chevauchements et les retards. La gestion des bassins hydrographiques est de toute évidence un domaine où l'on peut mettre à profit les biens spatiaux pour le mieux-être des Canadiens et de l'humanité.

#### Réalizations importantes en 2003 dans ce domaine :

Élaboration du Rapport sur la gestion des bassins hydrographiques.

Mise sur pied du projet « L'eau : une richesse – la sage gestion des bassins hydrographiques, des lacs et des rivières ».

## Couverture terrestre

### Foresterie

Les forêts canadiennes recouvrent environ 45 % de notre territoire, soit 418 millions d'hectares. Au total, 94 % des régions boisées du Canada appartiennent à l'État.

La forêt occupe une place de choix dans l'économie canadienne et contribue à maintenir une qualité de vie élevée pour les Canadiens. La foresterie constitue la plus importante industrie du pays; le secteur maintient 373 000 emplois directs et enrichit notre balance commerciale de plus de 37 milliards de dollars. Les forêts canadiennes font également vivre une industrie du tourisme et des loisirs qui génère plusieurs milliards de dollars par année, et elles contribuent de façon importante aux cycles mondiaux en filtrant l'air et l'eau, en régénérant les sols et en prévenant l'érosion.

Le Canada est déterminé à maintenir un équilibre entre les exigences économiques, sociales et environnementales liées à l'aménagement de ses forêts. Pour ce faire, il a créé la Stratégie forestière nationale et il est signataire de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, de la Convention sur la biodiversité et du Processus de Montréal sur les critères et les indicateurs de l'aménagement durable des forêts. Encore aujourd'hui, la gestion durable des forêts continue d'être l'une des principales préoccupations au Canada.

Le Canada doit de se doter d'un système de surveillance et de mesure de la vitalité de ses forêts qui répond aux impératifs politiques en matière de changement climatique et qui permet de rendre compte des mesures de développement durable des forêts canadiennes tant à l'échelle nationale qu'internationale. Ce nouveau système de mesure et de surveillance donnera suite aux grandes questions se rapportant aux politiques en intégrant les meilleures données de télédétection, les informations géographiques et les données d'inventaire. Les systèmes spatiaux de télédétection occuperont une place de choix dans la collecte de données précises et actuelles sur la couverture forestière, la biomasse ainsi que les changements et la santé des forêts.

Les données satellitaires rendront plus performant le nouvel Inventaire forestier national, axé sur les lotissements, et permettront de détecter, d'échantillonner et d'évaluer les changements au-delà de l'échantillon type établi à 1 %. En ce qui concerne le Nord canadien, on extraira de l'imagerie satellitaire les principaux attributs forestiers. La télédétection joue un rôle déterminant pour quantifier les répercussions associées à la gestion des sols, à leur occupation et aux changements d'affectations, tel que reconnu dans la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

Les récents incendies de forêt qui ont dévasté l'Ouest canadien servent à nous rappeler leur pouvoir ravageur et destructeur. Dans ce contexte, les données de télédétection sont appelées à jouer un rôle de plus en plus important en matière de planification, de surveillance et de signalement.



Les changements dans la couverture des terres ontariennes peuvent être suivis à l'aide des données de Landsat-5 (à gauche, 1987) et de Landsat-7 (à droite, 2000) – échelle : 1/100 000.



## Initiative canadienne sur la couverture des terres

L'Initiative canadienne sur la couverture des terres est un projet évolutif qui vise à établir un consensus quant à l'élaboration de normes nationales sur la couverture des terres et à intégrer les projets de cartographie de cette couverture. Divers organismes fédéraux chargés de surveiller et d'établir des rapports sur la couverture des terres et l'occupation des sols appuient cette initiative. Des représentants des gouvernements provinciaux et d'organismes non gouvernementaux y participent également.

## Cartographie des zones forestières brûlées

Le Service canadien des forêts et le Centre canadien de télédétection travaillent en collaboration pour établir des méthodes de production de cartes uniformes à haute et à faible résolution spatiale des zones brûlées, à l'échelle nationale, pour des fins de modélisation du bilan de carbone. Pour minimiser les risques d'erreurs dans le modèle national du carbone, l'évaluation des zones forestières brûlées doit se fonder sur l'uniformité et la fiabilité. Le projet permettra d'augmenter le contenu en informations cartographiques se rapportant à la détection des changements, et plus particulièrement à la cartographie des zones forestières brûlées, et raffiner ainsi l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre provenant des incendies de forêt.

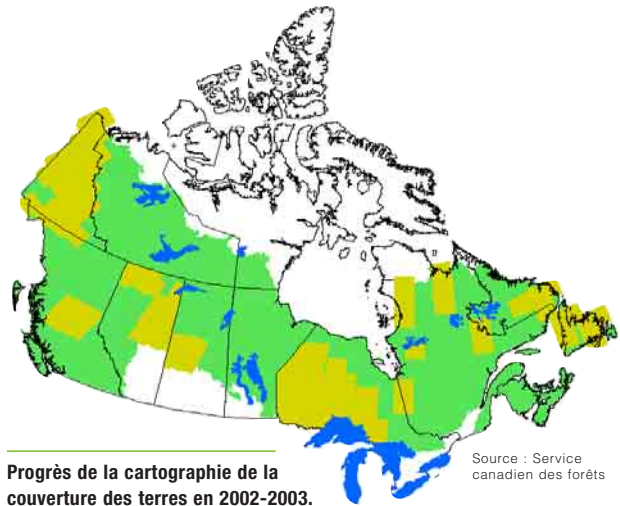
## Observation de la Terre pour le développement durable des forêts

Le Service canadien des forêts, en partenariat avec le Programme des initiatives connexes du gouvernement de l'Agence spatiale canadienne, exploite des technologies spatiales d'observation de la Terre pour créer des données et des produits destinés à l'Inventaire forestier national, à la comptabilisation du carbone forestier et au grand public, et qui permettront un suivi continu du développement durable des forêts canadiennes. L'initiative « Observation de la Terre pour le développement durable des forêts » (OTDD) est réalisée en partenariat avec les gouvernements provinciaux et territoriaux, les universités et l'industrie. Elle a pour objectif l'élaboration d'une carte des régions boisées du Canada. À long terme, cette initiative servira à produire non seulement des cartes sur la couverture terrestre, mais également des cartes de la biomasse et des changements survenus dans ce domaine.

L'initiative OTDD comprend également des programmes de recherche visant la mise au point et l'amélioration de techniques servant à la cartographie de la couverture terrestre, à la surveillance des changements, à l'évaluation de la biomasse et au traitement automatisé soutenant la production de ces produits. Des travaux de recherche sont actuellement réalisés en partenariat avec les gouvernements provinciaux et territoriaux ainsi qu'avec les universités et l'industrie.

[www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca/eosd](http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca/eosd)

Les données obtenues viendront appuyer le Cadre national de comptabilisation du carbone des forêts et seront également utilisées pour élargir la portée du nouvel Inventaire forestier national axé sur les lotissements. Le Système national d'information sur les forêts sera utilisé pour intégrer et synthétiser les données et les produits de données pertinents et les rendre accessibles à un large éventail d'utilisateurs par le biais du Web.



Source : Service canadien des forêts

**Progrès de la cartographie de la couverture des terres en 2002-2003. Régions cartographiées (en jaune) par rapport aux régions boisées (en vert).**

## Cartographie de la couverture terrestre

La cartographie des régions boisées du Canada a débuté au cours de l'année financière 2002-2003. Les progrès réalisés pendant cette période sont présentés ci-dessous. Un plan régional de mise en œuvre a été amorcé en Alberta, à Terre-Neuve-et-Labrador, en Ontario, au Québec, en Saskatchewan et au Yukon.

L'Agence spatiale canadienne et le Service canadien des forêts accroissent leurs efforts par le biais d'initiatives régionales obtenant le soutien de partenaires provinciaux et territoriaux. Dans de nombreux cas, l'initiative OTDD met à profit des projets actuels de cartographie de la couverture terrestre qui sont menés par les gouvernements provinciaux et territoriaux et qui devraient se poursuivre dans les années à venir.

La diffusion des données constitue également une priorité du programme OTDD. Pour y parvenir, un serveur cartographique Internet a été inauguré dans le but de partager les produits de classification de la couverture terrestre avec les partenaires du projet et le grand public. Ce programme vise également à relier ce système de distribution de données au Système national d'information sur les forêts. Des métadonnées seront également disponibles par l'entremise du Portail de découverte GéoConnexions.

### Principales réalisations de l'OTDD concernant les activités de cartographie de la couverture terrestre en 2003 :

Classification et étiquetage de 99 images Landsat.

Mise en œuvre d'un système de distribution de données.

Intégration de la légende sur la couverture terrestre du projet à celle d'Agriculture et Agroalimentaire Canada sur l'occupation des sols et la couverture terrestre.

Début des discussions ou signature d'ententes avec des provinces et territoires en vue d'obtenir leur participation au projet OTDD. Les provinces et territoires concernés sont la Colombie-Britannique, le Manitoba, le Nouveau-Brunswick, les Territoires du Nord-Ouest, la Nouvelle-Écosse et l'Île-du-Prince-Édouard.

## Recherche

Principales réalisations du projet OTDD dans le domaine de la recherche en 2003 :

### 1. Couverture terrestre :

- Ajustements méthodologiques pour assurer l'intégrité opérationnelle du programme, ce qui comprend l'intégration des informations provinciales dans la classification du projet OTDD;
- Mise à jour du guide sur les processus employés en cartographie de la couverture terrestre;
- Lancement d'un processus d'essai national visant à mettre à l'épreuve l'approche prévue d'évaluation de la précision;
- Analyse spatiale servant à comparer les cartes de couverture terrestre provenant de diverses sources.

### 2. Surveillance des changements :

- Création d'un système prototype ciblé;
- Élaboration d'un système de cartographie comparative (deux dates) des zones forestières brûlées (Centre canadien de télédétection) selon le cycle de cinq ans du projet OTDD et étude de l'utilisation du système pour la cartographie des zones de coupe à blanc;
- Élaboration initiale des méthodes de combinaison des preuves de changement;
- Poursuite de l'étude de la synergie entre les satellites Landsat et RADARSAT dans le cadre de la surveillance des changements (RADARSAT-1 et RADARSAT-2).

### 3. Biomasse :

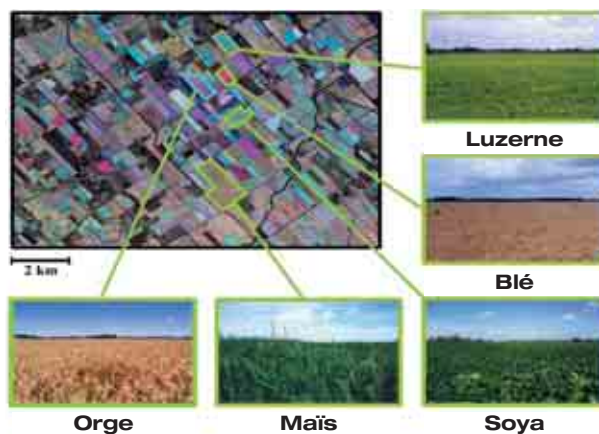
- Présentation et documentation d'une méthode de cartographie de la biomasse mise à l'essai dans cinq régions pilotes, et mise en œuvre et adaptation de méthodes de cartographie de la biomasse à de nouvelles régions d'essai;
- Élaboration et amélioration de méthodes de surveillance de la régression de la biomasse qui seront appliquées à des régions boisées non inventoriées et non commercialisables, incluant l'évaluation des répercussions des impératifs environnementaux;
- Évaluation des modèles de réflectance dans le but d'améliorer l'évaluation du type de structure et de couverture forestières effectuée à l'aide de l'appareil de cartographie thématique de Landsat aux fins de cartographie de la biomasse et d'application aux régions non inventoriées;
- Évaluation de la synergie entre RADARSAT et Landsat en vue de l'évaluation de la biomasse dans les régions boisées non inventoriées;
- Poursuite de l'élaboration d'une méthode visant à cartographier la biomasse au moyen de l'appareil de cartographie thématique de Landsat et à établir la compatibilité de ce dernier avec les méthodes de cartographie de la couverture terrestre utilisées dans le cadre du projet OTDD;
- Planification stratégique pour appuyer la mise en œuvre à l'échelle nationale.

### 4. Processus automatisés :

- Transfert de logiciels de traitement automatisé et de scripts de la plateforme Unix à un PC (Windows 2000 et Linux) et mise au point d'outils de traitement automatisé (mise au point de produits, intégration de produits dans le système de stockage et de distribution de données);
- Poursuite des améliorations apportées au logiciel de correction et d'amélioration atmosphériques;
- Élaboration et mise en œuvre d'un système de stockage et de distribution des données du projet OTDD exploitant l'architecture de la Base de données sur les ressources mondiales, les systèmes mobiles et les connexions à large bande. Le système est une extension du système de gestion de métadonnées CUDOS (Catalogue User Data Ordering System) de MacDonald Dettwiler and Associates.

## Agriculture

Les ministres fédéraux, provinciaux et territoriaux de l'Agriculture ont promis de relever les nombreux défis auxquels sont confrontés les secteurs de l'agriculture et de l'agroalimentaire en élaborant conjointement le Cadre stratégique pour l'agriculture (CSA). Les gouvernements et l'industrie, travaillant de pair dans le contexte du CSA, s'efforcent de réduire les risques agricoles menaçant les ressources hydriques, les sols, l'air et la biodiversité. Les gouvernements fédéral, territoriaux et provinciaux se sont engagés à élaborer et à mettre en œuvre ce plan détaillé visant à accélérer les mesures environnementales concernant l'ensemble des fermes



Simulation de données aéroportées de RADARSAT-2 à polarisation croisée servant à l'identification et au suivi des cultures.

canadiennes dans le but d'atteindre des objectifs environnementaux significatifs et mesurables.

Afin de répondre aux engagements d'Agriculture et Agroalimentaire Canada mentionnés dans le CSA, des plans d'action sont mis en œuvre en collaboration avec des partenaires provinciaux et territoriaux. Ces plans comprennent notamment le Programme national d'analyse et de rapport concernant la santé agroenvironnementale, le Service national d'information sur les terres et les eaux, une enveloppe budgétaire réservée à la recherche pour l'amélioration



des systèmes de production et des pratiques agricoles visant l'atténuation des risques, le Plan environnemental en agriculture, le Système national de compte rendu et de vérification du carbone et des gaz à effet de serre et le Programme de couverture végétale du Canada.

Les informations concernant les ressources agricoles et les pratiques de gestion sont essentielles au succès de ces plans d'action du CSA. Ces informations doivent être pertinentes, précises, reproductibles et à jour. Agriculture et Agroalimentaire Canada s'engage donc à évaluer et à démontrer l'efficacité des données d'observation de la Terre dans la réalisation de ces initiatives nationales. Ces démonstrations permettront aux données d'observation de la Terre de devenir un important élément pour Agriculture et Agroalimentaire Canada dans la réalisation de ses engagements dans le cadre du CSA.

### Études en cours

Le Canada s'est engagé, en vertu du Cadre stratégique pour l'agriculture, à réduire les répercussions environnementales des pratiques agricoles, en partie grâce à des systèmes de culture améliorés misant sur l'utilisation réduite et efficace de pesticides et de fertilisants. Des études de recherche à grande échelle ont été entamées par Agriculture et Agroalimentaire Canada, des entreprises du secteur privé et des organismes de producteurs agricoles provenant de différents sites dans l'ensemble du Canada. Ces projets de recherche ont pour objet d'étudier l'application des données d'observation de la Terre dans la dérivation des descripteurs de cultures et des sols et la délimitation de zones de gestion des cultures facilitant la gestion variable des fertilisants et des pesticides.

#### *Délimitation des zones de gestion au moyen de l'imagerie multispectrale et hyperspectrale*

Des études menées par des scientifiques d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Shaunavon et à Indian Head, en Saskatchewan, ont évalué l'exploitation combinée de l'imagerie satellitaire et des informations sur le rendement des cultures pour l'identification des zones de gestion dans les champs. Les scientifiques ont conclu que l'utilisation d'un indice de la végétation par différence normalisée dérivé des données de Landsat-7 et de cartes du rendement des cultures utilisées pour délimiter les zones agricoles était prometteuse. Dans un champ bosselé situé près de Shaunavon, cette méthode a permis de délimiter avec succès deux zones stables affichant des réponses différentes aux fertilisants. Ainsi, à ce site, il serait avantageux d'appliquer un fertilisant à différentes concentrations pour chaque zone. À Indian Head, les trois zones cernées n'affichaient pas de différences quant à la réponse aux fertilisants. Des travaux de recherche visent à peaufiner cette méthode.

