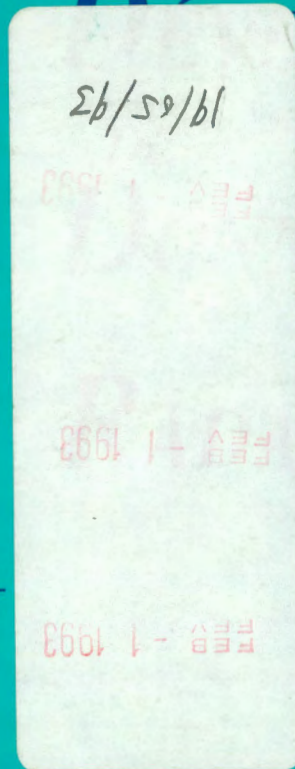




CENTRE CANADIEN DE TÉLÉDÉTECTION  
Secteur des levés, de la  
cartographie et de la télédétection

# PROGRAMME DE DÉVELOPPEMENT



VÉES

R

This document was produced  
by scanning the original publication.

Ce document est le produit d'une  
numérisation par balayage  
de la publication originale.



Énergie, Mines et  
Ressources Canada

Energy, Mines and  
Resources Canada

L'ÉNERGIE DE NOS RESSOURCES

NOTRE FORCE CRÉATRICE









## Résumé

Le Programme de développement des données radar (PDDR) prépare les utilisateurs canadiens des données de radar à antenne synthétique (RAS) en vue de l'examen d'applications prometteuses touchant la surveillance de l'environnement et l'analyse des ressources naturelles. Cette initiative comprend l'établissement de ressources industrielles et de recherche, le développement de technologies ainsi que l'exploitation de systèmes RAS et d'installations de traitement de données. Le PDDR englobe des applications relatives aux données du premier satellite d'observation de la Terre du Canada, appelé RADARSAT, dont le lancement est prévu pour 1995.

Cette brochure donne une vue d'ensemble du PDDR, de son infrastructure, des progrès récents de la technologie du RAS et des principaux secteurs de développement d'applications à des fins de surveillance de l'environnement et d'analyse des ressources naturelles. Elle décrit des projets de coopération existants et souligne des occasions de collaboration avec des organisations des secteurs public et privé.

## Table des matières

Introduction .....	2
Infrastructure .....	3-5
Développement de technologies .....	6-8
Développement d'applications .....	9-18
Ententes de collaboration et programmes de soutien .....	19
Le PDDR dans les années 90 .....	20
Renseignements complémentaires .....	21



## INTRODUCTION

### Données historiques

Au Canada, la télédétection radar a vu le jour au milieu des années 70 dans le cadre du Programme SURSAT. L'analyse des images produites par radar aéroporté et SEASAT visait à évaluer la nécessité et les possibilités de la technologie RAS pour des applications canadiennes. Les résultats ont confirmé l'importance que revêtent ces données pour fournir des images portant sur l'énorme masse continentale nordique et ses eaux territoriales, où le temps couvert et les longues périodes d'obscurité des mois d'hiver empêchent l'acquisition des données au moyen de capteurs ordinaires qui dépendent de la lumière du soleil et exigent des conditions météorologiques sans nuages.

### RADARSAT

En 1995, le Canada lancera son premier satellite d'observation de la Terre, RADARSAT. Dirigé par l'Agence spatiale canadienne, le Projet RADARSAT regroupe plusieurs partenaires : le gouvernement du Canada, les États-unis d'Amérique, des provinces canadiennes et un consortium du secteur privé, RADARSAT International (RSI). Le système RADARSAT, l'orbite choisie, les spécifications du RAS ainsi que le débit et les produits de traitement des données ont été déterminés de manière à fournir des données fiables et à temps aux clients qui ont besoin d'images RAS. La durée de vie utile prévue de RADARSAT est de cinq ans; on planifie actuellement la mise en service de RADARSAT II et III dans le but de constituer une source de données continue à l'intention des utilisateurs.

RADARSAT International Inc. est un consortium d'entreprises canadiennes, qui évalue les applications commerciales des données radar de satellite, qui informe les utilisateurs potentiels et qui crée un réseau efficace de commercialisation et de distribution. A titre de partenaire du Programme RADARSAT, RSI est globalement chargé de la commercialisation, du traitement et de la distribution des données RADARSAT.