#### *Extraction de descripteurs biophysiques de cultures et de champs*

En 2002-2003, Agriculture et Agroalimentaire Canada a lancé divers projets visant le développement d'applications de capteurs perfectionnés d'observation de la Terre par l'intermédiaire du Programme des initiatives connexes du gouvernement. Ces projets de télédétection aérienne permettent de recueillir des données simulant celles qui pourront être obtenues ultérieurement depuis l'espace, et ils

donnent aux utilisateurs la possibilité de se préparer à en faire une utilisation opérationnelle. Le projet « Extraction de descripteurs biophysiques de cultures et de champs dans le but de mettre au point des procédures permettant de délimiter des sous-unités de champs homogènes pour la gestion des cultures » vient compléter les travaux menés en Saskatchewan et est assorti de plusieurs nouveaux objectifs. Au nombre des collaborateurs de ce projet, on compte le Centre canadien de télédétection, l'Université York, l'Université du Québec à Chicoutimi, l'Université McGill, l'Université de Valladolid et Noetix Research Inc. L'objectif de cette recherche était d'analyser des données polarimétriques multitemporelles captées par un radar à synthèse d'ouverture aéroporté et des données hyperspectrales obtenues à l'aide d'un imageur spectrographique compact aéroporté aux fins suivantes : 1) extraire des descripteurs biophysiques des cultures et des champs; 2) définir les stratégies permettant de combiner les descripteurs de façon optimale et d'établir la précision requise pour surveiller efficacement les conditions de croissance des cultures; 3) élaborer des procédures permettant de délimiter des sous-unités de champs homogènes pour la gestion des cultures.

Le projet a exploité des images hyperspectrales et des images polarimétriques d'instruments aéroportés captées à différentes dates au-dessus de la ferme expérimentale à Ottawa. Les données de l'imageur spectrographique aéroporté ont servi à mettre au point des méthodes de modélisation permettant de déterminer et de prédire certains descripteurs biophysiques des cultures comme l'indice foliaire et la concentration de la chlorophylle dans les feuilles. On a utilisé les images de réflectance de l'imageur spectrographique pour inverser les modèles de transfert radiatif, mettre en œuvre des algorithmes d'extraction de la teneur en chlorophylle et de l'indice foliaire et délimiter des zones de gestion des champs. Des cartes dérivées de la teneur en chlorophylle ont révélé l'emplacement de champs traités à l'azote. On a pu établir de fortes corrélations entre l'indice foliaire prévu et l'indice foliaire observé, avec des coefficients de détermination ( $R^2$ ) de 0,82 (maïs), 0,92 (blé) et 0,96 (soya). La corrélation entre l'indice de la bande d'eau et la teneur en eau totale mesurée des feuilles était également très étroite ( $R^2$  de 0,58). Les images hyperspectrales ont également servi à produire des cartes de segmentation des sols et des cultures à l'aide d'une classification non supervisée par l'algorithme des  $k$  moyennes.

Le traitement, l'étalonnage et l'assurance de la qualité des données du radar à synthèse d'ouverture aéroporté ont été réalisés au cours de la première phase de ce projet. Il en a résulté un guide de diagnostic permettant aux utilisateurs finaux d'évaluer la qualité des données polarimétriques SAR. On a également produit des cartes de segmentation en adoptant des polarisations multiples et la méthode des  $k$  moyennes floues. On a de plus étudié la relation entre la teneur volumétrique totale en eau du couvert et la rétrodiffusion multipolarisée. Les résultats ont fait ressortir un lien étroit entre les polarisations croisées linéaires et circulaires et la teneur volumétrique totale en eau du couvert variable.

#### *Amélioration des prévisions pour le secteur de la transformation des produits végétaux*

Des chercheurs de l'est du Canada travaillent à la mise au point de méthodes de télédétection pour l'évaluation de la phénologie et de la biomasse des cultures ainsi qu'au développement d'outils de

modélisation à cet égard. Ils tentent d'évaluer les possibilités que présentent les nouvelles technologies pour mieux connaître l'état des cultures en ce qui concerne leur croissance (potentiel de rendement) et leur développement (dates de maturité). Les indices de végétation et les indices foliaires ont été dérivés de données satellitaires multi-spectrales à une résolution de 20 m sur 20 m ou à une résolution plus fine encore. Ces renseignements ont été calculés pour les domaines d'intérêt commerciaux et ont servi à ajuster les prédictions des modèles. On a ainsi pu obtenir de meilleures prévisions quant au potentiel de rendement et à la date de maturité optimale.

Le deuxième atelier d'Agriculture et Agroalimentaire Canada sur les applications agricoles de la télédétection s'est tenu à Ottawa les 27 et 28 janvier 2003. Le premier jour, des spécialistes de la télédétection et de ses applications ont partagé leurs points de vue et leur expérience en ce qui concerne l'utilité de la télédétection en agriculture. Le deuxième jour, les participants ont fait le point sur les activités de télédétection à Agriculture et Agroalimentaire Canada et ont également formulé des plans d'action visant à définir les activités futures d'observation de la Terre et à les intégrer aux programmes du ministère.

### Nouveaux projets

En 2003-2004, on continuera, par l'intermédiaire de divers projets pluriannuels d'Agriculture et Agroalimentaire Canada menés dans le cadre du Programme des initiatives connexes du gouvernement de l'Agence spatiale canadienne, à développer des méthodes et des applications des données d'observation de la Terre afin d'appuyer le Cadre stratégique pour l'agriculture et la durabilité des ressources agricoles du Canada.

#### *Mesure de l'impact des anomalies des précipitations sur la végétation et les sols*

Ce projet a pour but de renforcer les moyens d'assurer une surveillance objective des effets du climat sur l'agriculture et de maintenir ainsi une industrie agricole résiliente capable de bien réagir aux variabilités climatiques à court et à long terme. Le volet de ce projet consacré à l'humidité du sol, dirigé par Agriculture et Agroalimentaire Canada, portera sur l'élaboration et l'essai de méthodes d'évaluation de la teneur en eau du sol à l'aide de données d'observation de la Terre ainsi que sur l'étude d'options permettant d'extrapoler l'humidité superficielle à la rhizosphère. Statistique Canada pilotera le second volet du projet qui portera sur le développement de méthodes d'application des données du radiomètre perfectionné à très haute résolution de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) à l'est du Canada.

#### *Évaluation et gestion du développement durable de l'agriculture*

Ce deuxième projet est consacré à la mise au point de méthodes visant à exploiter les données d'observation de la Terre pour fournir certains renseignements requis par les plans de mise en œuvre du Cadre stratégique pour l'agriculture. On créera un inventaire des pratiques associées à l'occupation des sols et à la gestion agricole pour répondre aux besoins du volet environnemental du CSA. On établira également des méthodes faisant appel à des données de

terrain et à des données d'observation de la Terre pour la mise à jour de l'inventaire. Le projet démontrera par ailleurs le potentiel qu'offrent les données d'observation de la Terre pour la cartographie des sols gelés. Le fait de connaître l'étendue du sol gelé sous la neige contribuera à prédire et à réduire la contamination des eaux par des nutriments au printemps et à gérer l'épandage de fumier à l'automne. On vise à rendre tous ces renseignements accessibles par le Service national d'information sur les terres et les eaux.

#### *Extraction de descripteurs biophysiques de cultures et de champs dans le but de mettre au point des procédures permettant de délimiter des sous-unités de champs homogènes pour la gestion des cultures – phase 2*

L'objectif de la deuxième phase de ce projet est d'élargir et de valider davantage les méthodes mises au point pendant la première année. On étendra l'analyse des données hyperspectrales provenant d'un imageur spectrographique compact aéroporté au développement et à l'essai de méthodes servant à estimer le pourcentage de verdure, de biomasse et de rendement des cultures. On approfondira les méthodes de segmentation de champs et on évaluera la corrélation entre les zones segmentées à l'aide des images polarimétriques du radar à synthèse d'ouverture et des descripteurs de champs. On comparera également des estimations tirées d'un modèle de croissance fondé sur des processus à des descripteurs de cultures dérivés de l'analyse polarimétrique

#### Réalizations importantes en 2003 :

Mise au point et validation de méthodes servant à délimiter les zones de gestion des cultures pour des applications à taux variable en faisant appel à des données optiques et radar.

Validation de méthodes servant à dériver l'indice foliaire ainsi que la teneur des feuilles en chlorophylle et en eau à partir de données hyperspectrales.

Compilation d'un guide de diagnostic permettant aux utilisateurs finaux d'évaluer la qualité des données polarimétriques du radar à synthèse d'ouverture.

Évaluation de la sensibilité de la rétrodiffusion obtenue par polarisations multiples à la teneur volumétrique totale en eau du couvert.

Démonstration de l'utilisation d'indices de végétation et d'indices foliaires dérivés de données d'observation de la Terre pour améliorer les prévisions de rendement et de date de maturité.

Tenue du deuxième atelier d'Agriculture et Agroalimentaire Canada sur les applications agricoles de la télédétection en janvier 2003.

### Habitat

Élaboré par l'Agence spatiale canadienne, la Fédération canadienne de la faune, le Centre canadien de télédétection et le Service



canadien de la faune avec la contribution d'entreprises commanditaires, « L'espace pour les espèces » est un programme d'apprentissage sur le Web qui donne vie à la science et à la technologie. Il constitue un excellent exemple de l'utilisation de l'espace dans un contexte environnemental et comme outil permettant de captiver les jeunes tout en suscitant leur intérêt pour les sciences et les technologies. Grâce au programme « L'espace pour les espèces », il est possible de découvrir le rôle que jouent la télémétrie par satellite, la télédétection, les observations des astronautes, les satellites météorologiques et les images obtenues par RADARSAT dans la conservation de la faune. Tous ces « yeux dans le ciel » offrent une vue panoramique de la faune nomade.

RADARSAT nous a permis d'évaluer l'état de santé d'importants habitats de la sauvagine, depuis la région des fondrières des Prairies jusqu'aux milieux humides du Pantanal au Brésil. Avec ces données, il nous est possible de surveiller les effets des coupes à blanc sur les contreforts des montagnes Rocheuses en Alberta, d'évaluer les populations de phoques annelés d'après le nombre de trous d'air pratiqués dans la glace, d'identifier les habitats du poisson dans le bassin hydrographique du Mékong au Cambodge et de cartographier les habitats côtiers dans le monde à des fins de surveillance environnementale, de préparation aux interventions d'urgence et d'établissement de zones maritimes protégées. Les espèces plus particulièrement suivies dans le cadre du programme sont l'eider, le caribou, le faucon pèlerin, l'ours blanc et la tortue luth.

Par l'intermédiaire de ce programme, les enfants créent des cartes migratoires, relèvent des données sur le climat et les habitats et consignent leurs propres notes de terrain dans un carnet de pistage afin de les utiliser pour un projet de sciences ou pour établir un plan de redressement. Ils peuvent se familiariser avec le rôle de l'enquête scientifique dans le domaine de la conservation et faire la connaissance de l'astronaute canadien Robert Thirsk et d'une foule d'autres spécialistes tout en se renseignant sur des carrières faisant la jonction entre l'espace et les espèces.

[www.espacepourlesespeces.ca](http://www.espacepourlesespeces.ca)

## Le Nord

Le Canada se place au deuxième rang mondial en termes de superficie de son territoire. La plus grande partie de sa masse continentale est constituée de terres septentrionales qui sont peu peuplées et souvent mal cartographiées. Le Nord, riche en ressources et détenant un grand potentiel, manque toutefois d'infrastructures et de moyens afin

d'assurer le développement efficace de ses ressources. L'espace a un rôle déterminant à jouer dans l'acquisition de connaissances supplémentaires sur le Nord et l'amélioration de notre capacité de développer ses ressources. RADARSAT couvre l'Arctique en un jour et le reste du Canada tous les trois jours. Il transmet des images radar, sans nuages, de la couverture de glace à deux stations de réception terriennes canadiennes. Il est à noter que le Service canadien des glaces est le plus grand utilisateur de données de



Formation des glaces dans les Grands Lacs de l'Est.



Source : Service canadien des glaces

**Le brise-glace de la Garde côtière canadienne font appel aux données en temps quasi réel de RADARSAT-1 pour naviguer dans les eaux nordiques englacées.**

RADARSAT au Canada et que la cartographie de routes maritimes sûres dans les eaux septentrionales au printemps et à l'automne est tributaire de renseignements obtenus depuis l'espace. En 2003, le Canada a commencé à recevoir et à utiliser des données du radar perfectionné à synthèse d'ouverture d'ENVISAT qui viennent compléter les données de RADARSAT-1 pour la gestion et la cartographie des glaces.

L'Agence spatiale canadienne a signé avec Géomatique Canada un accord important visant la fourniture de données géospatiales à l'appui du développement du Nord à partir de 2003, et ce, jusqu'en 2005, moment où le projet doit prendre fin.

Sous l'égide du Programme de surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité, une initiative conjointe de la Commission européenne et de l'ESA visant à établir une capacité européenne de fourniture et d'utilisation de données opérationnelles de surveillance mondiale à des fins environnementales et de sécurité, une équipe canadienne dirigée par C-CORE de St. John's, à Terre-Neuve, s'est vue attribuer un contrat de l'ESA pour le projet Northern View. Celui-ci doit permettre de mieux exploiter les biens spatiaux dans l'intérêt des régions nordiques. Le projet Northern View réunit une équipe du Canada (C-CORE, Centre canadien de télédétection, Ressources naturelles Canada, Service canadien des glaces, Commission canadienne des affaires polaires, CRYSYS, Environnement Canada, Hickling, Arthurs & Low, MacDonald Dettwiler and Associates, Noetix Research et RADARSAT International), de la Finlande, de la Norvège, de la Suède, du Royaume-Uni et de l'Allemagne qui se penchera sur les questions relatives à l'environnement nordique.

Le projet Northern View aura des horizons de planification à court et à long terme. Sa vision à long terme consiste à établir un centre offrant des services à valeur ajoutée aux organismes et particuliers œuvrant dans le domaine de l'établissement de politiques, du développement et de la préservation environnementale des régions septentrionales de la planète. Ce centre sera en fait un guichet unique qui couvrira les principaux domaines d'intérêt des intervenants du Nord.

Toutefois, la réalisation de cet objectif à long terme s'appuiera sur des organismes et des services existants susceptibles de générer

des retombées à court terme. Au cours de ce projet de 20 mois, l'équipe s'emploiera à démontrer à divers organismes clés l'utilité et l'efficacité des données d'observation de la Terre pour la surveillance des régions nordiques, particulièrement à l'appui de l'établissement de politiques, ainsi qu'à créer des liens avec d'autres intervenants du Nord qui pourraient tirer profit de l'information issue de l'observation de la Terre. Les premiers services offerts porteront sur la surveillance des déversements et décharges d'hydrocarbures, la surveillance des glaciers et du couvert nival et la surveillance des glaces de mer et des icebergs.

Enfin, Parcs Canada et Ressources naturelles Canada collaboreront avec l'Agence spatiale canadienne à l'établissement de cartes tridimensionnelles des changements dans la couverture et le type de terres, à la fourniture d'informations en trois dimensions sur le changement climatique ainsi qu'à l'organisation de visites virtuelles, en trois dimensions également, de certains des parcs situés dans les régions les plus septentrionales du Canada.

Il existe des Études de géologie appliquée sur le terrain réalisées dans le nord de l'Ontario concernant la partie de la forêt boréale canadienne située au sud de la latitude 51° N. Chaque étude comprend une carte morphographique à l'échelle 1/100 000 fondée presque entièrement sur l'interprétation de photographies aériennes et une vérification limitée sur le terrain. La légende des cartes renseigne sur la nature de la surface, la morphologie, la topographie (le relief) et les conditions de drainage. Ces cartes donnent des renseignements sur le paysage qui peuvent être exploités utilement dans les domaines de la gestion des forêts et du génie civil.

On ne dispose pas de cartes équivalentes sur les conditions topographiques pour l'ensemble de la vaste région de la forêt boréale qui s'étend au nord de la latitude 51° N. Il serait coûteux de produire de telles cartes à partir d'une interprétation de photographies aériennes classiques et de vérifications in situ en raison de l'immensité du territoire aérien à couvrir et des limitations d'accès. C'est pourquoi la Commission géologique de l'Ontario, le Centre canadien de télédétection et ACG Space Technologies Corporation, à titre d'entrepreneur principal, ont entrepris un projet visant à créer des cartes morphographiques par satellite d'une région de la forêt boréale s'étendant sur 250 000 kilomètres carrés dans le nord-ouest de l'Ontario.

Ce programme provincial et fédéral de cartographie avait pour objet de produire des cartes satellite normalisées pour l'étude d'aménagements qui sont maintenant publiées sous la forme d'une série de cartes provinciales. On a créé des cartes géomorphologiques d'étude d'aménagements en intégrant et en interprétant divers types d'images de télédétection, des modèles altimétriques numériques et leurs dérivés ainsi que les modèles de dépôts géologiques appropriés. Les cartes-images publiées et produites à partir d'une combinaison de modèles altimétriques numériques et d'images de l'appareil de cartographie thématique de Landsat peuvent constituer une base se prêtant à l'interprétation et à la superposition d'unités techniques de terrain, ce qui permet des économies considérables de temps et d'argent comparativement aux méthodes classiques de photographie aérienne. Les cartes morphographiques peuvent servir à la planification de routes forestières et d'autres ouvrages de génie civil à l'appui des programmes d'exploitation forestière de la région.

#### Réalizations importantes en 2003 :

Entente conclue entre l'Agence spatiale canadienne et Ressources naturelles Canada pour développer une base d'information géospatiale sur le Nord à l'aide des données de RADARSAT et de Landsat-7.

Lancement du projet Northern View.

Initiative de Parcs Canada et de Ressources naturelles Canada visant à améliorer les programmes de gestion des écosystèmes et de vulgarisation à l'aide de données d'observation de la Terre.

Projet du Centre canadien de télédétection en collaboration avec la Commission géologique de l'Ontario visant à produire 60 cartes-images morphographiques satellite à une échelle 1/100 000 du Nord de l'Ontario.

### Surveillance étendue depuis l'espace et appui connexe

Nouvelle initiative de la Division du développement de l'espace du ministère de la Défense nationale, le projet Polar Epsilon vise à exploiter de l'information obtenue de satellites commerciaux existants ou à venir pour contribuer à l'obtention d'une connaissance de la situation sur une vaste étendue. On développe ainsi une capacité à assurer un repérage de qualité par une commande prioritaire d'images et, éventuellement, des renseignements de classification et de détection de mouvement pour des cibles survolant les approches de surface et de subsurface du Canada, de la région arctique du Canada ainsi que des zones littorales étrangères où les forces canadiennes sont susceptibles d'être déployées. Bien que tous les biens spatiaux fassent l'objet d'une évaluation en vue de leur inclusion dans le concept d'opération du projet Polar Epsilon, c'est le satellite canadien RADARSAT-2 qui est considéré comme le capteur principal. On met donc tout en œuvre pour développer des algorithmes devant permettre de lui trouver une nouvelle utilité dans le cadre d'une mission de surveillance et de protection de la souveraineté. On met plus particulièrement l'accent sur les algorithmes et outils servant à la détection cohérente des changements, à la classification des cibles, à l'acquisition et au traitement en temps quasi réel de données, au repérage croisé, à la planification de missions et à l'amélioration des probabilités de détection. Dans le cadre de ce projet innovateur et transformationnel, une nouvelle méthode d'acquisition dite de développement en spirale a été adoptée de manière à permettre aux utilisateurs de se servir des capacités au fur et à mesure qu'elles sont démontrées. Avec le projet Polar Epsilon, on estime que le développement de partenariats tôt dans le processus constitue le meilleur moyen d'assurer l'interopérabilité avec les ministères et alliés intéressés, et ce réseau de partenaires devrait s'élargir tout au long du projet.



## Changement climatique, recherche et modélisation atmosphériques

Les activités menées en sciences spatiales au Canada contribuent considérablement aux projets du secteur Terre et environnement, surtout dans les domaines du changement climatique et de la recherche atmosphérique. Elles se déroulent dans le cadre de partenariats solides conclus entre les milieux scientifiques, l'industrie et les laboratoires gouvernementaux, ainsi que de programmes de collaboration avec des partenaires étrangers. Outre un appui aux chercheurs et scientifiques des milieux universitaires et gouvernementaux, ces partenariats offrent également aux étudiants de troisième cycle en sciences et en génie des possibilités de poursuivre leurs études dans une foule de domaines associés à l'espace.

### Missions nouvelles et en cours

#### SCISAT-1 : Expérience sur la chimie atmosphérique

Le Canada a longtemps joué un rôle important dans la recherche atmosphérique, surtout celle vouée à l'ozone, et il poursuit sur cette lancée avec SCISAT-1, qui a été mis sur orbite en août 2003. SCISAT-1 transporte à son bord l'Expérience sur la chimie atmosphérique (ACE), constituée du Spectromètre à transformée de Fourier (ACE-FTS) et de l'Instrument de mesure de l'extinction des aérosols par occultation dans la stratosphère et dans la troposphère (MAESTRO). Les deux instruments vont recueillir des données sur les processus chimiques qui s'opèrent dans la couche d'ozone à une altitude comprise entre 8 km et 50 km.

La mission ACE a pour objectif principal d'étudier les processus chimiques qui ont une incidence sur la répartition de l'ozone dans l'atmosphère. De concert avec d'autres missions qui seront menées par la NASA, l'ESA et divers partenaires internationaux au cours de la prochaine décennie, la mission contribuera à mieux faire comprendre la chimie et la dynamique de l'atmosphère qui influent sur la couche d'ozone protégeant la Terre. L'analyse des grandes quantités de données recueillies permettra une évaluation plus éclairée des politiques environnementales internationales, comme le Protocole de Montréal concernant des substances qui appauvrissent la couche d'ozone.

L'objectif global de l'Expérience sur la chimie atmosphérique est d'améliorer notre compréhension de l'appauvrissement de la couche d'ozone, surtout au Canada et dans l'Arctique. Les mesures obtenues par les instruments ACE-FTS et MAESTRO seront combinées à des données recueillies au sol, en ballon et dans le cadre d'autres projets spatiaux afin d'optimiser la prévision des tendances futures concernant la couche d'ozone et son appauvrissement.

MAESTRO a été développé par le Service météorologique du Canada, l'Université de Toronto et EMS Technologies en collaboration avec l'Agence spatiale canadienne.

Le principal objectif scientifique de l'instrument MAESTRO consiste à fournir des données à haute résolution sur l'atmosphère et à recueillir des profils précis des concentrations d'ozone. Au nombre de ses autres objectifs, l'instrument mesurerait les quantités de particules organiques et inorganiques sous les trous d'ozone dans

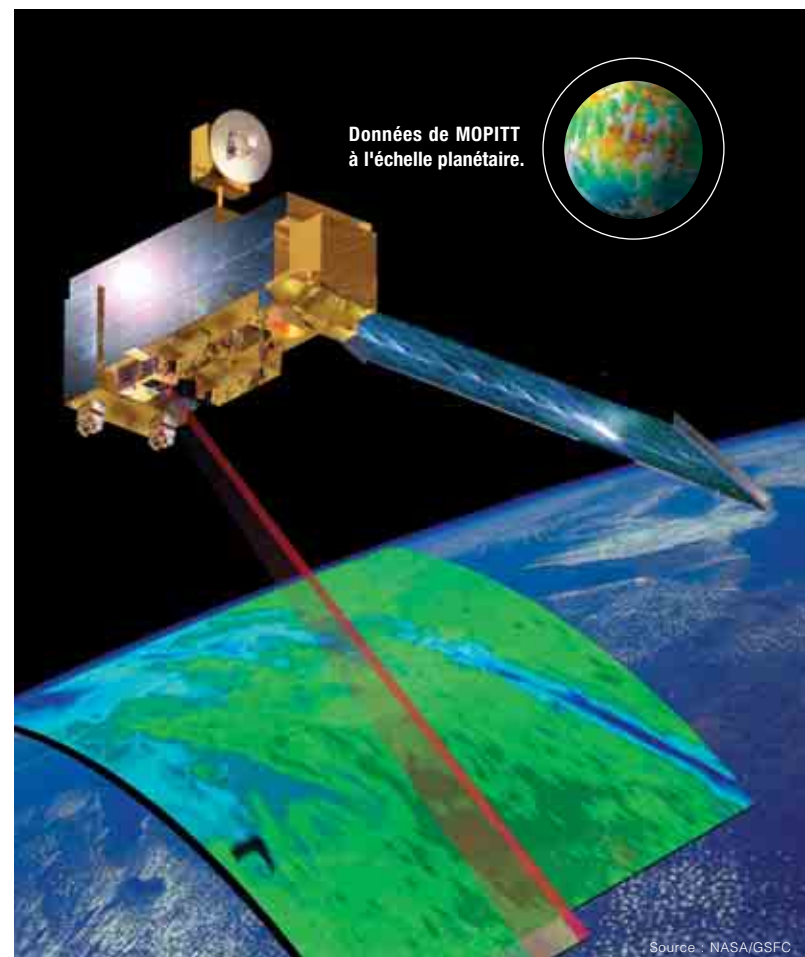
les régions polaires et à proximité des importantes sources de pollution troposphérique, comme les volcans en activité. La troposphère est cette couche de l'atmosphère qui entoure la Terre sur une épaisseur d'environ 15 km à partir de sa surface. On y trouve de la vapeur d'eau, des gaz et des vents verticaux qui sont à l'origine de la plupart des conditions météorologiques.

La comparaison des données recueillies par MAESTRO avec celles de l'instrument ACE-FTS aidera les scientifiques à déterminer la concentration d'aérosols dans l'atmosphère, élément essentiel pour comprendre pourquoi et à quelle rapidité la couche d'ozone se raréfie.

[http://www.espace.gc.ca/asc/fr/secteurs\\_asc/sciences\\_spatiales/atmospherique/SCISAT/information.asp](http://www.espace.gc.ca/asc/fr/secteurs_asc/sciences_spatiales/atmospherique/SCISAT/information.asp)

#### MOPITT à bord du satellite TERRA de la NASA

L'Instrument de mesure de la pollution dans la troposphère (MOPITT) mis au point par le Canada est embarqué à bord du satellite Terra de la NASA et a pour mission de mesurer les répartitions de monoxyde de carbone et de méthane dans la troposphère à l'échelle de la planète. MOPITT est le premier instrument canadien important servant à mesurer la pollution dans l'atmosphère de la Terre depuis



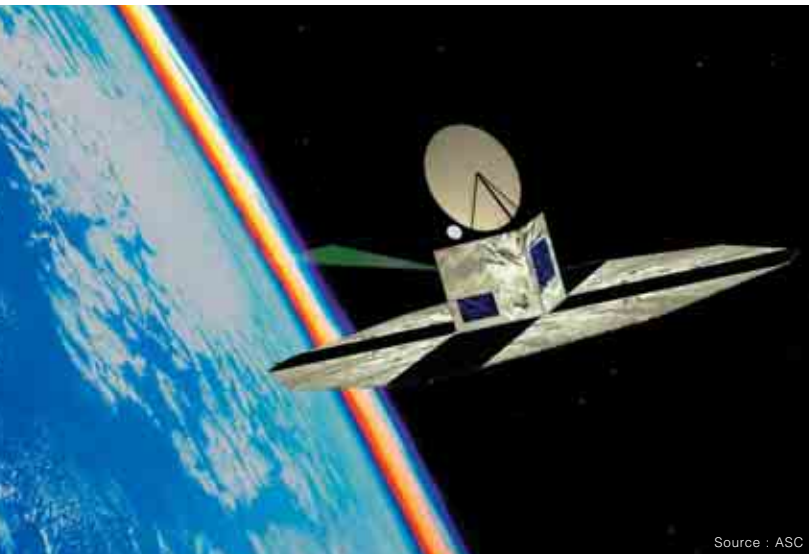
L'instrument canadien MOPITT fournit des données globales uniques sur les polluants présents dans l'atmosphère basse.

l'espace. Il s'agit aussi de la plus grande contribution canadienne au système d'observation de la Terre EOS de la NASA.

On a recueilli des données scientifiques pendant plusieurs années, ce qui a permis de surveiller le monoxyde de carbone à l'échelle de la planète sur une longue période. La NASA a compilé les données dans une simulation temporelle qui dresse un portrait des concentrations de monoxyde de carbone autour de la planète sur dix-huit mois. Les renseignements dérivés de MOPITT, combinés à ceux portant sur les vents et les changements de la haute atmosphère, montrent clairement le transport à grande échelle des polluants d'un continent à l'autre ainsi que les fortes variations saisonnières et hémisphériques dans la puissance des sources. MOPITT continue de fournir des renseignements uniques sur les concentrations de monoxyde de carbone autour de la planète, et on envisage de mettre au point un instrument de deuxième génération, MOPITT-2, pour assurer la disponibilité de ces données précieuses au cours des prochaines années.

### OSIRIS à bord du satellite suédois Odin

La mission Odin est une mission internationale de satellite dirigée par la Suède à laquelle participent le Canada, la Finlande et la France. Odin se penche sur d'importantes questions dans le domaine



Source : ASC

**Odin transportant le Spectrographe optique avec système imageur dans l'infrarouge (OSIRIS) qui transmet des données détaillées sur l'appauvrissement de l'ozone à haute latitude.**

de l'astronomie et des sciences atmosphériques. Les deux instruments destinés à réaliser les objectifs scientifiques de la mission sont le Spectrographe optique avec système imageur dans l'infrarouge (OSIRIS) canadien et le Radiomètre sous-millimétrique suédois. L'Agence spatiale canadienne fournit l'instrument OSIRIS qui donnera des renseignements détaillés sur l'appauvrissement de la couche d'ozone, surtout aux hautes latitudes.

OSIRIS recueille des données uniques et produit des cartes de concentrations d'ozone tous les 1,5 km d'altitude dans la stratosphère

et la mésosphère. Ces nouvelles cartes altimétriques sont produites quotidiennement et sont beaucoup plus détaillées que celles disponibles auparavant. On travaille actuellement à confirmer leur précision en les comparant avec les données recueillies par d'autres capteurs terrestres ou spatiaux.

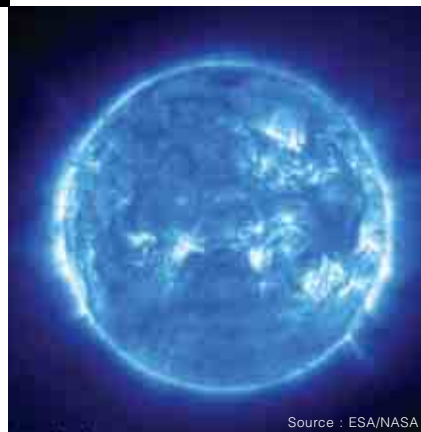
Ce projet scientifique aura une incidence majeure sur les milieux spécialisés en sciences atmosphériques au Canada. Il leur donnera en effet la possibilité de développer les capacités nécessaires pour élargir le rôle qu'ils pourraient jouer dans des projets futurs axés sur les aspects scientifiques, environnementaux, économiques et sociaux du problème posé par l'ozone atmosphérique.

### Programme international « Vivre avec une étoile » et Programme canadien de surveillance géospatiale

Des scientifiques spécialisés du monde entier se sont regroupés pour étudier les relations Soleil-Terre et la « spatiométéorologie », ce phénomène créé par l'interaction entre le plasma solaire et la haute atmosphère. Cette initiative collective a été baptisée Programme international « Vivre avec une étoile ». Avec cette collaboration scientifique, on tente de stimuler, de renforcer et de coordonner la recherche spatiale afin de mieux comprendre les processus qui régissent le système Soleil-Terre comme une entité intégrée. Une quarantaine de pays participent à ce projet qui s'échelonne sur une période de 14 ans. Le Canada y joue un rôle important puisqu'il dirige les activités du segment terrestre. Des travaux récents indiquent que la spatiométéorologie pourrait être une des causes du réchauffement de la planète.

Le Programme canadien de surveillance géospatiale (PCSG) est motivé par le besoin reconnu d'avoir une meilleure connaissance fondamentale des milieux planétaires qui sont influencés par la variabilité à court et à long terme de notre étoile, le Soleil. Le Soleil et la Terre forment un système étroitement couplé, caractérisé par les effets marqués de la variabilité solaire sur la spatiométéorologie et le climat, la création de milieux aux rayonnements hostiles et la production d'aurores. Le PCSG vise à mieux faire comprendre ce jumelage fondamental entre le Soleil et la Terre de même que son incidence sur notre environnement planétaire.

Le PCSG a pour objectif scientifique déterminant de contribuer à la compréhension du transport de masse et d'énergie à des échelles



Source : ESA/NASA

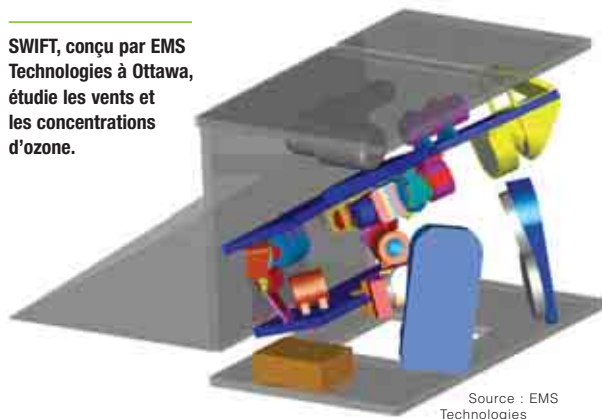
**Les données satellitaires nous aident à mieux comprendre les relations Soleil-Terre qui ont une incidence sur les télécommunications par satellites et le changement climatique.**

multiples dans le système Soleil-Terre tout entier. Les résultats obtenus permettront de réaliser des percées considérables dans l'élaboration et l'amélioration de modèles de prédictions spatio-météorologiques et de modèles empiriques de l'environnement spatial. Ils constitueront également des produits livrables utiles pour l'industrie spatiale canadienne. Le volet scientifique du PCSG sera essentiel à la compréhension de la contribution exogène au changement climatique de la Terre, surtout au cours de la période actuelle de changements rapides dans les environnements magnétiques du Soleil et de la Terre. Le principal objectif scientifique du PCSG est d'élucider les processus fondamentaux qui causent et contrôlent les éléments suivants :

- la convection au sein de la magnétosphère terrestre et l'injection d'énergie dans celle-ci;
- les instabilités et courants dans la queue de la magnétosphère;
- l'accélération des particules aurorales;
- l'énergisation, le transport et la perte de particules énergétiques de la magnétosphère;
- l'injection, le transport et la perte de particules faiblement énergisées de la magnétosphère.

### SWIFT à bord du satellite GOSAT

SWIFT, conçu par EMS Technologies à Ottawa, étudie les vents et les concentrations d'ozone.



Source : EMS Technologies

L'Agence japonaise d'exploration spatiale (JAXA), l'ESA et l'Agence spatiale canadienne travaillent actuellement aux activités de la phase A visant à faire voler l'Interféromètre des vents stratosphériques pour des études de transport (SWIFT) à bord du satellite GOSAT de la JAXA. SWIFT fournira des profils des vents (avec une précision de 5 m/s) et des densités d'ozone (avec une précision de 10 %) à une altitude comprise entre 20 km et 45 km à l'échelle de la planète.