### Objectif principal du PDDR

Le Programme de développement des données radar (PDDR) est un programme du gouvernement fédéral qu'administre le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources au Centre canadien de télédétection (CCT). Le PDDR a pour principal objectif de faire en sorte que les Canadiens puissent utiliser le radar à antenne synthétique (RAS) de façon efficace pour la gestion des ressources et la surveillance de l'environnement. La poursuite de cet objectif repose sur un programme équilibré de développement d'applications et de technologies faisant appel à des universités, à d'autres ministères, à des organismes utilisateurs et à l'industrie.

### Portée

Le PDDR coordonne et soutient le développement de méthodes appropriées d'utilisation des données RAS. Outre les données provenant de radars d'imagerie aéroportés, comme le RAS C/X aéroporté du CCT, les utilisateurs canadiens peuvent avoir recours à un flot continu de données RAS fournies par plusieurs systèmes imageurs à bord de satellites, comme l'ERS-1 de l'Europe, le JERS-1 du Japon, le SIR-C des États-unis et RADARSAT du Canada. Le PDDR est actuellement axé sur des activités qui l'utilisation d'information tirée des images RADARSAT.

## INFRASTRUCTURE

### Système RAS C/X du CCT

Le Programme de développement des données radar repose dans une large mesure sur le RAS C/X aéroporté du CCT comme source de données pour des projets de recherche et développement. Depuis leur mise en service en 1986 et en 1988, des RAS à bande C et à bande X ont été installés à bord d'un aéronef Convair 580. Plus de deux mille heures d'acquisition de données ont été enregistrées, non seulement pour des projets relatifs au PDDR au Canada, mais aussi pour d'autres projets aux États-Unis, en Amérique du Sud et en Europe.

### Capacités et perfectionnements

En 1991, les instruments ont subi une série de perfectionnements consistant à ajouter des fonctions polarimétriques et interférométriques; à prévoir des géométries d'illumination radar souples pour les modes d'imagerie nadir, à balayage étroit et à balayage large; à améliorer les éléments destinés à la navigation et à la compensation du mouvement; et à réaliser l'enregistrement de données en temps réel sur deux canaux. La série de modes de collecte de données opérationnelles et expérimentales du RAS C/X aéroporté du CCT dépasse de beaucoup les capacités actuelles des RAS spatiportés et offre aux experts en télédétection un outil polyvalent de développement d'applications radar, non seulement pour RADARSAT, mais aussi pour de futures missions spatiales.

### Traitement des données RAS aéroportées

La fonction d'acquisition de données du RAS C/X aéroporté gravite actuellement autour du concept d'intégrité de phase d'un bout à l'autre du système. Cette fonction porte à la fois sur un détecteur aéroporté et sur le matériel et le logiciel correspondants de traitement au sol, ce qui constitue un ensemble complexe de manipulations de données après-vol. Les installations au sol du CCT comprennent des systèmes de transcription de données, de traitement de RAS numérique et de production d'images sur film.



Les systèmes de RAS C/X aéroporté du CCT sont installés à bord d'un aéronef CV-580 exploité par le CCT/ÉMR Canada.