SWIFT contribuera à mieux faire comprendre une dimension importante de la stratosphère, soit le lien qui existe entre les processus dynamiques et chimiques qui s'opèrent au cours du transport des espèces chimiques, surtout de l'ozone. Il permettra également de caractériser de manière inédite la dynamique de la stratosphère tropicale et améliorera la qualité des produits de l'analyse stratosphérique dans les tropiques, lesquels sont actuellement déficients. De plus, des données sur les vents dans la basse stratosphère pourraient améliorer le rendement des prévisions météorologiques

numériques à moyen terme. À long terme, la mission SWIFT posera les fondements d'une expertise dans le domaine des mesures directes des vents stratosphériques depuis l'espace. L'approbation officielle de la participation canadienne au projet SWIFT a été demandée en 2003.

### Contribution canadienne à la Mission de mesure mondiale des précipitations

La Mission de mesure mondiale des précipitations (GPM) est une initiative internationale ambitieuse vouée à la mesure des précipitations sur l'ensemble de la planète. La proposition s'articule autour d'un satellite central de la NASA et de la JAXA qui serait mis sur orbite vers 2008 et qui serait équipé d'un radar météorologique à double fréquence, dans la foulée de la Mission de mesure des pluies tropicales, de radiomètres à hyperfréquences passives embarqués sur diverses plateformes ainsi que d'autres contributions internationales éventuelles.

Une équipe canadienne, composée de scientifiques venant essentiellement des secteurs universitaire et public et dirigée par un chercheur du Service météorologique du Canada, a proposé une contribution à la mission GPM. Selon cette proposition, le Canada contribuerait à améliorer le radar météorologique à bord du satellite européen qui ferait partie de la mission. Les améliorations proposées visent à augmenter la sensibilité du radar européen pour lui permettre de mesurer les chutes de neige et les précipitations faibles, qui sont importantes aux moyennes et hautes latitudes, et à améliorer aussi sa capacité de détecter les systèmes de précipitations de faible profondeur, très courants également à ces latitudes. Les améliorations proposées font actuellement l'objet d'études de phase A menées parallèlement aux études de l'ESA.

L'équipe scientifique canadienne a suggéré de définir de manière préliminaire un programme scientifique GPM canadien qui viserait le développement d'algorithmes d'extraction pour les mesures radar et hyperfréquences passives axées plus particulièrement sur les moyennes et hautes latitudes, un programme poussé de validation des mesures et des algorithmes, l'assimilation des données de la mission dans les modèles de prévision numérique du temps canadiens et l'emploi des mesures de la mission pour la validation des prévisions de précipitations faisant appel à la prévision numérique du temps, de même que la génération de produits dérivés et de leurs applications. Le programme de validation serait bâti autour d'un grand nombre d'installations de mesure et de réseaux canadiens existants ou planifiés, notamment le radar du Service météorologique du Canada, des installations hydrométriques, des réseaux d'observations météorologiques en surface ainsi que des installations universitaires telles que le mésoréseau de la région de Montréal financé par la Fondation canadienne pour l'innovation et d'autres partenaires.



### Réalisations importantes en 2003 :

Lancement de SCISAT-1.

Invitation officielle à développer l'instrument MOPITT-2.

Décision de prolonger d'un an la mission Odin/OSIRIS.

Canadiens à la tête de la recherche sur le segment terrestre du Programme international « Vivre avec une étoile ».

Études de phase A visant la contribution canadienne aux missions GPM et SWIFT.

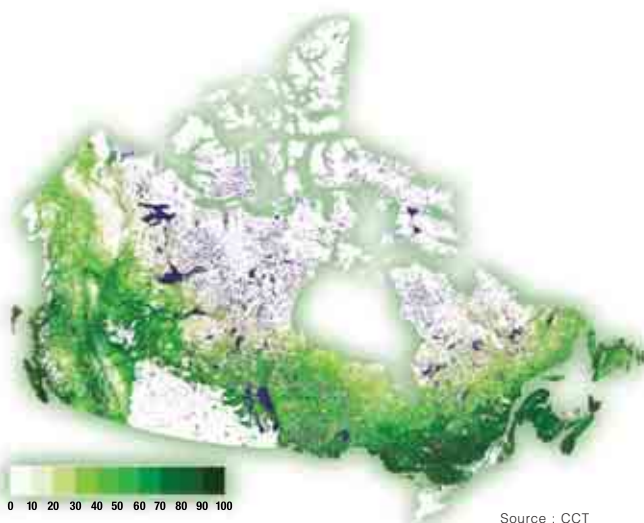
## Changement climatique et impact sur les écosystèmes

Le projet « Changement climatique et impact sur les écosystèmes (CCIE) » s'inscrit dans le cadre du programme « Réduire la vulnérabilité du Canada au changement climatique » du Secteur des sciences de la Terre de Ressources naturelles Canada. Il vise à améliorer les algorithmes permettant de dériver des produits de niveau supérieur, comme la réflectance et la température de surface, ainsi qu'à développer et à produire des séries chronologiques d'indicateurs fondés sur des données d'observation de la Terre concernant l'albédo et le bilan radiatif en surface, la phénologie de la végétation et la longueur de la saison de croissance, les zones brûlées, l'indice foliaire, la fermeture du couvert, l'évapotranspiration, la productivité primaire nette et la productivité nette des biomes à partir de données obtenues à l'aide de capteurs satellitaires existants et nouveaux.

Les objectifs du projet sont les suivants :

1. Améliorer les algorithmes de traitement et d'application des données d'observation de la Terre et en développer d'autres, mettre au point de nouveaux produits environnementaux dérivés des données d'observation de la Terre et produire des informations sur l'état des écosystèmes canadiens et les tendances qui y sont associées en ce qui concerne la variabilité et le changement climatique en mettant l'accent sur la végétation, les rayonnements, le cycle du carbone et les ressources hydriques et leurs interactions avec le climat selon diverses échelles temporelles s'échelonnant sur des jours ou des années.
2. Développer des systèmes pouvant produire des informations quantitatives actuelles et opportunes à partir des données d'observation de la Terre et démontrer leur efficacité. Ces systèmes serviront également à définir les tendances propres à la masse continentale canadienne de manière à répondre à des besoins gouvernementaux, publics et éducatifs en matière d'environnement. Ils ont été créés en réponse aux engagements internationaux du gouvernement du Canada et seront mis au profit des secteurs public et privé.
3. Stimuler et appuyer le transfert de technologies de manière à permettre le développement de systèmes commercialisables de gestion de données d'observation de la Terre à des fins opérationnelles, et diffuser les nouvelles connaissances auprès des intervenants des milieux industriels et éducatifs.

L'établissement de tendances associées au projet CCIE à long terme à partir de données d'observation de la Terre à l'aide d'algorithmes améliorés et nouveaux constitue un aspect inédit important de ce projet. Les activités de recherche menées antérieurement étaient en effet essentiellement axées sur les données d'une seule année. L'information temporelle sur les tendances sera fondée sur les capacités d'observation antérieures et celles nouvellement mises au point (observations multispectrales à l'aide de nouveaux capteurs et bandes spectrales), des ressources perfectionnées de calcul et de stockage de données, des techniques d'étalonnage améliorées et les tout derniers développements pour ce qui est de la physique atmosphérique, de la théorie du transfert radiatif et de la modélisation des écosystèmes.



**Les cartes du couvert vertical au sol générées par satellite servent à mesurer l'étendue du couvert forestier, qui est l'un des six indicateurs de développement durable et de l'environnement au Canada.**

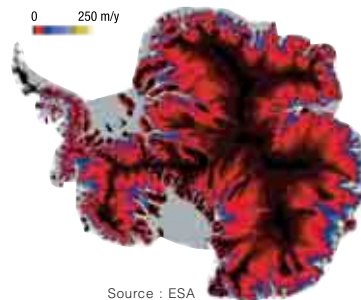
Les travaux sont réalisés en coopération avec le Service canadien des forêts, Environnement Canada, Statistique Canada, la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, Pêches et Océans Canada et Agriculture et Agroalimentaire Canada. Ce projet permettra notamment de contribuer à l'établissement des indicateurs de développement durable et de l'environnement recommandés par la table ronde. Ces derniers seront publiés tous les ans par Statistique Canada et intégrés au discours sur le budget prononcé par le ministre des Finances. L'équipe de recherche du CCIE entretient également des liens étroits avec les universités canadiennes par l'intermédiaire de divers projets et programmes nationaux, comme l'Étude GEWEX du Mackenzie et Fluxnet Canada, de même qu'à l'échelle internationale avec des scientifiques et des responsables de projets américains et européens. Les liens avec les utilisateurs aux niveaux provincial et municipal seront assurés par l'intermédiaire du programme « Réduire la vulnérabilité du Canada au changement climatique » du Secteur des sciences de la Terre de Ressources naturelles Canada. Le projet CCIE a réalisé d'importantes contributions et percées scientifiques et techniques au cours des trois dernières années, et une centaine de communications revues par des pairs ont été publiées.

### Réalisations importantes en 2003 :

- Élaboration de méthodes d'élimination de la brume fondées sur des images offrant un intérêt particulier pour les images optiques d'archives ainsi que les analyses de grandes surfaces et de séries chronologiques.
- Réalisation d'une carte cohérente de la couverture terrestre pour l'Amérique du Nord, en collaboration avec le centre de données du Système d'observation des ressources terrestres du Service géologique des États-Unis.
- Réalisation et application d'un ensemble représentatif de données à haute résolution au niveau national regroupant 35 scènes de Landsat transformées en cartes détaillées de types de couvertures de terres.
- Élaboration d'une méthode de production de cartes d'occupation des sols au Canada fusionnant des données-satellite et des données de recensement recueillies par Statistique Canada.
- Amélioration de l'extraction de l'indice foliaire à l'aide d'un nouvel algorithme.
- Mise au point d'un produit visant la fermeture du couvert (un paramètre biophysique forestier) fondé sur l'indice foliaire, l'indice d'agglutination et la couverture terrestre devant servir de base à l'établissement d'un indicateur environnemental national.
- Démonstration de la possibilité d'utiliser des images-satellite de résolution moyenne pour la cartographie de la défoliation causée par les insectes dans les forêts boréales.
- Contribution de la composante canadienne du produit de données de l'initiative Global Burned Area 2000 menée par le Centre commun de recherche de la Commission européenne et Environnement Canada.
- Élaboration d'une approche pour la cartographie systématique des propriétés de réflexion en surface et de l'albédo à partir d'observations multiples par satellite.
- Intégration de produits dérivés de l'observation de la Terre à des modèles et à des observations de surface pour obtenir des champs spatiaux d'évapotranspiration et d'absorption du gaz carbonique démontrant ainsi le rôle essentiel de l'observation de la Terre par satellite dans les recherches sur le changement climatique et le cycle du carbone.

### La cryosphère et le changement climatique

« La cryosphère et le changement climatique », une initiative pilotée par le Service météorologique du Canada, appuie diverses activités axées sur les applications opérationnelles des données satellitaires pour la surveillance et la compréhension de la variabilité des éléments cryosphériques et de leurs réactions au changement climatique. L'initiative est liée au projet canadien « CRYSYS », un projet de recherche également dirigé par le SMC et entrepris en collaboration entre divers organismes publics canadiens et des universités. CRYSYS est un projet de recherche scientifique interdisciplinaire mené dans le cadre du programme EOS de la NASA depuis 1990.



Source : ESA

« Rivières de glace » sillonnant l'inlandsis antarctique. La majeure partie de l'Antarctique ne peut être observée que depuis l'espace.

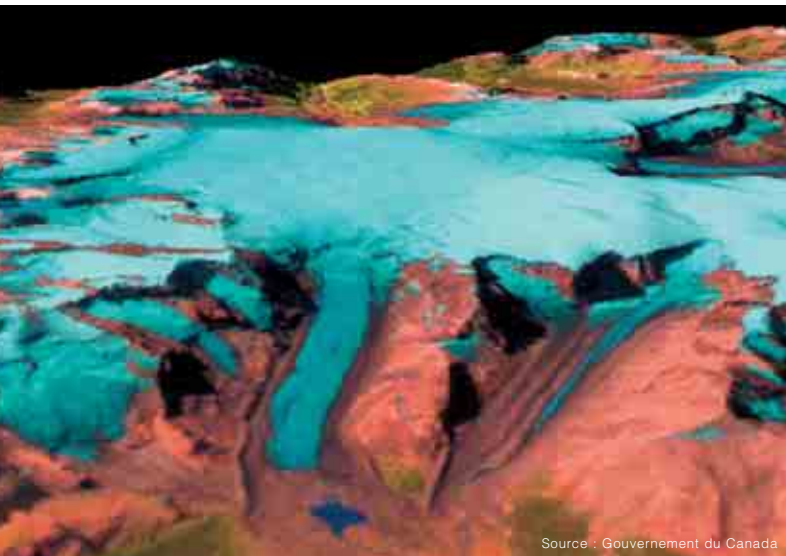
Dans un grand pays nordique comme le Canada, la télédétection par satellite est une technique de plus en plus utilisée pour l'observation systématique du climat. La Direction de la recherche climatique (DRC) du SMC effectue des travaux de recherche sur l'application d'ensembles de données-satellite et la mise au point de nouvelles méthodes d'extraction d'informations sur les variables du climat, en particulier de la cryosphère (par exemple, couvert nival, glaces de lac et de mer) et les processus des climats froids. Au cours de 2003, la DRC a continué de produire des cartes hebdomadaires du couvert nival pour l'Ouest canadien, à partir de données de satellite à hyperfréquences passives SSM/I (capteur hyperfréquences spécialisé/imageur) en temps quasi réel. Ces cartes ont été distribuées par courriel aux organismes chargés des ressources en eau et agricoles et présentées sur le site Web « État de la cryosphère au Canada » ([www.socc.ca](http://www.socc.ca)). Les utilisateurs de ces cartes peuvent ainsi obtenir des informations uniques sur la répartition spatiale des diverses épaisseurs de neige et font ressortir les écarts par rapport aux conditions normales d'équivalent en eau de la neige, ce qui contribue grandement à déterminer quelles zones sont sujettes à des déficits en humidité ou encore aux inondations au printemps.

En 2003, les chercheurs de la DRC ont découvert une distorsion systématique et significative dans les données sur l'équivalent en eau de la neige dérivées du système EASE (Equal-Area Scalable Earth) et extraites des séries chronologiques de données de satellites à hyperfréquences passives SMMR (radiomètre à hyperfréquences à balayage et à hyperfréquences multiples) et SSM/I. Grâce à cela, les archives complètes de données du satellite à hyperfréquences passives, de 1978 à nos jours, ont pu être appliquées à l'étude de la variabilité spatio-temporelle de l'équivalent en eau de la neige dans la zone centrale de l'Amérique du Nord ainsi qu'à l'évaluation des modèles climatiques.

En outre, les chercheurs de la DRC ont procédé à une expérience intensive de deux semaines (du 15 au 28 février 2003) portant sur des données aéroportées et acquises au sol dans la région de Prince Albert, en Saskatchewan, dans le but de valider les données utilisées pour évaluer les produits d'équivalent en eau de la neige du nouveau capteur du radiomètre à balayage hyperfréquence de pointe lancé à bord du satellite EOS Aqua en mai 2002. Un appareil Twin Otter du Conseil national de recherches du Canada, équipé de radiomètres hyperfréquences du Service météorologique du Canada, a effectué une série de vols sur deux axes différents. La première série de vols a couvert la zone agricole comprise entre Prince Albert, Regina et Yorkton ainsi que la zone de forêt boréale au nord de Prince Albert (zone d'étude du projet BERMS). Durant la même période, de nombreuses mesures au sol du couvert nival (épaisseur, équivalent en eau de la neige, structure) ont été prises sur certaines portions de terrain le long des axes de vol par le personnel du Service

météorologique du Canada aidé d'enseignants et d'étudiants des universités de Waterloo, de Regina et de Sherbrooke. Les vols de la deuxième série ont couvert un site d'étude précis aux fins de la prise intensive et coïncidente d'échantillons au sol et de l'acquisition des données des radiomètres hyperfréquences au sol du Service météorologique du Canada pour étudier les effets de la végétation sur les données satellitaires et pour aborder les questions de mise à l'échelle.

Dirigé par le Service météorologique du Canada, CRYSYS est organisé et financé par des universités et des organismes canadiens. L'un de ses principaux objectifs consiste à développer des moyens pour mieux mesurer, surveiller et comprendre, à l'aide de données satellitaires, les variables cryosphériques à diverses échelles spatiales et temporelles. Une description du projet CRYSYS et de ses objectifs scientifiques peut être consultée en ligne au [www.crysys.ca](http://www.crysys.ca). Les activités entreprises dans le cadre de CRYSYS contribuent également à l'initiative « La cryosphère et le changement climatique ».