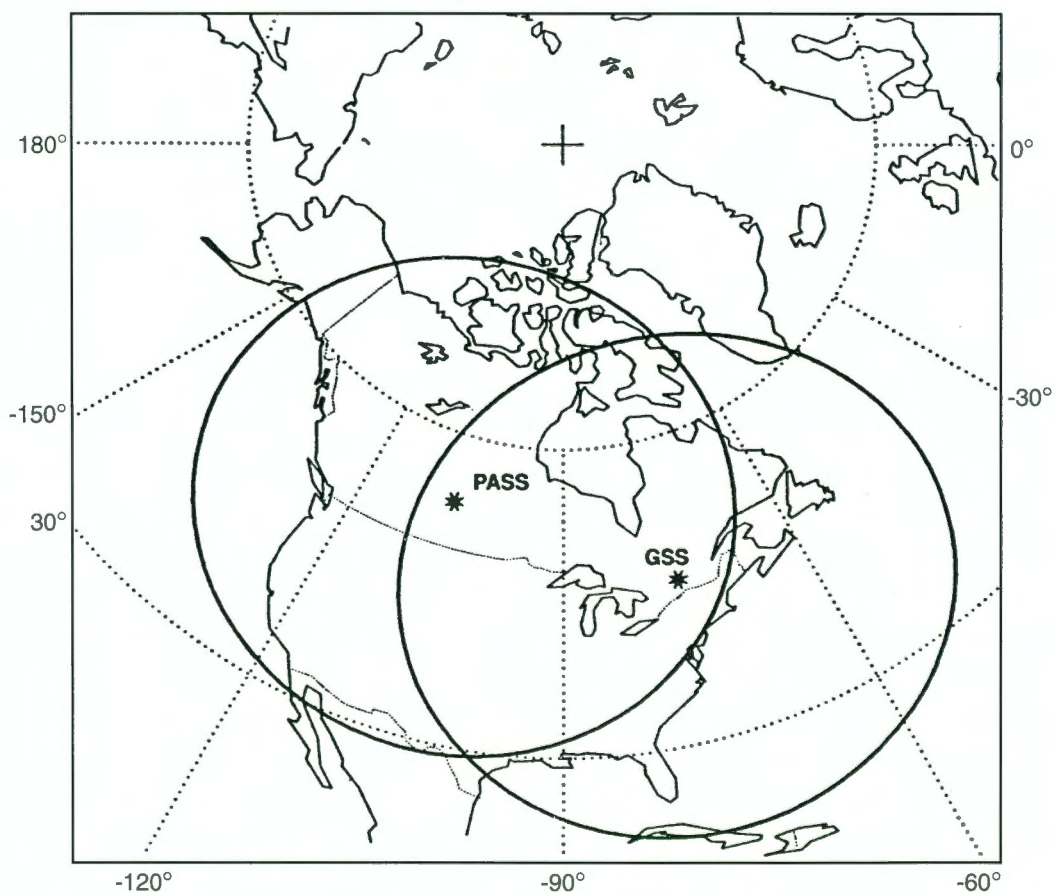


### Stations de réception

Le Canada peut accéder aux données d'ERS-1 et de JERS-1 par l'intermédiaire des stations de réception du CCT situées à Gatineau et à Prince Albert, où les données RAS acquises sur tout le Canada et sur ses eaux territoriales (à l'exception de l'extrême Arctique, au nord de la latitude 77°) sont reçues, enregistrées et transformées en produits utilisables à des fins de distribution. Ces stations sont essentielles si l'on veut fournir des données de RAS spatioporté qui répondent aux besoins des participants du PDDR et d'autres utilisateurs canadiens.

### Traitement des données du RAS ERS-1

Un processeur de RAS installé dernièrement à la station de Gatineau se situe au coeur de l'installation de production de données d'ERS-1. Le système est conçu pour assurer la livraison rapide des données à l'utilisateur et offre des fonctions de gestion, comme la tenue à jour du catalogue, l'entrée et le traitement des commandes et la distribution des produits. L'Agence spatiale canadienne (ASC), RADARSAT International (RSI) et le CCT perfectionneront le processeur ERS-1 en prévision de l'ère RADARSAT.



Carte de localisation des stations terrestres de Prince Albert et de Gatineau, avec masques des stations ERS-1. Ces stations réceptrices sont essentielles à la fourniture aux utilisateurs canadiens de données provenant d'un RAS spatioporté.

## Source d'information

De l'information accessible et à jour est essentielle aux nombreuses personnes et organisations qui oeuvrent dans les secteurs de la recherche et du développement en matière de télédétection radar.

Un nouveau réseau, GCNet, permet un accès en ligne et gratuit aux bases de données du CCT, comme le catalogue d'images du CCT et RESORS. Le catalogue d'images du CCT permet les recherches dans les images brutes des satellites Landsat, MOS, NOAA et SPOT, et des images d'archive d'ERS-1 seront bientôt disponibles. Des ensembles de données internationaux qui se prêtent à la surveillance de l'environnement sont également accessibles par le biais de GCNet, ainsi que du babillard électronique PlaNet.