Source : Gouvernement du Canada

#### Modélisation de la cryosphère canadienne à partir de données satellitaires et in situ.

En 2003, 14 projets de recherche ont bénéficié de l'appui d'universités canadiennes dans des domaines allant de l'application des données de RADARSAT et de l'étude de la dynamique des glaciers dans l'Extrême Nord jusqu'à la cartographie multicapteur du couvert nival. La rencontre scientifique annuelle (tenue à Montréal du 23 au 25 mars 2003) a attiré un total de 62 participants, dont plus de 20 étudiants du cycle supérieur. En 2003, on a poursuivi les travaux visant à élargir la base de données cryosphériques canadiennes du Réseau canadien d'information sur la cryosphère mis sur pied par l'Université de Waterloo en partenariat avec l'Agence spatiale canadienne et le secteur privé (Noetix Ltd., Compusult Ltd. et SGI). L'autre principal objectif du réseau visait à poursuivre le développement de fonctions de visualisation interactive de données sur le Web aux fins de la surveillance en temps quasi réel des conditions cryosphériques canadiennes.

Réalisations importantes en 2003 :

- L'appui de CRYSYS au Centre régional de mesure des glaces terrestres à l'échelle du globe depuis l'espace pour les îles de l'Arctique canadien établi à l'Université de l'Alberta a permis de quantifier les effets du changement climatique sur les glaciers sur la totalité des îles Reine-Élisabeth et d'obtenir une évaluation détaillée de la contribution des glaciers de l'Arctique canadien à l'élévation du niveau des mers (élévation d'environ 1,45 mm du niveau des mers du globe, ou ~15 % de la contribution totale de la fonte des glaciers aux changements dans le niveau des mers sur la période allant de 1959 à 1999).
- La recherche menée à l'Université de Waterloo dans le domaine de l'identification assistée par ordinateur de l'information du radar à synthèse d'ouverture sur les glaces de mer a contribué à l'implantation commerciale d'un algorithme destiné à déterminer rapidement les probabilités de cooccurrences dans Geomatica© de PCI. Les améliorations apportées aux méthodes de classification des glaces de mer sont présentement appliquées aux activités de prévision des glaces au Service canadien des glaces.
- En février 2003, CRYSYS a contribué à une expérience aéroportée et au sol s'échelonnant sur deux semaines dans la région de Prince Albert en Saskatchewan. L'expérience visait à valider les données satellitaires sur le couvert nival (équivalent en eau de la neige) dans les zones agricoles et la forêt boréale.
- La recherche menée à l'Institut national de la recherche scientifique - Eau, terre et environnement a permis de démontrer l'utilité des données de RADARSAT appliquées à un système intégré de gestion des glaces fluviales dans la rivière Saint-François.
- La recherche effectuée à l'Université de Sherbrooke a contribué à l'élaboration d'une nouvelle méthode physique d'extraction de données sur l'équivalent en eau de la neige dans les régions de forêt boréale.
- La recherche menée au Service météorologique du Canada a donné lieu à la génération de données hyperfréquences passives en séries chronologiques cohérentes sur l'équivalent en eau de la neige. Les données provenant des capteurs SMMR et SSM/I permettent d'étudier la variabilité spatiale et temporelle de l'équivalent en eau de la neige de plusieurs régions canadiennes à partir de 1978.
- La recherche au Service météorologique du Canada a résulté en la création d'un ensemble de données mensuelles de quadrillage sur l'épaisseur du couvert nival et l'équivalent en eau de la neige en Amérique du Nord sur une période de 19 ans. Les données ont été largement utilisées pour évaluer les sorties de modèles ainsi que l'extraction de données satellitaires.

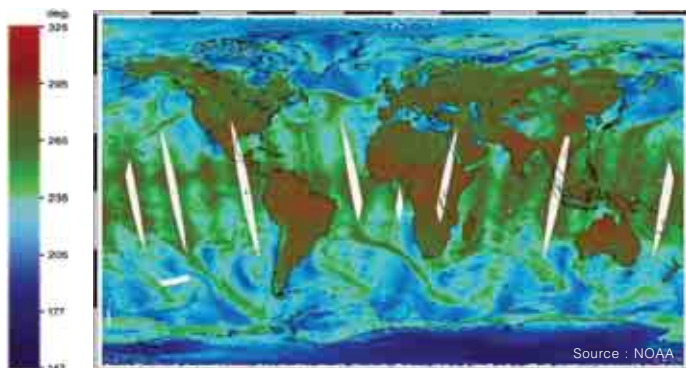
#### Prévision numérique du temps

Les systèmes opérationnels de prévision numérique du temps du Centre de météorologie du Canada (CMC) situé à Dorval, au Québec, sont des éléments fondamentaux du programme de prévision météo



et environnementale du Service météorologique du Canada. Deux fois par jour, on lance les modèles de prévision numérique du temps pour obtenir des prévisions à court terme (quelques heures) et à long terme (de cinq à dix jours). Pour lancer les modèles, il faut disposer de systèmes complexes d'assimilation de données qui combinent des données de diverses plateformes de mesure, y compris des ballons-sondes météorologiques (radiosondes), des navires, des bouées, des stations météo de surface, des avions et des satellites. À l'instar de la majorité des autres grands centres de prévision numérique du temps du monde, le CMC utilise un système d'assimilation tridimensionnelle et variationnelle de données mis en œuvre en 1997. L'une des principales caractéristiques de la technique repose sur la capacité d'utiliser plus efficacement les mesures fournies par les satellites. Les mesures de radiance acquises par les sondeurs perfectionnés à hyperfréquence (AMSU-A) – qui fournissent des données sur la structure tridimensionnelle de température atmosphérique – à bord des satellites opérationnels d'observation de l'environnement en orbite polaire (POES) de la NOAA aux États-Unis sont, depuis 2000, assimilées directement aux systèmes opérationnels de prévision numérique du temps du CMC. En décembre 2001, le perfectionnement du traitement de nombreux types de données, y compris les données de radiance d'AMSU-A, a grandement amélioré l'exactitude des prévisions.

De récentes expériences menées sur le système d'observation (au cours desquelles on a actionné les systèmes opérationnels de prévision numérique du temps à plusieurs reprises, mais chaque fois en omettant une catégorie particulière de données) ont démontré que les mesures satellitaires sont maintenant la plus importante source de données pour la création des modèles du CMC dans l'hémisphère



Les données sur les températures océaniques recueillies par satellite servent à la prévision météorologique numérique.

Sud, tandis que les données satellitaires arrivent présentement au deuxième rang, après les données du réseau international de radiosondes, dans l'hémisphère Nord. En 2003, on a réussi à assimiler directement les données de radiance fournies par l'instrument AMSU-B à bord des satellites POES ainsi que certains canaux du sondeur atmosphérique à bord des satellites américains d'exploitation géostationnaires pour l'étude de l'environnement baptisés GOES. Ces instruments fournissent des informations tridimensionnelles sur l'humidité atmosphérique. En juin 2003, on a assimilé les nouvelles données au système opérationnel de prévision numérique

du temps global. Des essais ont permis de constater une nette amélioration du champ de précipitation tridimensionnel utilisé pour lancer le modèle de prévision ainsi que des prévisions de précipitations.

## Ouranos

L'an dernier, on a mis sur pied le consortium Ouranos dédié à la climatologie et à l'étude de l'adaptation au changement climatique. Ouranos a pour mission de former, de structurer et de mettre en œuvre un projet de collaboration d'analyse des problèmes liés à l'adaptation au changement climatique en Amérique du Nord et à la recherche de solutions appropriées. Outre les efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre, la création d'Ouranos s'inscrit comme un moyen supplémentaire de lutte contre les changements climatiques et un instrument d'adaptation aux nouvelles situations régionales attribuables au réchauffement planétaire.

Partenariat unique en son genre et grande première au Canada, Ouranos regroupe plus de 250 personnes. Les équipes multidisciplinaires se composent de chercheurs issus d'universités et d'organismes gouvernementaux et paragouvernementaux, et représentent des domaines scientifiques jusque-là distincts : sciences du climat, analyse statistique, caractérisation et études d'impact et d'adaptation. La fusion des équipes scientifiques participant à Ouranos permettra de réunir les données et les informations scientifiques dont ont besoin les décideurs pour planifier les mesures à prendre face à l'évolution rapide de la situation climatique.

Ouranos est financé par divers ministères et organismes fédéraux et québécois. L'Université du Québec à Montréal, l'Université McGill, l'Université Laval et l'Institut national de la recherche scientifique sont également membres du consortium.

## Gestion des catastrophes

Le satellite RADARSAT-1 capte régulièrement des données au-dessus de zones touchées par des catastrophes naturelles et technologiques. Une campagne d'acquisition de données de RADARSAT-1, désignée « Programme de surveillance des catastrophes », a été entreprise dès le début de l'exploitation du satellite dans le cadre de la Mission globale destinée à recueillir et à archiver régulièrement des données se rapportant aux catastrophes et liées aux zones où elles sont susceptibles de survenir. Par conséquent, on peut désormais avoir accès à une multitude d'images de référence lorsqu'une catastrophe se produit et qu'on fait appel à des données spatiales pour évaluer les dommages et venir en aide aux victimes. Plus récemment, de telles données ont été livrées au programme de la Charte internationale « Espace et catastrophes majeures ».

## Surveillance des catastrophes

RADARSAT-1 figure parmi les plus importants satellites au monde à fournir de façon opérationnelle des données de télédétection. Il se démarque des autres satellites, d'une part en raison de sa fonction d'imagerie dans toutes les conditions météo, de jour comme de nuit, et d'autre part en raison des politiques et programmes qui favorisent la planification rapide des acquisitions, l'enchaînement des tâches, les rapports de réception des données et le traitement

de celles-ci. La nature opérationnelle du programme RADARSAT-1 correspond parfaitement aux ressources que le satellite peut offrir aux utilisateurs en cas d'urgence et lors d'opérations de recherche et sauvetage. La planification des opérations d'acquisition de données au-dessus de zones sinistrées avait en effet été prévue dans la mission de base de RADARSAT-1, désignée « Mission globale », sans pour autant nuire aux demandes des utilisateurs. Les données ainsi acquises constituent le fondement du Programme de surveillance des catastrophes de l'Agence spatiale canadienne.

Les politiques associées aux données de RADARSAT-1 ont été les premières à prévoir des lignes directrices concernant la planification urgente des demandes d'acquisition et la gestion des éventuels conflits avec les activités courantes de planification. Ces lignes directrices sont aujourd'hui la norme que suivent les autres programmes. Si l'on fait exception du fonctionnement et de la sécurité du satellite, la planification des acquisitions d'urgence bénéficie de la plus haute priorité dans le cadre des procédures de planification d'acquisition des données. Pour faire face aux urgences résultant de catastrophes naturelles et technologiques, les autorités doivent avoir accès à une imagerie de référence captée avant les événements, ce qui leur permet d'évaluer les impacts et de déterminer l'ampleur des dommages. Le Programme de surveillance des catastrophes a été mis en œuvre peu après la mise en service du satellite, en 1996, justement pour établir une base de données d'imagerie de référence.

Dans le cadre de leurs fonctions, les planificateurs de la mission RADARSAT-1 cherchent de l'information sur une catastrophe en évolution ou imminente et, si une occasion d'imagerie se présente, ils procèdent immédiatement à la planification des acquisitions au-dessus de la zone sinistrée. Les données reçues sont automatiquement archivées. Ainsi, on a cartographié diverses catastrophes naturelles et anthropiques, allant des inondations et des tremblements de terre aux éruptions volcaniques, aux incendies et aux déversements de pétrole. Le tableau ci-contre indique le nombre de catastrophes observées en 2002-2003 ainsi que le pourcentage de réussite en matière de planification.

Catastrophe	Avril 2002- mars 2003	Avril 2003- juillet 2003
Inondations	270	14
Tremblements de terre	64	9
Volcans	35	9
Glissements de terrain	35	3
Tempêtes	61	4
Incendies	68	0
Déversements de pétrole	34	1
Autres	60	3
<b>TOTAL</b>	<b>627</b>	<b>43</b>
% des acquisitions prévues	68,90 %	72,09 %

### Veille d'ouragans

Sur une période de quatre ans, soit de 1998 à 2002, l'Agence spatiale canadienne et le Centre canadien de télédétection ont appuyé conjointement les activités de la NOAA se rapportant aux ouragans dans le bassin ouest de l'Atlantique en planifiant la couverture de cette zone par faisceau large ScanSAR de RADARSAT-1. La période de planification de couverture a coïncidé avec la saison des ouragans



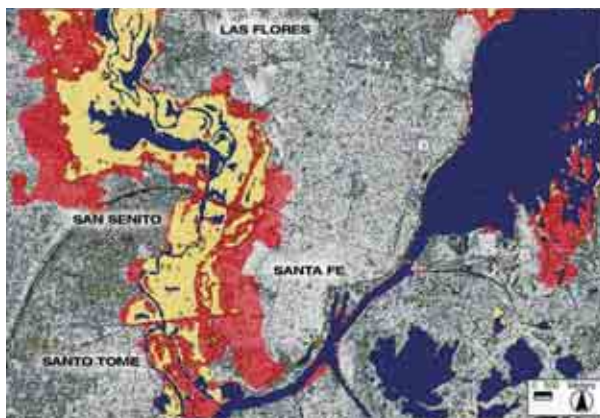
**Observé par RADARSAT-1  
le 18 septembre 2003,  
l'ouragan Isabel s'apprête  
à balayer le cap Hatteras,  
en Caroline du Nord.**

Source : ASC

s'étalant d'août à octobre et visait les Caraïbes, le golfe du Mexique et la côte est américaine. Avant les opérations de planification, on a tenu compte de la trajectoire prévue des ouragans qui était présentée sur le Web, et ce, quelque 29 heures avant le captage des images dans la fenêtre d'acquisition de données d'urgence prévue dans le système de planification de RADARSAT-1. Ces activités ont été entreprises à la suite d'observations précédentes dérivées de l'imagerie radar et associées aux caractéristiques des tempêtes, comme la présence d'une forte convection, de bandes de pluie, de rouleaux de couche limite et de grêle. Les observations s'appuyant sur les données de RADARSAT-1 ont fait l'objet de validations par rapport à des données aéroportées. On a obtenu à ce jour des données de radar à synthèse d'ouverture à haute résolution sur les vents à la surface des océans, lesquelles font ressortir certains modèles pour la couche limite, en particulier l'œil de l'ouragan et les zones excentriques sans précipitations. Bien qu'il faille pousser encore plus loin l'étude de certaines structures de tempête observées par radar en bande C, on estime que le radar à synthèse d'ouverture pourrait devenir un instrument d'observation en temps réel dans ce domaine d'application.

### **La Charte internationale « Espace et catastrophes majeures »**

Cette charte internationale est la première concrétisation de mesures conjointes prises par plusieurs agences spatiales qui désirent mettre leurs ressources spatiales et terrestres au profit des opérations de livraison de données en cas d'urgence. L'idée de la charte internationale a vu le jour dans le cadre de la troisième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (UNISPACE III) tenue en 1999. L'ESA et le Centre national d'études spatiales (l'agence



Les données de RADARSAT-1 ont été utilisées en mai 2003 pour surveiller les inondations de Santa Fe, en Argentine.

spatiale française) ont décidé d'établir une charte de coopération qui offrirait un système unifié d'intervention en cas de catastrophes naturelles et technologiques. Elle témoigne d'une volonté collective de mettre la technologie spatiale gratuitement au service des autorités chargées des secours lors d'une catastrophe majeure. Le Canada a signé la charte en octobre 2000 et, depuis, l'Organisation

indienne de recherche spatiale (ISRO), la NOAA et l'agence spatiale de l'Argentine (CONAE) en sont devenues membres. Le Japon et la Chine poursuivent à l'heure actuelle des démarches pour devenir membres de la charte internationale.

La Charte internationale « Espace et catastrophes majeures » a été appliquée à plusieurs reprises à la suite d'inondations en France, au Canada, en Russie, en Allemagne, en Indonésie, au Maroc et en Argentine, de glissements de terrain en Slovénie, en Italie et en Russie, de tremblements de terre au Salvador, en Inde, en Afghanistan, en Turquie et en Algérie, d'éruptions volcaniques en Italie, au Congo et au Montserrat, de déversements d'hydrocarbures au large de l'Équateur, du Liban, du Danemark, du Yémen et de l'Espagne, d'incendies de forêt en France et, enfin, de tempêtes de vent en Inde et au Mexique.

### **Groupe d'action des Nations Unies sur la gestion des catastrophes**

La décision de mettre sur pied ce groupe de travail fait suite à l'entente conclue entre les membres du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique de l'ONU lors de sa 44<sup>e</sup> séance. Cette entente a donné lieu à la création de divers groupes d'action auxquels participent volontairement les états membres de l'ONU pour donner suite aux recommandations issues d'UNISPACE III.

Le groupe a pour mandat de mettre en œuvre, par le biais de la coopération internationale, un système global intégré destiné à gérer la diminution des impacts des catastrophes naturelles, les interventions de secours et de prévention grâce à l'observation de la Terre, les services de communication et les autres services spatiaux en utilisant de façon optimale les capacités existantes et en comblant les lacunes quant à la couverture complète de la planète. Le Canada, la Chine et la France ont été élus coprésidents du groupe.

Le groupe d'action en est présentement à la phase finale de ses travaux. Il proposera diverses solutions pratiques pour atténuer les problèmes qui touchent l'utilisation des technologies spatiales et il recommandera la mise en œuvre d'un système de gestion des catastrophes. Ses recommandations ainsi que celles d'autres groupes d'action seront soumises à l'examen des membres de l'Assemblée générale de l'ONU.