RESORS est une base de données en ligne unique permettant l'accès rapide et précis à l'information bibliographique. Depuis les 20 dernières années, le personnel de RESORS poursuit l'indexation d'articles de revue, de livres, de rapports de recherche, de documents de référence et d'autres documents relatifs à la télédétection. Cette base de données permet les recherches en ligne avec ou sans aide, au moyen d'un mot-clé ou d'une combinaison de mots-clés.

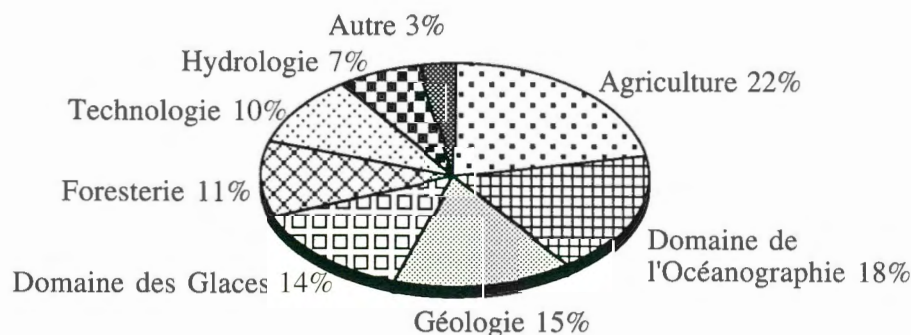
Le Centre d'information du Secteur des levés, de la cartographie et de la télédétection constitue aussi une source d'information riche et approfondie à l'intention des scientifiques, des ingénieurs, des enseignants et des étudiants qui s'intéressent au radar.

## Gestion du projet

L'ensemble de la gestion du PDDR s'effectue au Bureau des projets désignés du CCT. Les diverses composantes du programme touchant l'acquisition des données RAS, le traitement de ces données et le développement d'applications sont, quant à elles, administrées par les divisions compétentes du CCT et leurs coordonnateurs du PDDR.

## Soutien du financement

Les niveaux de financement au cours de la durée de vie prévue de 15 ans s'établiront en moyenne à environ 5 millions de dollars par année. Des révisions de programme ont lieu tous les cinq ans. Durant les cinq premières années d'exploitation, les dépenses du PDDR se sont réparties entre les diverses disciplines d'application, les efforts de développement des technologies et les autres aspects relatifs à l'infrastructure. On s'attend à ce que cette tendance se poursuive durant la deuxième phase de cinq ans du PDDR. En outre, le CCT soutient le Programme par des contributions directes substantielles en matière de projets, de personnel et d'infrastructure.



Répartition des dépenses du PDDR entre les années financières 1987-1988 et 1991-1992. Les dépenses futures demeureront constamment à 5 millions de dollars par année.



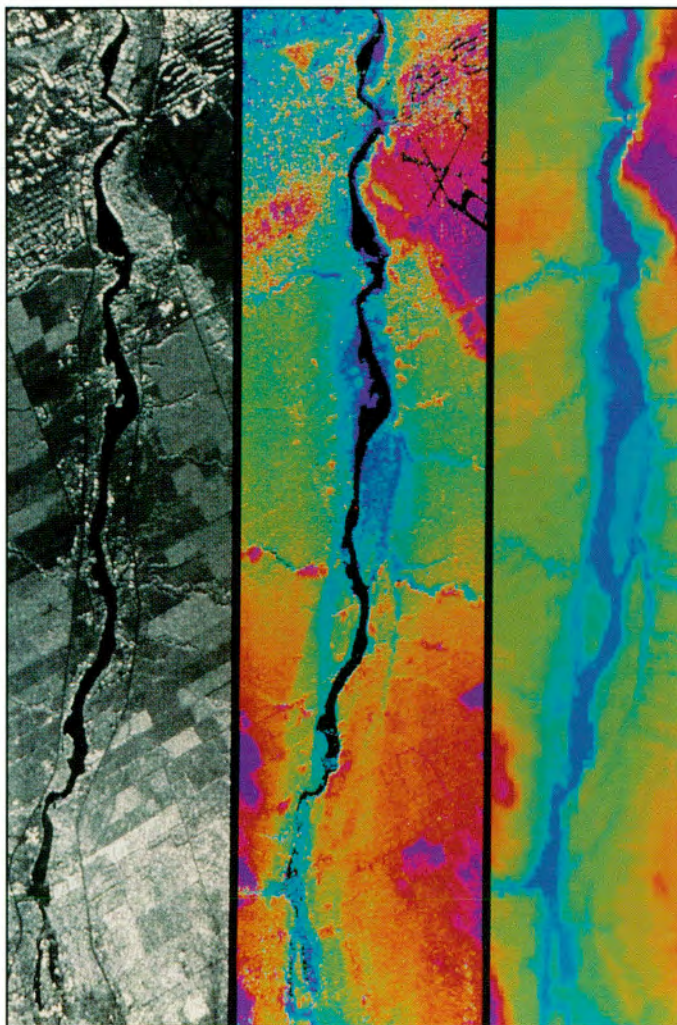
## DÉVELOPPEMENT DE TECHNOLOGIES

### Développement de la technologie du RAS

Le milieu de la télédétection a connu des progrès rapides en matière de technologie des détecteurs RAS et des processeurs. On soulignera tout particulièrement l'évolution des systèmes capteurs de l'analogique au complètement numérique, les nouvelles conceptions d'antennes et les techniques de traitement de RAS pouvant tirer profit d'une nouvelle génération d'ordinateurs pour répondre à leurs besoins de manipulation massive des données.

### Exploration scientifique du potentiel d'applications

Ces développements de la technologie ont été accompagnés de l'exploration scientifique du potentiel des applications du RAS. La souplesse accrue des détecteurs RAS s'est manifestée dans une série d'expériences portant sur des données à fréquences multiples, des données à polarisations multiples ou des données à angles d'incidence multiples. On développe actuellement des techniques et procédures appropriées d'étalonnage de RAS afin de pouvoir extraire de l'information quantitative de ces données ainsi que d'autres types de données.



*L'image monochrome représente une scène normale de la rivière Rideau, près de l'aéroport d'Ottawa, produite au moyen d'un RAS. La deuxième image montre les différences topographiques codées par couleurs et obtenues par interférométrie RAS. La troisième image présente une carte à codage couleurs indiquant les différences de relief réelles. On notera le détail des mesures interférométriques. Les reliefs élevés (en rouge et violet) de la deuxième image correspondent fréquemment à des peuplements forestiers.*





### ***RAS polarimétrique***

Une fonction polarimétrique a été intégrée au système RAS aéroporté à bande C du CCT. Le RAS peut maintenant fonctionner à deux fois la fréquence de répétition des impulsions (FRI), avec impulsions d'émission en alternance entre polarisations horizontale et verticale et réception simultanée de chaque impulsion en polarisation identique et en polarisation croisée. Une manipulation de données après-vol complexe est nécessaire pour tirer pleinement parti du potentiel d'information des ensembles de données d'un RAS polarimétrique.

### ***RAS interférométrique***

Le CCT a également installé à bord de l'aéronef CV-580 une deuxième antenne qui, combinée à l'antenne RAS existante à bande C, forme maintenant un interféromètre radar. Le système est utilisé à des fins expérimentales pour améliorer la cartographie radar. L'utilisation des mesures interférométriques permet de supprimer les distorsions induites par la topographie et donc d'améliorer la fidélité géométrique des données RAS. Une fois obtenue la preuve de conception de la cartographie opérationnelle, le CCT s'attend à transférer cette technologie à l'industrie canadienne.

### ***Imagerie RAS à dates multiples***

La production d'images RAS composites à partir de données acquises à des dates différentes laisse entrevoir des possibilités supplémentaires. Plusieurs projets du PDDR ont démontré que des applications de surveillance de l'environnement pourraient reposer sur l'avantage opérationnel de la télédétection radar, qui consiste à fournir des données à des heures ou à des dates précises, quelles que soient les conditions météorologiques ou d'éclairage solaire.