Grâce à la planification des acquisitions de données de RADARSAT-1 en cas d'urgence et de catastrophe et à leur livraison au cours des sept dernières années d'exploitation du satellite, l'Agence spatiale canadienne a pu assumer un rôle de premier plan dans les activités internationales de gestion des catastrophes. La Charte internationale « Espace et catastrophes majeures » est de plus en plus reconnue comme un modèle pour l'exploitation opérationnelle des technologies spatiales appliquées aux interventions d'urgence. Elle est également susceptible de contribuer à l'élaboration d'un concept de système global visant le cycle complet de gestion des catastrophes, allant de l'évaluation des risques à l'intervention jusqu'à la reprise des activités, qu'envisage actuellement le Groupe d'action de l'ONU.





*L'ensemble du secteur spatial canadien prend continuellement part à des projets de recherche et à des missions spatiales en vue du développement de nouvelles technologies prometteuses. Un accent particulier est mis sur les technologies hyperspectrales ainsi que les technologies liées aux petits satellites à radar à synthèse d'ouverture, car ces dernières offrent des solutions innovatrices à des problèmes terrestres.*



Source : ASC

Vue d'artiste de RADARSAT-2.

## Nouveaux capteurs

### RADARSAT-2

RADARSAT-2 constitue une version nettement améliorée de RADARSAT-1 du point de vue technologique. Il offrira une résolution spatiale deux fois supérieure à celle de RADARSAT-1 et, au lancement, il pèsera 500 kg de moins que son prédécesseur. Ses capacités d'enregistrement embarqué ont également été rehaussées. Grâce à sa résolution accrue et à sa fonction de polarisations multiples, RADARSAT-2 est censé, une fois en orbite, améliorer considérablement nos activités de surveillance des ressources, en particulier de suivi des cultures. On prévoit lancer le satellite à la fin de 2005.

	RADARSAT-1	RADARSAT-2
Poids au lancement	2 750 kg	2 280 kg
Durée de vie prévue	5 ans	7 ans
Enregistrement embarqué	Sur bande	Enregistreur transistorisé
Localisation	Télémesure	GPS
Fréquences	Bande C (5,3 GHz)	Bande C (5,405 GHz)
Résolution spatiale	10 à 100 mètres	3 à 100 mètres
Polarisation	HH	HH, HV, VV, VH
Visée	À droite	À droite et à gauche

RADARSAT-2 est essentiel à la pérennité des données acquises en bande C et destinées aux utilisateurs de RADARSAT.

De concert avec le Centre canadien de télédétection, l'Agence spatiale canadienne a lancé au début de 2001 une série d'initiatives qui se poursuivront pendant les premières années d'exploitation de RADARSAT-2. Les objectifs du programme visent à aider la collectivité canadienne d'observation de la Terre (universités, industries et ministères du gouvernement) à maîtriser les concepts associés à RADARSAT-2, à développer les outils dont ils auront besoin et à explorer le potentiel des nouvelles données. Dans le cadre du Programme des initiatives connexes du gouvernement, l'ASC a appuyé deux initiatives distinctes visant à favoriser la mise au point de produits RADARSAT-2 liés à la foresterie et aux glaces côtières. Le Service canadien des forêts, le Centre canadien de télédétection, Ressources naturelles Canada, Environnement Canada, le Service canadien des glaces, C-CORE et Noetix ont participé aux initiatives.



En 2003, l'ASC a établi le Bureau d'utilisation des modes avancés qui sert de centre unique de liaison avec les utilisateurs de RADARSAT-2 au gouvernement du Canada et qui veille au développement de nouvelles applications. Au cours de l'année, ce bureau a diffusé de l'information par le biais d'ateliers et de symposiums, a acquis des données polarimétriques pour aider les utilisateurs à se préparer à l'arrivée de RADARSAT-2 et a fourni un soutien technique au programme RADARSAT-2.

En collaboration avec RADARSAT International et le Centre canadien de télédétection, l'ASC a également mis sur pied le Programme de recherche sur les applications scientifiques et opérationnelles. Ce programme permettra de trouver des solutions, viables sur les plans opérationnel et commercial, aux problèmes liés à l'utilisation des images captées par RADARSAT-2. Dans le cadre de ce programme, les principaux clients, partenaires et organismes de recherche obtiendront un certain nombre de données et RADARSAT International fournira gratuitement quelque 400 scènes aux utilisateurs étrangers. L'ASC traitera à ses propres frais 800 autres scènes qui seront distribuées aux chercheurs.

#### Réalisations importantes en 2003 :

Établissement du Bureau d'utilisation des modes avancés.

Mise sur pied du Programme de recherche sur les applications scientifiques et opérationnelles.

## CloudSat

La mission CloudSat constituera la première étude globale des variations synoptiques et saisonnières de la structure verticale des nuages et de leur fréquence. Les premières cartes tridimensionnelles des nuages à l'échelle planétaire ainsi produites représentent une amélioration marquée par rapport aux capacités existantes. CloudSat vient combler les lacunes en matière de traitement des processus associés aux nuages dans les modèles climatiques et pallier l'absence de l'information nécessaire à la caractérisation précise de ces processus ou à la validation des modèles. Le lancement du satellite est prévu pour novembre 2004. Le Canada fournit d'importants éléments au radar profileur de nuages utilisé pour la mission CloudSat de la NASA.

#### Réalisations importantes en 2003 :

Mise au point et livraison de matériel en vue de son intégration au système



Source : Colorado State University et Cloudsat

Vue d'artiste de Cloudsat.

## HYDROS

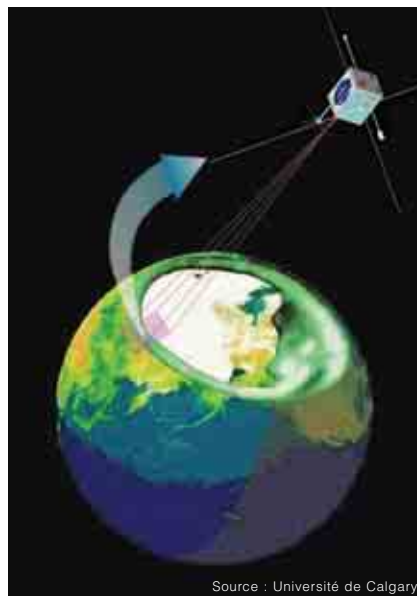
La mission HYDROS proposée mesurera l'humidité des sols à l'échelle mondiale et obtiendra des données sur les zones de gel-dégel à la surface de la Terre dans un intervalle de réobservation de trois jours. La proposition de mission a été déposée en vertu du programme ESSP (Earth System Science Pathfinder) de la NASA et est présentement rendue à la phase O/A. La mission devrait être lancée en 2010, sous réserve des résultats de la revue critique de mission qui doit avoir lieu en 2007.

Parmi les partenaires canadiens, l'Agence spatiale canadienne a appuyé la mise au point du matériel, le Centre canadien de télédétection a prêté son concours aux campagnes sur le terrain ainsi qu'aux installations de réception et de traitement des données, tandis que le Service météorologique du Canada a contribué au développement d'un système opérationnel d'assimilation des données.



Le satellite HYDROS suivra depuis l'espace la dynamique gel-dégel et mesurera l'humidité du sol à l'échelle de la planète.

Source : MIT



Vue d'artiste de la Sonde d'invasion d'air polaire (ePOP) qui étudiera les phénomènes liés aux relations Soleil-Terre.

Source : Université de Calgary

#### Réalisations importantes en 2003 :

Achèvement de deux études sur le processeur du radar à synthèse d'ouverture.

Achèvement de l'étude de conception pour réduire les risques associés aux systèmes d'antenne et d'alimentation.

Évaluation des coûts et mise à jour de cette évaluation.

Confirmation de partenariat et négociation d'un calendrier de mission avec la NASA.

#### Réalisations importantes en 2003 :

Achèvement des documents liés au projet.

Sollicitation officielle de l'approbation de mission.

### Sonde d'invasion d'air polaire

La Sonde d'invasion d'air polaire (ePOP) prévoit un petit satellite de fabrication canadienne qui transportera huit instruments à son bord (six instruments canadiens, un américain et un japonais) pour étudier le flux d'ions polaires et l'instabilité plasmique au-dessus de la calotte polaire de la Terre. EPOP se veut une expérience en environnement spatial qui sonde la zone de transition entre l'atmosphère et l'ionosphère (zone géospatiale) à environ 1 000 km d'altitude. La mission ePOP contribuera grandement à l'enrichissement des connaissances canadiennes et internationales sur les relations Soleil-Terre. La sonde devrait être lancée en 2006, en même temps que la charge utile de télécommunications CASCADE sur la plateforme CASSIOPE. L'approbation de la mission ePOP a été officiellement sollicitée en 2003.

### Nouvelles technologies

L'Agence spatiale canadienne est toujours à l'affût de nouvelles possibilités de recherche afin de repérer les technologies spatiales susceptibles d'offrir des solutions novatrices en réponse aux défis planétaires. Deux des axes essentiels actuellement en développement sont la télédétection hyperspectrale et ses applications connexes, et les systèmes de petits satellites SAR de faible coût.

L'Atelier « Advanced SAR » est organisé tous les deux ans par l'ASC afin d'évaluer les progrès de la technologie SAR. Le cinquième atelier, qui s'est déroulé en juin 2003 au Centre spatial John H. Chapman, a été organisé conjointement par l'ASC et le Centre canadien de télédétection. S'étalant sur une période de trois jours, l'atelier a permis aux participants d'obtenir une vue d'ensemble des progrès technologiques SAR. En tout, 94 conférenciers et plus de 180 participants de 15 pays différents y ont assisté.



## Développement de la technologie hyperspectrale

Au Canada, on s'intéresse à la technologie hyperspectrale depuis près de vingt ans, et de nombreuses réalisations marquantes ont découlé de cet intérêt. Entre autres, on a mis au point une série d'imageurs hyperspectraux perfectionnés aéroportés, comme l'Imageur de la ligne de fluorescence (FLI), l'Imageur spectrographique compact aéroporté (CASI) et le Capteur infrarouge rapproché à spectre continu (SFSI). Depuis, des instruments hyperspectraux aéroportés sont couramment utilisés pour recueillir des données visant à satisfaire aux besoins d'information des secteurs privé et public. La prochaine étape qu'entreprendra ce programme de développement portera sur une mission spatiale opérationnelle. L'ASC procède actuellement à des études conceptuelles en vue du lancement d'un satellite hyperspectral d'observation de la Terre. La mission tirera profit de l'expérience et de l'expertise acquises par l'industrie canadienne dans le domaine de la télédétection et offrira de nouvelles capacités à une vaste gamme d'utilisateurs qui généreront des retombées économiques, sociales et environnementales pour le Canada et le monde entier.

En mars 2003, l'ASC a achevé une étude de phase A en prévision de la mission hyperspectrale canadienne HERO (Instrument d'observation hyperspectrale de l'environnement et des ressources). Les utilisateurs des secteurs public et privé auront ainsi accès aux données acquises dans le cadre de la seule mission hyperspectrale opérationnelle au monde. La mission fournira également aux entreprises canadiennes une occasion exceptionnelle de montrer leur savoir-faire. Tirant profit du programme des plateformes de petits satellites, le Canada pourrait jouer un rôle de premier plan en imagerie spectrale en lançant dans l'espace un petit capteur hyperspectral pour appuyer une mission opérationnelle.



Vue d'artiste de HERO.

L'Agence spatiale canadienne a déjà entrepris une étude de phase A2 :

- dans le but d'élaborer trois scénarios distincts :
  - 1) une mission canadienne autonome;
  - 2) une mission où le Canada est un partenaire important et à laquelle un autre pays participe;
  - 3) une mission étrangère où le Canada agit comme fournisseur d'éléments ou comme partenaire;
- dans le but d'assurer le développement de technologies nécessaires à une participation canadienne, peu importe le scénario retenu.

### Réalisations importantes en 2003 :

D'autres concepts de systèmes ont été envisagés en vue d'une mission de petit satellite qui satisferait aux exigences unifiées des utilisateurs.

Établissement des exigences de base de la mission.

Poursuite de l'élaboration des concepts de charges utiles, développement des concepts optiques et établissement des spécifications en matière de traitement des données et de charge utile.

Comparaison de caméras infrarouges de courte longueur d'onde dotées de dispositifs Rockwell (États-Unis) aux dispositifs de SOFRADIR (contrat Itres).

Travaux d'élaboration d'algorithmes et de matériel d'électronique dédié et conception de systèmes.

## Développement d'applications hyperspectrales

Le Centre canadien de télédétection dirige un projet conjoint de recherche préconcurrentielle visant à mettre au point de nouvelles techniques de traitement, de visualisation et d'analyse des données hyperspectrales axées sur les méthodes d'étalonnage et de pré-traitement, les procédures d'extraction de l'information et les produits d'information connexes. Le Programme de développement d'applications hyperspectrales administré par le Centre canadien de télédétection porte essentiellement sur le secteur des sciences de la Terre, à savoir : le développement durable des ressources naturelles, l'exploitation du Nord canadien et l'assainissement de l'environnement.

Il est actuellement axé sur le développement d'algorithmes et de produits d'information connexes dans les domaines suivants :

- géologie de prospection
- agriculture de précision
- zones humides
- foresterie
- surveillance et évaluation de l'environnement
- géobotanique

[www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/misc/issues/hypersp\\_f.html](http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/misc/issues/hypersp_f.html)



**Antenne SAR à membrane en cours de développement chez EMS Technologies à Ste-Anne-de-Bellevue, au Québec.**

L'an dernier, l'Agence spatiale canadienne a lancé certains projets de développement d'applications hyperspectrales, dans le cadre du Programme de développement d'applications en observation de la Terre, qui atteignent cette année leur point culminant. En voici des exemples :

- A.U.G. Signals Ltd. s'est appuyée sur les données hyperspectrales afin de développer un prototype qui détecte et classe automatiquement les minéraux et qui assure des essais en ligne de fiabilité élevée;
- Dendron Resource Surveys a mis au point des techniques et des méthodes basées sur la technologie hyperspectrale capables de produire des modèles d'identification des espèces d'arbres;
- Paterson, Grant & Watson Limited, une firme de consultants en géophysique, s'est associée à EarthScan Limited, entreprise spécialisée dans la consultation en télédétection, pour élaborer des modules logiciels de géophysique et de télédétection destinés à l'exploration minière et à la cartographie géologique principalement axées sur la caractérisation des gisements de minerais et des milieux susceptibles d'en contenir;
- PCI Geomatics s'est penchée sur la visualisation et le traitement de données hyperspectrales et sur leur intégration à d'autres données. L'entreprise a également ajouté à la plateforme Geomatica des fonctions de correction atmosphérique des données hyperspectrales;
- Viasat Geotechnologies a utilisé des données radar hyperspectrales et polarimétriques afin de fournir à l'industrie des télécommunications des outils capables d'améliorer la conception et la mise en œuvre de réseaux de télécommunications sans fil.

### **Le radar à synthèse d'ouverture pour petit satellite**

Depuis 1996, l'Agence spatiale canadienne travaille avec l'industrie pour mettre au point de nouvelles technologies destinées au programme de radar à synthèse d'ouverture canadien. En particulier, l'ASC a appuyé les travaux qui permettraient de faire baisser le coût des systèmes grâce à la réduction de la masse et du volume de

l'antenne SAR déployable. Les travaux se sont transformés en un programme de développement de technologies qui vise à démontrer la faisabilité d'un radar à synthèse d'ouverture léger et de faible coût pouvant être fixé sur un petit satellite. Jusqu'à présent, les travaux ont surtout porté sur le radar à synthèse d'ouverture en bande L, mais les travaux à l'avenir porteront sur la bande C.

Les activités de développement du radar à synthèse d'ouverture pour petit satellite portent présentement sur la construction du modèle technique de grande taille d'une antenne à membrane déployable et sur la réalisation du matériel électronique de la charge utile SAR destiné à un satellite de 400 kg qui pourrait être lancé dès 2008. Si elle est approuvée, la mission pourrait mettre à profit une plateforme de petit satellite que l'ASC met présentement au point pour la mission CASSIOPE. Le satellite pourrait être lancé seul ou en tandem avec un autre satellite.

On a établi un plan scientifique préliminaire en vue d'une mission de démonstration qui couvrirait certains domaines d'intérêt pour le Canada, notamment :

- la surveillance des glaces et glaciers;
- la surveillance côtière;
- l'établissement de modèles altimétriques numériques de régions polaires;
- l'évaluation de la biomasse de la Terre.

#### **Réalisations importantes en 2003 :**

Achèvement d'un démonstrateur de petit réseau d'antenne pour valider la performance électrique d'une petite antenne à membrane, conception et montage expérimental d'éléments électriques et mécaniques et essai d'une petite antenne (2,6 m sur 1,7 m).

Achèvement, d'ici la fin de l'année, d'un modèle technique de grande taille et validation du niveau de maturité de la technologie des antennes à membrane destinées aux instruments SAR de faible coût.





*Afin de préserver sa capacité de mener des*

*activités spatiales indépendantes, le Canada doit*

*maintenir à jour une infrastructure terrestre*

*efficace et assurer la pérennité des programmes de*

*promotion visant à inciter les utilisateurs potentiels*

*à recourir à l'information et aux données spatiales.*



Source : CCT

Station de réception de Prince Albert, en Saskatchewan.