### ***Analyse des images***

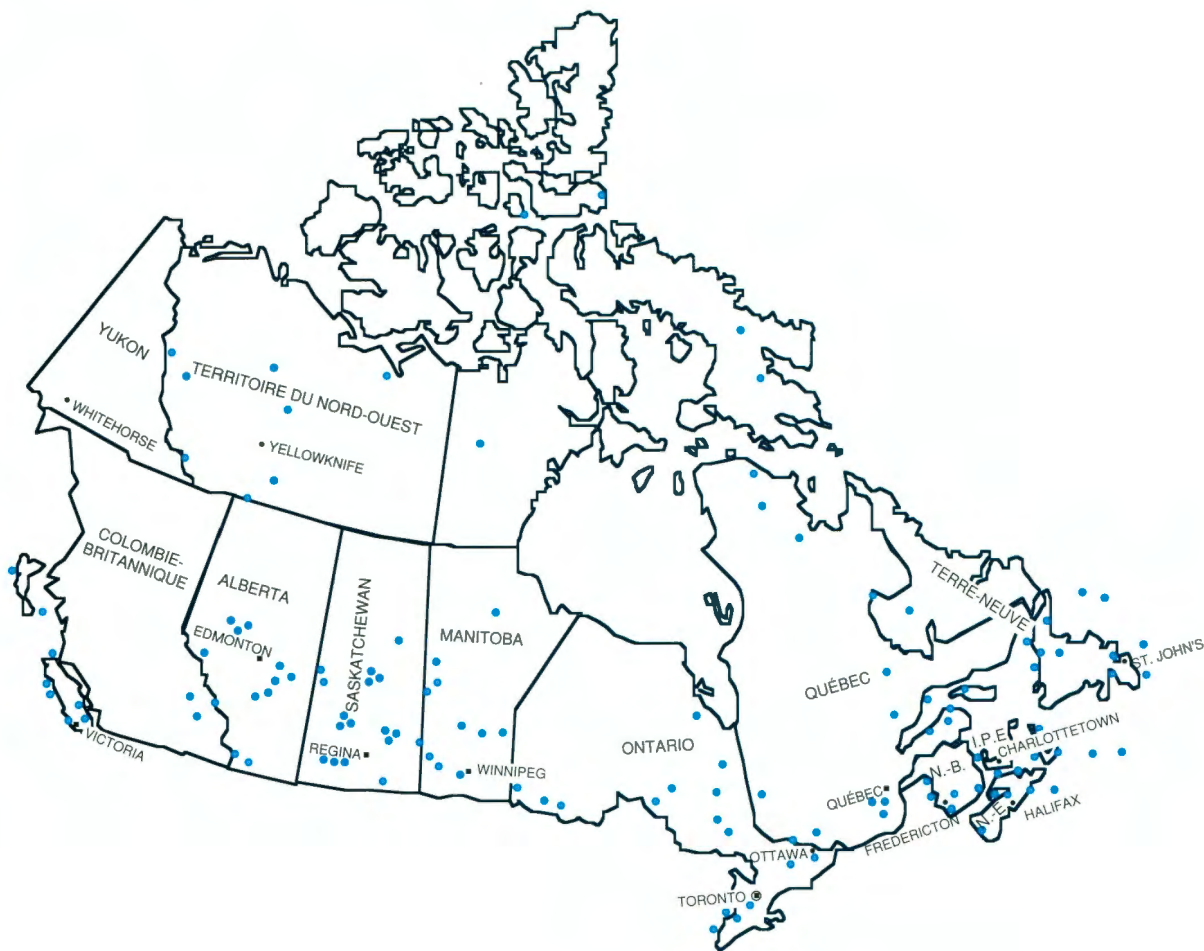
Dans le domaine de l'analyse des images, les efforts de développement sont axés sur la fourniture de techniques d'analyse ainsi que d'outils logiciels et matériels propres au RAS. Les secteurs des activités de recherche et développement englobent, par exemple, la correction géométrique des données RAS; la définition de procédures d'analyse d'images appropriées, par exemple des techniques de segmentation, de filtrage et d'étalonnage; et les progiciels de simulation des données de type RADARSAT à partir de données RAS aéroportées à haute résolution. Le PDDR favorise le développement de stations de travail de RAS capables d'exécuter ces tâches. Ces stations de travail faciliteront le processus d'extraction d'information à partir des données RAS ainsi que leur intégration à l'information provenant d'autres sources.

### ***A l'approche de l'ère RADARSAT***

Bon nombre d'études du PDDR portent sur l'utilité des paramètres de conception de RADARSAT pour des applications de surveillance de l'environnement et d'analyse des ressources naturelles. RADARSAT sera équipé d'un RAS à bande C fonctionnant en polarisation HH, avec des géométries de visée souples et à des angles d'incidence compris entre 20° et 50°. Des études visent également à examiner les avantages et les contraintes d'autres satellites pourvus d'un RAS.



## Acquisition des données PDDR 1987-1992





## **DÉVELOPPEMENT D'APPLICATIONS**

### ***Disciplines et objectifs communs***

L'utilisation de données RAS pour des applications de gestion des ressources naturelles et de surveillance de l'environnement se situe au cœur du PDDR et du Programme RADARSAT. Plusieurs domaines d'application prometteurs, globalement définis comme les glaces marines, les océans, la géologie, l'agriculture et la foresterie, ont tiré profit d'efforts de recherche et développement antérieurs. L'objectif commun est de constituer un groupe d'utilisateurs qui connaisse et comprenne bien les procédures ainsi que l'infrastructure sur lesquelles repose l'utilisation opérationnelle des données RAS.

### ***Possibilités du RAS et besoins d'information***

Afin de maximiser l'utilité de la télédétection pour l'utilisateur final, les développeurs d'applications sont encouragés à évaluer les données RAS en combinaison avec des sources d'information existantes, par exemple des données sur le terrain. D'autres données de télédétection peuvent également être mises à profit, par exemple des photographies aériennes, des cartes thématiques Landsat et des images HRV SPOT ou AVHRR NOAA obtenues dans les parties visible et infrarouge du spectre électromagnétique.

### ***Coordination au CCT***

La coordination des efforts de développement d'applications joue un rôle vital en raison des ressources limitées du PDDR. Le CCT détermine les principaux domaines de recherche et fournit l'infrastructure nécessaire. Les projets du PDDR dans chacune des disciplines d'application sont menés en collaboration dans le but d'impliquer plus directement les utilisateurs potentiels des données RAS dans le processus de développement. Bon nombre de projets de développement d'applications sont de portée nationale.

### ***Collaboration avec les gouvernements provinciaux***

Le Programme d'amélioration des techniques (PAT) du CCT a orienté des efforts considérables vers l'augmentation des utilisateurs potentiels des données de télédétection radar à l'intérieur des provinces. Les activités du PAT sont axées sur des initiatives de formation et d'enseignement ainsi que sur des projets de démonstration. Dans le cadre de mémoires d'entente fédéraux-provinciaux, les partenaires des provinces et des territoires peuvent compter sur une quantité limitée de données RAS et sur de l'aide technique poussée pour la planification et l'exécution des projets.

### ***Collaboration avec des entreprises du secteur privé***

Le PDDR vise à établir un partenariat entre l'industrie et le gouvernement. Le secteur privé se consacre à la livraison de produits, par exemple à l'imagerie RADARSAT dans le cas de RSI, et à la fourniture de services à valeur ajoutée lorsque l'investissement dans un secteur particulier de la technologie de télédétection radar devient économiquement rentable.

### ***Collaboration avec des institutions d'enseignement***

Des universités et d'autres institutions d'enseignement post-secondaire prennent part au PDDR en menant des projets de recherche et développement conjoints et en aidant à en évaluer d'autres. Par leurs programmes de télédétection, elles font progresser les connaissances et la formation des étudiants, dont le savoir-faire en tant que professionnels et techniciens constituera un atout précieux pour le développement des ressources de télédétection du Canada. Le PDDR a permis de préparer des documents d'enseignement et de formation dans le cadre du Programme d'amélioration des techniques du CCT.



## Glaces marines

### Applications potentielles

L'une des principales raisons de développer les ressources de télédétection radar au Canada réside dans l'aptitude du RAS à fournir des données de reconnaissance et de surveillance fiables représentant les conditions des glaces marines dans les eaux canadiennes, particulièrement durant les périodes de conditions météorologiques défavorables et d'obscurité.