## Activités de réception

### **Infrastructure satellitaire du segment terrestre**

Le Centre canadien de télédétection exploite deux stations terriennes de satellites, soit la station de Prince Albert en Saskatchewan et la station de Gatineau, située à Cantley, au Québec. C'est à partir d'Ottawa que les opérations courantes sont coordonnées. Le segment terrestre du CCT est appuyé par des équipes de gestionnaires et d'ingénieurs qui en supervisent l'exploitation et l'évolution. Ensemble, ces deux stations assurent la réception des données pour toute l'Amérique du Nord. Fonctionnant dans un environnement multimission, ces stations reçoivent des données d'observation de la Terre provenant de plusieurs satellites et ont accumulé, depuis 1972, des archives représentant plus de 335 téraoctets. Les données sont utilisées pour appuyer des applications en temps quasi réel, telles la surveillance des glaces, la surveillance et la cartographie des incendies de forêt, ainsi que des applications en temps non réel, comme l'étude du changement climatique et de l'occupation des sols.

L'infrastructure du segment terrestre du CCT acquiert des données de télédétection essentielles à la prise de décisions concernant l'utilisation des ressources à l'échelle locale, régionale, nationale et internationale.

En plus d'assumer son rôle principal, qui consiste à fournir les données sur les ressources terrestres et les changements climatiques qui contribuent à la gestion durable des terres au Canada, le segment terrestre du CCT constitue l'élément canadien du segment terrestre du programme RADARSAT-1 exploité en partenariat par l'Agence spatiale canadienne et RADARSAT International. Il jouera le même rôle pour RADARSAT-2. Les stations font également partie du réseau de stations nationales ERS de l'ESA.

Réalisations importantes en 2003 :

- Mise à niveau du segment terrestre pour le radar perfectionné à synthèse d'ouverture (ASAR) d'ENVISAT et début de son exploitation.
- Progrès importants dans la mise à niveau du segment terrestre de RADARSAT-2.
- Application d'un plan de modernisation de l'infrastructure terrestre de RADARSAT-1 afin de prolonger la mission et d'utiliser l'architecture du segment terrestre de RADARSAT-2.
- Établissement d'un plan d'urgence pour RADARSAT-1 faisant appel aux données ASAR d'ENVISAT.
- Établissement d'un plan d'urgence pour Landsat-7 faisant appel aux données de l'appareil de cartographie thématique de Landsat-5.



## Accès

L'Agence spatiale canadienne et ses partenaires ont mis en œuvre certains programmes visant à améliorer l'accès aux données et aux produits d'observation de la Terre.

### Programme des initiatives connexes du gouvernement

Le Programme des initiatives connexes du gouvernement favorise l'utilisation de données de télédétection d'origine spatiale par les ministères fédéraux de façon à accroître leur efficacité et à mettre en valeur la technologie canadienne. Au cours de l'année, diverses initiatives multilatérales ont été entreprises pour appuyer l'atteinte des objectifs à l'échelle du gouvernement. Un grand nombre de nouvelles initiatives ont ainsi été créées en vue d'intégrer les données spatiales aux activités opérationnelles courantes des ministères.

Les projets appuyés par le Programme des initiatives connexes du gouvernement sont décrits dans d'autres sections du présent document. Voici la liste complète de ces projets :

1. La cryosphère et le changement climatique;
2. Interactions entre le changement climatique et les écosystèmes;
3. Observation de la Terre pour le développement durable des forêts (OTDD) (cartographie forestière);
4. L'eau : une richesse (eaux intérieures);
5. Applications des modes avancés de RADARSAT-2;
6. Le poulx de l'océan;
7. Voici mon Canada (cartographie de la couverture des terres et topographie);
8. Observation de la Terre appliquée à la modélisation et à la prévision atmosphériques et océanographiques;
9. Surveillance maritime à des fins d'application des lois;
10. Évaluation et gestion du développement durable de l'agriculture;
11. Mesure de l'impact des anomalies de précipitations sur la végétation et les sols;
12. Gestion d'urgences en temps réel.

### Programme de développement d'applications en observation de la Terre

Le Programme de développement d'applications en observation de la Terre de l'Agence spatiale canadienne appuie les initiatives de l'industrie qui visent le développement d'applications et de marchés. Le programme favorise l'utilisation des données satellitaires produites dans le cadre des missions spatiales auxquelles participe le Canada. Le but visé par l'ASC est d'accroître le niveau d'expertise et de compétitivité de l'industrie canadienne, tout en stimulant l'innovation.

Le programme accorde une préférence aux projets qui peuvent positionner stratégiquement l'industrie canadienne d'observation de la Terre grâce au développement d'applications commerciales ou d'applications destinées à répondre aux besoins du gouvernement. Le programme s'adresse aux entreprises privées, mais celles-ci sont tout de même encouragées à créer des partenariats avec des utilisateurs finaux potentiels ainsi qu'avec des organismes de recherche ou des organismes à but non lucratif.

En juin 2003, l'Agence spatiale canadienne a annoncé l'attribution de neuf contrats totalisant plus de 3 millions de dollars aux entreprises suivantes dans le cadre du Programme de développement d'applications en observation de la Terre :

- Atlantis Scientific Inc : Surveillance de l'affaissement en zones urbaines associé à la production des hydrocarbures / production et perfectionnement d'outils pour des modèles altimétriques numériques de grande superficie dérivés de données SAR spatioportées;
- Dendron Resources Surveys Inc : Utilisation de RADARSAT pour le développement durable au Chili;
- Enfotech Technical Services : Radar maritime virtuel IceNav- Intégration des données de radar maritime avec celles de RADARSAT;
- Geographic Resources & Integrated Data Solutions Ltd : Le projet planétaire virtuel et l'imagerie canadienne spatiale et aéroportée;
- Hatfield Consultants Ltd : Outils d'appui à la prise de décisions dans le cadre de l'évaluation et de la surveillance des ressources aquatiques dans le bassin du Mékong;
- MacDonald Dettwiler and Associates : Épurateur générique de données hyperspectrales / Générateur de modèles altimétriques numériques à partir d'images de sources multiples;
- MIR Télédétection Inc : Développement et commercialisation de produits sur le potentiel diamantifère intégrant la technologie RADARSAT;
- PCI Geomatics Group Inc : Développement de la visualisation SAR accentuée et capacités d'analyse au sein de Geomatica;
- Vantage Point International Inc : Réseau de téléobservation de catastrophes / Outil de couverture SAR multiaquisition.

## Portail de découverte GéoConnexions

---

Le Portail de découverte GéoConnexions (PDG) est un outil de découverte d'images satellitaires, comme celles de RADARSAT, ainsi que de produits et services géospatiaux connexes. Chaque jour, plus de 1 200 utilisateurs accèdent au PDG et emploient les services qui y sont offerts. Le PDG est la principale voie d'accès à l'Infrastructure canadienne de données géospatiales (ICDG). Le catalogue RADARSAT et les données d'exploration de RADARSAT International sont mis à la disposition des utilisateurs du monde entier par le biais de GéoConnexions. L'accès aux données de RADARSAT ainsi qu'aux autres données d'observation de la Terre et in situ permet à l'industrie canadienne à valeur ajoutée de mettre au point de nouveaux produits et services exploitant les données de RADARSAT et de commercialiser ces derniers sur les marchés internationaux.

Les programmes « Contenu et connectivité des organismes publics » et « Réseau de développement ICDG » ont facilité la mise sur pied de partenariats visant à appuyer la croissance continue des services d'accès aux données géospatiales. Les partenaires permanents comprennent :

- des organismes provinciaux (Terre-Neuve-et-Labrador et Ontario);
- des organismes fédéraux (Pêches et océans Canada);
- des programmes nationaux (Foresterie – Système national d'information sur les forêts, Géoscience – Réseau canadien de connaissances géoscientifiques);
- des programmes régionaux (Zones côtières de l'Atlantique);
- des entreprises du secteur privé (Compusult, Cubewerx, DM Solutions, Galdos, 3i, Holonics, MacDonald, Dettwiler & Associates, Open GIS Consortium et PCI).

Le PDG a été lancé cette année et les logiciels sous-jacents ont été offerts gratuitement à tous les partenaires de GéoConnexions. En plus du service de « découverte », le PDG proposera des services de visualisation et d'accès aux données ainsi que des services à valeur ajoutée. Le Comité consultatif de la technologie et le secrétariat de GéoConnexions collaborent actuellement à la préparation du matériel d'information et de formation.

GéoConnexions continuera d'organiser des conférences comprenant des présentations sur l'accès et des séances de formation à l'intention des nouveaux groupes d'intervenants de concert avec les programmes nord-américains d'infrastructure de données spatiales.

Le Portail de découverte GéoConnexions est accessible à l'adresse suivante : [ceonet.ccrs.nrcan.gc.ca](http://ceonet.ccrs.nrcan.gc.ca).

## Système national d'information sur les forêts

---

En collaboration avec GéoConnexions, le projet du Système national d'information sur les forêts (SNIF) poursuit son mandat d'ouvrir l'accès en ligne à l'information sur les forêts du Canada, selon l'architecture de l'Infrastructure canadienne de données géospatiales. En 2003-2004, un SNIF opérationnel complètera le déploiement de serveurs dans toutes les provinces et territoires, améliorera le site Web public du SNIF et mettra au point plusieurs services Web intégraux après avoir consulté les nombreux utilisateurs potentiels de ces services sur l'ICDG. Ces services permettront l'accès à des infrastructures paires et à de nouvelles applications, démontrant ainsi une volonté de collaboration et de consolidation du développement par l'intermédiaire de l'ICDG. Le SNIF favorise les pratiques de gestion durable des forêts au Canada grâce à une information forestière immédiatement accessible, intégrée et cohérente pour les gouvernements fédéraux, provinciaux, territoriaux et municipaux, de même que pour l'industrie et la population canadienne.

## Quatrième sélection de projets canado-américains

---

À la fin juin, des délégués de GéoConnexions et du Federal Geographic Data Committee des États-Unis se sont rencontrés à Ottawa afin de procéder à l'évaluation des propositions reçues à la suite de la quatrième demande de propositions de projets canado-américains reliées aux données-cadre. Ces projets conjoints de données-cadre ont pour but de stimuler la coopération transfrontalière par le développement et l'usage d'un cadre de données géospatiales commun qui facilite l'intégration et le partage de données géospatiales entre différents types d'utilisateurs issus d'organisations publiques et privées canadiennes et américaines. Cette année, la sélection de projets vise la mise au point d'un cadre géospatial intégré pour le fond océanique du golfe du Maine, un outil qui facilitera la prise de décision dans des domaines aussi variés que la pêche commerciale et récréative, la protection des sanctuaires marins et des zones protégées, le déploiement de câbles à fibre optique ou électriques, l'écotourisme, l'exploitation minière, la navigation et l'aquaculture. Ce projet repoussera les limites de notre compréhension scientifique et technique de la complexité, des défis et des efforts que nécessitent la mise au point et l'utilisation de données-cadre afin de s'attaquer à une problématique commune se situant sur un espace géographique partagé par le Canada et les États-Unis.



*De nombreux programmes spatiaux canadiens sont mis sur pied en collaboration avec des agences spatiales et des nations étrangères. Le Canada a joué un rôle clé dans l'élaboration de programmes multilatéraux et jouit d'une relation privilégiée avec l'ESA en tant que seul membre associé non européen.*

*La coopération bilatérale avec les États-Unis, le Japon, l'Inde et d'autres permet au Canada de profiter des retombées des investissements communs dans les technologies spatiales.*



Source : ESA

**Vue d'artiste d'ENVISAT.**



### **Comité sur les satellites d'observation de la Terre**

Le Comité sur les satellites d'observation de la Terre (CEOS) a été créé en 1984 à la suite d'une recommandation du Groupe d'experts sur la télédétection spatiale réuni pour participer au Groupe de travail sur la croissance, la technologie et l'emploi du Sommet économique des pays industrialisés. Ce groupe avait alors reconnu la nature multidisciplinaire de l'observation de la Terre depuis l'espace et fait ressortir l'importance de coordonner les plans de missions internationales.

À l'instar de la France, de l'Inde, du Brésil, des États-Unis (NASA/NOAA), de l'ESA et du Japon (JAXA), le Canada est membre signataire de la charte du CEOS et il y est représenté par l'Agence spatiale canadienne. Le Centre canadien de télédétection agit en tant que membre associé du CEOS. Le CEOS compte présentement 20 organismes membres et 18 associés.

La principale contribution du Canada au CEOS continue d'être sa participation en tant que leader et membre actif des quatre groupes de travail mis sur pied pour aider le CEOS à atteindre ses objectifs premiers.

Le Groupe de travail sur le soutien à la gestion des catastrophes (WGDMS) du CEOS prête son concours à la gestion des catastrophes naturelles et technologiques à l'échelle mondiale en encourageant une meilleure utilisation des données acquises par des satellites existants ou futurs d'observation de la Terre. Les travaux du WGDMS portent principalement sur l'élaboration et l'amélioration de recommandations liées à l'application des données satellitaires à l'atténuation de certains risques et dangers environnementaux : sécheresses, tremblements de terre, incendies, inondations, glaces, glissements de terrain, déversements d'hydrocarbures et risques d'éruption volcanique. Les recommandations formulées par le groupe ont mené à la mise sur pied de la Stratégie d'observation mondiale intégrée. Le WGDMS appuie les travaux du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique pour donner suite aux décisions prises lors de la conférence UNISPACE III, de la Stratégie internationale pour la prévention des catastrophes de l'ONU et de la Charte internationale « Espace et catastrophes majeures ».

Lors de la 15<sup>e</sup> séance plénière tenue à Kyoto, les membres du CEOS ont adopté la stratégie ainsi que le plan d'action de trois ans du Groupe de travail sur la formation et l'éducation. Le Centre canadien de télédétection coordonne un projet visant à rendre le matériel éducatif et de formation préparé par les organismes membres du



CEOS plus accessible aux formateurs en observation de la Terre partout dans le monde.

### **Collaboration Canada-ESA**

Le premier accord de coopération entre le Canada et l'ESA a été signé en 1979. L'accord a été renouvelé en 2000 pour un autre dix ans. Le Canada est le seul pays non européen à participer directement aux programmes de l'ESA. Cette collaboration permet aux entreprises canadiennes et à d'autres organismes (universités, instituts de recherche et différents ministères gouvernementaux) de participer à diverses activités liées à l'espace avec des organismes européens semblables. Les retombées industrielles de la collaboration comprennent plus de 350 millions de dollars de contrats attribués à des entreprises canadiennes par le biais des programmes de l'ESA depuis le début de cette collaboration.

À l'heure actuelle, le Canada participe aux programmes suivants de l'ESA :

- Observation de la Terre : ENVISAT, Programme préparatoire d'observation de la Terre, GMES et Infoterra/TerraSar;
- Télécommunications par satellite : ARTES-1, ARTES-3, ARTES-5 et ARTEMIS;
- Navigation par satellite : Étude de définition de GalileoSat;
- Exploration planétaire : AURORA.

De plus, le Canada participe au Programme général de technologies de soutien et contribue au Budget général obligatoire.

### **ENVISAT**

ENVISAT est le successeur des premiers satellites d'observation de la Terre ERS-1 et ERS-2 de l'ESA auxquels le Canada a grandement contribué. Il fournit les données et l'information nécessaires à la compréhension, à la modélisation et à la prévision des changements environnementaux et climatiques. ENVISAT mise sur l'exploitation de deux principaux capteurs : le radar ASAR et l'imageur spectral MERIS. Le capteur ASAR permettra vraisemblablement d'assurer la continuité des données en bande C pour les utilisateurs canadiens de RADARSAT.

Les utilisateurs canadiens bénéficieront également de la participation du Canada au programme ENVISAT. À titre de membre participant, le Centre canadien de télédétection a conclu avec

l'ESA une entente de distribution exclusive des données ASAR aux ministères du gouvernement du Canada. De plus amples renseignements se trouvent sur le site Web suivant : [www.envisat.esa.int](http://www.envisat.esa.int).

### **Programme-enveloppe d'observation de la Terre**

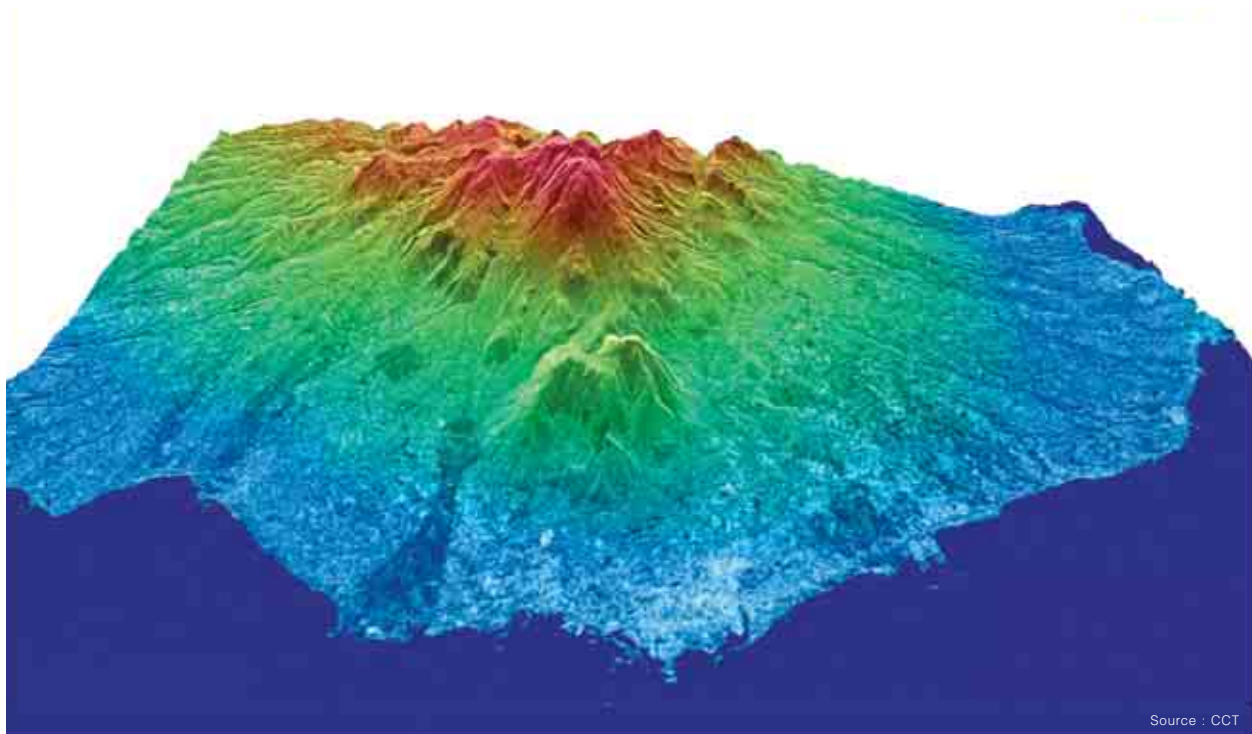
L'ESA a lancé son programme « Planète vivante » en vue de ses activités futures en observation de la Terre une fois le programme ENVISAT terminé. « Planète vivante » comporte deux volets : les missions d'exploration de la Terre axées sur la recherche et les missions de surveillance de la Terre axées sur les services opérationnels. Ces missions sont mises en œuvre dans le cadre de deux grands programmes, soit le Programme-enveloppe d'observation de la Terre (EOEP) et le Programme de surveillance de la Terre. L'EOEP couvre entièrement les missions d'exploration de la Terre. Plus de détails sur le programme « Planète vivante » de l'ESA sont disponibles sur le site Web suivant : [www.esa.int/export/esaLP](http://www.esa.int/export/esaLP).

La première phase du programme EOEP s'étend de 1998 à 2002, période pendant laquelle deux missions centrales et trois missions de possibilités de recherche ont été choisies. On a déjà élaboré le scénario de planification et de mise en œuvre de la deuxième phase du programme EOEP. Trois missions centrales sont choisies pour une étude de phase A. Le Canada s'intéresse particulièrement aux missions SPECTRA et WALES.

Dans le cadre des missions de possibilités de recherche de la première phase du programme EOEP, le Canada a proposé l'instrument SWIFT pour une mission de collaboration entre l'ESA et l'ASC. Avec la collaboration de la JAXA, SWIFT a été retenue comme charge utile à intégrer à la mission GOSAT. Le Canada est bien préparé pour participer à ce type de mission étant donné son travail sur l'Interféromètre d'imagerie des vents (WINDII) lancé en 1991 à bord du Satellite de recherche dans la haute atmosphère de la NASA. Dans le cadre de la contribution européenne à la Mission de mesure mondiale des précipitations, l'ASC s'est montrée intéressée à fournir un radar de mesure des précipitations capable de mesurer aussi bien la quantité de neige que de pluie tombée au sol.

### **Programme de surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité**

Le programme GMES est une initiative conjointe de l'Union européenne et de l'ESA, dont l'objectif est d'établir, d'ici 2008, une capacité européenne de surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité. GMES est devenu le point central du développement



Données de RADARSAT-1 ayant servi à la création du modèle altimétrique numérique du mont Unzen aux fins de la surveillance des risques naturels.

européen relatif à l'utilisation des données géospatiales pour la gestion des ressources et la surveillance. Un aspect important du programme est l'utilisation de données d'observation de la Terre et d'autres données dans un cadre d'élaboration de politiques et de prise de décisions. Les objectifs de GMES se rapprochent de ceux des ministères fédéraux, soit l'arrimage de décisions et de politiques à des développements scientifiques solides. GMES termine actuellement la deuxième année de sa phase initiale (2002-2003). Le rapport de cette période initiale fournira des recommandations pour la période de mise en œuvre qui s'étend de 2004 à 2008. Pour la période opérationnelle, qui débutera en 2009, l'Europe cherche à disposer d'un système opérationnel autonome qui garantira la surveillance durable à long terme ainsi que la création de produits d'information qui combinent des mesures in situ, les données d'observation de la Terre et les résultats de la modélisation.

[www.earth.esa.int/gmes](http://www.earth.esa.int/gmes)

La contribution de l'ESA à GMES, effectuée dans le cadre du Programme de surveillance de la Terre, est désignée Élément de service GMES. Approuvé par l'ESA en novembre 2001, le programme est doté d'un budget total de 83 millions d'euros pour la période allant de 2002 à 2006. Le Canada est au nombre des 14 pays participants. Jusqu'à maintenant, 10 contrats ont été accordés, dont le projet Northern View de C-CORE.

### Collaboration Canada-Japon

Des représentants du Canada et du Japon se rencontrent annuellement sous l'égide de la Commission canado-niponne sur l'espace pour discuter des projets de collaboration. Le Groupe de travail en observation de la Terre de la Commission canado-niponne sur l'espace est présidé par le Centre canadien de télédétection. Présentement, les activités de collaboration entre les deux pays com-

prennent la détection des catastrophes géologiques au moyen de la technologie du radar à synthèse d'ouverture. Des scientifiques du Centre canadien de télédétection et de Pêches et Océans Canada participent également, à titre de chercheurs principaux, à l'évaluation du programme du Satellite spécialisé d'observation de la Terre (ALOS) relativement à la détection des risques géologiques, de la cartographie des glaces et de la surface océanique et de la gestion des catastrophes.

La détection des risques géologiques est un domaine stratégique de coopération entre le Canada et le Japon. La majorité des données de RADARSAT vendues au Japon appartiennent à ce champ d'expertise. Le Japon doit composer avec des éruptions volcaniques, des glissements de terrain et des tremblements de terre meurtriers. Le développement de technologies de surveillance et de cartographie pour la gestion des catastrophes constitue une priorité pour le Japon. Pour sa part, le Canada fournit au Japon des images captées par RADARSAT, le logiciel InSAR et divers autres logiciels de traitement d'images. En collaboration avec la JAXA et le National Research Institute for Earth Sciences and Disaster, le Centre canadien de télédétection met au point des applications InSAR et SAR stéréoscopiques visant la cartographie et la surveillance des géorisques qui favoriseront l'exploitation commerciale des engins spatiaux RADARSAT-1, RADARSAT-2 et ALOS. Des discussions sur la collaboration future en matière de technologie SAR sont présentement en cours.

### Collaboration Canada-Inde

En mars 2003, l'Organisation indienne de recherche spatiale et l'ASC ont signé un protocole d'entente réaffirmant leur collaboration et leur engagement à exploiter l'espace à des fins pacifiques de même que le développement économique et social de leurs pays respectifs.

Le protocole prévoit l'étude de programmes de coopération en télécommunications et en télédétection par satellite et encourage la coopération dans les domaines de l'exploration et de l'utilisation de l'espace par le secteur privé et les universités dans les deux pays. Les deux parties ont également signé une lettre qui fait référence aux multiples projets et activités dans lesquels l'ISRO et l'ASC ont un intérêt commun. Au nombre de ces projets, on compte notamment la participation possible à une mission d'orbiteur lunaire, une entente relative à des phases de lancement et de début de vol, l'appui au United Nation Space Science and Technology Education Centre en Inde et la participation à la mission ASTROSAT/UVIT (téléscope imageur dans l'ultraviolet).

### **Projet d'observation du couvert forestier et de la dynamique des terres à l'échelle mondiale**

---

Le Projet d'observation du couvert forestier et de la dynamique des terres à l'échelle mondiale (GOF-C-GOLD) fait partie du Système mondial d'observation de la Terre. Son principal objectif est d'accroître les occasions d'observation du couvert forestier et de la dynamique des terres ainsi que la qualité de ces observations, à l'échelle locale et mondiale, et de générer rapidement des produits d'information utiles et validés à partir de ces données pour une vaste gamme d'utilisateurs.

L'objectif de l'initiative GOF-C-GOLD est appuyé par l'élaboration de projets prototypes s'articulant autour de ces trois axes principaux :

1. Caractéristiques et changement du couvert forestier;
2. Cartographie et surveillance des incendies de forêt;
3. Étude des processus forestiers biophysiques.

Ainsi, des équipes sont formées et ont pour mandat de mener à bien divers projets pilotes, de développer des algorithmes qui pourront être adoptés par l'ensemble des utilisateurs et de mettre au point des méthodes uniformes de génération et de validation de produits conjuguées aux observations in situ. Ces équipes sont également chargées d'établir et de démontrer des techniques qui permettront aux utilisateurs d'accéder plus facilement aux données. Ils identifient les lacunes et les chevauchements en ce qui concerne les données d'observation, les systèmes au sol, les méthodes et les connaissances scientifiques tirées de l'expérience acquise dans le cadre de l'élaboration et de l'application de projets prototypes du GOF-C. L'objectif ultime de cette initiative est d'en venir à une exploitation continue sans financement majeur de la part des membres du Comité sur les satellites d'observation de la Terre.

Le programme GOF-C-GOLD aura un nouveau directeur général qui sera un gestionnaire du Service canadien des forêts, où le nouveau secrétariat du GOF-C-GOLD sera établi. Le rôle premier du directeur général est de maintenir les communications internes et externes, d'établir des liens avec les collaborateurs, d'appuyer les activités des trois équipes de mise en œuvre et d'organiser des rencontres annuelles avec les comités scientifiques et techniques. Le poste bénéficie d'un appui financier de l'Agence spatiale canadienne et du Service canadien des forêts.

[www.fao.org/gtos/gofc-gold/index.html](http://www.fao.org/gtos/gofc-gold/index.html)

Pour obtenir de plus amples renseignements concernant les initiatives présentées dans ce document, veuillez communiquer avec :

Jean-Marc Chouinard  
Chef du Bureau de la commercialisation  
Agence spatiale canadienne

6767, route de l'Aéroport  
Saint-Hubert (Québec) J3Y 8Y9  
Téléphone : (450) 926-4456  
Télécopieur : (450) 926-4449  
[jean-marc.chouinard@espace.gc.ca](mailto:jean-marc.chouinard@espace.gc.ca)

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2003,  
représentée par le président de l'Agence spatiale canadienne.  
N° de catalogue : ST95-4/26-2002F  
ISBN : 0-662-88084-6



## SIGLES ET ACRONYMES

<b>A</b>		<b>I</b>	
<b>ACC</b>	Agriculture et Agroalimentaire Canada	<b>ICDG</b>	Infrastructure canadienne de données géospatiales
<b>ACE</b>	Expérience sur la chimie atmosphérique	<b>ISRO</b>	Organisation indienne de recherche spatiale
<b>ALOS</b>	Satellite spécialisé d'observation de la Terre (Japon)	<b>I-STOP</b>	Programme intégré de repérage par satellite des pollueurs
<b>AMSU</b>	Sondeur perfectionné à hyperfréquence	<b>J</b>	
<b>ARTEMIS</b>	Satellite de la mission de technologie et de relais de données de pointe	<b>JAXA</b>	Agence japonaise d'exploration spatiale (anciennement NASDA)
<b>ARTES</b>	Recherche de pointe sur les systèmes de télécommunications	<b>L</b>	
<b>ASAR</b>	Radar perfectionné à synthèse d'ouverture	<b>Landsat</b>	Satellite d'observation des ressources de la terre
<b>ASC</b>	Agence spatiale canadienne	<b>M</b>	
<b>AURORA</b>	Mission en sciences spatiales de l'ESA	<b>MAESTRO</b>	Mesure de l'extinction des aérosols par occultation dans la stratosphère et dans la troposphère
<b>B</b>		<b>MDA</b>	MacDonald, Dettwiler & Associates Ltd.
<b>BERMS</b>	Sites de recherche et de surveillance sur les écosystèmes boréaux	<b>MDN</b>	Ministère de la Défense nationale
<b>C</b>		<b>MERIS</b>	Spectromètre imageur à résolution moyenne (capteur ENVISAT)
<b>CASI</b>	Imageur spectrographique compact aéroporté	<b>MODIS</b>	Spectromètre imageur à résolution moyenne (É.-U.)
<b>CASSIOPE</b>	CASCADE Smallsat Ionospheric Polar Explorer	<b>MOPITT</b>	Instrument de mesure de la pollution dans la troposphère
<b>CASCADE</b>	Smallsat Ionospheric Polar Explorer	<b>MPO</b>	Pêches et Océans Canada
<b>CCIE</b>	Changement climatique et impact sur les écosystèmes	<b>N</b>	
<b>CCT</b>	Centre canadien de télédétection	<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration
<b>CEONet</b>	Réseau canadien d'observation de la Terre (maintenant PDG)	<b>NOAA</b>	National Oceanic and Atmospheric Administration
<b>CEOS</b>	Comité sur les satellites d'observation de la Terre	<b>O</b>	
<b>CloudSat</b>	Mission ESSP de la NASA	<b>ONU</b>	Organisation des Nations Unies
<b>CMC</b>	Centre de météorologie du Canada	<b>OSIRIS</b>	Spectrographe optique avec système imageur dans l'infrarouge (à bord d'Odin)
<b>CNES</b>	Centre national d'études spatiales (France)	<b>OTDD</b>	Observation de la Terre pour le développement durable des forêts
<b>CONAE</b>	Commission nationales des activités spatiales (Argentine)	<b>P</b>	
<b>CRYSYS</b>	Système cryosphérique pour la surveillance des changements planétaires au Canada	<b>PCSG</b>	Programme canadien de surveillance géospatiale
<b>CSA</b>	Cadre stratégique pour l'agriculture	<b>PDG</b>	Portail de découverte GéoConnexions
<b>CUDOS</b>	Catalogue User Data Ordering System (MDA)	<b>POES</b>	Satellite opérationnel d'observation de l'environnement en orbite polaire
<b>D</b>		<b>R</b>	
<b>DRC</b>	Direction de la recherche climatique	<b>RADARSAT</b>	Satellite canadien à radar à synthèse d'ouverture
<b>E</b>		<b>RNCAN</b>	Ressources naturelles Canada
<b>EASE</b>	Equal-Area Scalable Earth	<b>S</b>	
<b>EC</b>	Environnement Canada	<b>SAR</b>	Radar à synthèse d'ouverture
<b>ENVISAT</b>	Satellite environnemental de l'ESA	<b>ScanSAR</b>	Mode de balayage SAR de RADARSAT-1
<b>EDEP</b>	Programme-enveloppe d'observation de la Terre (ESA)	<b>SCF</b>	Service canadien des forêts
<b>EOS</b>	Système d'observation de la Terre (NASA)	<b>SCG</b>	Service canadien des glaces
<b>ePOP</b>	Sonde d'invasion d'air polaire	<b>SCISAT</b>	Satellites de sciences spatiales
<b>ERS</b>	Satellite européen de télédétection (ESA)	<b>SeaWiFS</b>	Instrument à grand champ pour l'observation des mers
<b>ESA</b>	Agence spatiale européenne	<b>SFSI</b>	Capteur infrarouge rapproché à spectre continu
<b>ESSP</b>	Earth System Science Pathfinder	<b>SMC</b>	Service météorologique du Canada
<b>F</b>		<b>SMMR</b>	Radiomètre à hyperfréquences à balayage et à hyperfréquences multiples
<b>FLI</b>	Imageur de la ligne de fluorescence	<b>SMOS</b>	Système d'observation météorologique
<b>FTS</b>	Spectromètre à transformée de Fourier	<b>SNIF</b>	Système national d'information sur les forêts
<b>G</b>		<b>SPECTRA</b>	Mission EOEP de l'ESA
<b>GEWEX</b>	Expérience mondiale sur les cycles de l'énergie et de l'eau	<b>SSM/I</b>	Capteur hyperfréquences spécialisé/imageur
<b>GMES</b>	Programme de surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité (UE/ESA)	<b>SWIFT</b>	Interféromètre des vents atmosphériques pour des études de transport
<b>GOES</b>	Satellite d'exploitation géostationnaire pour l'étude de l'environnement	<b>U</b>	
<b>GOFC</b>	Observation du couvert forestier à l'échelle mondiale	<b>UNISPACE</b>	Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique
<b>GOLD</b>	Observation de la dynamique des terres à l'échelle mondiale	<b>UVIT</b>	Télescope imageur dans l'ultraviolet
<b>GOSAT</b>	Global Change Observing Mission-A1 (JAXA)	<b>V</b>	
<b>GPM</b>	Mission de mesure mondiale des précipitations	<b>WALES</b>	Mission Programme-enveloppe d'observation de la Terre de l'ESA
<b>GRACE</b>	Gravity Recovery and Climate Experiment	<b>WGDMS</b>	Groupe de travail sur le soutien à la gestion des catastrophes
<b>H</b>		<b>WINDII</b>	Interféromètre d'imagerie des vents
<b>HERO</b>	Instrument d'observation hyperspectrale de l'environnement et des ressources		
<b>HYDROS</b>	Satellite d'observation de la Terre pour mesurer l'humidité du sol		