### Objectifs et réalisations

Comparativement aux autres applications de télédétection radar examinées dans le cadre du PDDR, les efforts de développement d'applications touchant les glaces marines continuent de se révéler particulièrement fructueux si l'on considère les progrès réels réalisés en vue d'une utilisation et d'une intégration opérationnelles dans les systèmes existants de distribution de données et d'information. Les travaux visent trois principaux objectifs : la préparation de cartes de prévision des glaces par le Centre des glaces d'Environnement Canada; la reconnaissance tactique des glaces pour la navigation maritime dans les eaux envahies par les glaces; et la livraison de produits d'information sur les glaces à valeur ajoutée pour les utilisateurs finaux, par exemple des exploitants en haute mer.



*Exemple de carte de déplacement des glaces marines, établie à partir des données séquentielles de télédétection des glaces marines dans la mer du Labrador, au large de Terre-Neuve. Les vecteurs représentent la direction et la vitesse des glaces durant une période de 16 heures, les 24 et 25 février 1992. L'imagerie RAS sera couramment utilisée pour établir les algorithmes de poursuite des glaces.*



## Activités du Programme

Objectifs actuels et activités en cours : application d'un algorithme opérationnel de déplacement des glaces pour la poursuite automatisée des glaces entre les images de séquences temporelles; développement et démonstration de techniques d'intégration de données optiques, actives (RAS) et passives (micro-ondes) pour l'obtention d'information sur les glaces; développement et implantation de produits d'images rapides normalisés et améliorations visant la livraison électronique à l'utilisateur; développement et application d'un algorithme de classification des glaces pour l'identification automatisée des types de glaces à partir d'images radar et d'autres images. L'industrie privée développe actuellement des marchés créneaux pour les produits d'information sur les glaces normalisés, fiables et opportuns que permet d'obtenir l'imagerie RADARSAT.



Image de la condition des glaces marines obtenue par le RAS ERS-1 (C-VV) le 15 mai 1992 dans le détroit de Byam Martin, entre l'île Bathurst et l'île Melville (T.N.-O.). L'image montre clairement l'emplacement et l'étendue des glaces marines ainsi que le type de glaces. L'écoulement glaciaire pluri-annuel arrondi produit une forte rétrodiffusion radar, principalement en raison de la porosité de la structure. La couche superficielle de la première année semble sombre à cause de sa haute salinité et de sa surface lisse. (Copyright ESA)





## ***Océans et régions côtières***

### ***Applications potentielles***

Le Canada possède les plus longues côtes du monde, en bordure des océans Pacifique, Atlantique et Arctique. La souveraineté canadienne s'étend sur une zone économique de 200 milles marins, ce qui représente une superficie égale à environ la moitié de la masse continentale du pays. En raison des fréquentes périodes d'ennuagement, de brouillard et de tempête, la télédétection radar peut constituer un outil utile pour la surveillance de l'environnement dans ces régions étendues, tout en se prêtant également à la gestion des ressources océaniques et côtières. Une grande part des travaux effectués jusqu'à maintenant dans le cadre du PDDR ont fait appel aux données du RAS C/X aéroporté du CCT, en vue de l'essai de configurations des capteurs optimales pour des applications océaniques.

### ***Réalisations***

Il importe de souligner le développement d'un algorithme de spectre des vagues de l'océan, en collaboration avec Pêches et Océans et l'industrie privée. L'algorithme sera incorporé à un modèle opérationnel de prévision des vagues du Service de l'environnement atmosphérique d'Environnement Canada.

### ***Activités du Programme***

Les travaux de développement d'applications RAS portent essentiellement sur l'océanographie physique et comprennent l'extraction du spectre des vagues d'images RAS ainsi que la détermination des structures des courants et des caractéristiques de méso-échelle. Plusieurs études environnementales se poursuivent relativement à la surveillance des sites d'aquaculture; à l'identification des vagues déferlantes; et à la détermination des caractéristiques des zones côtières qui présentent de l'intérêt du point de vue des travaux maritimes et des exercices de planification des mesures d'urgence en cas de déversement de pétrole.



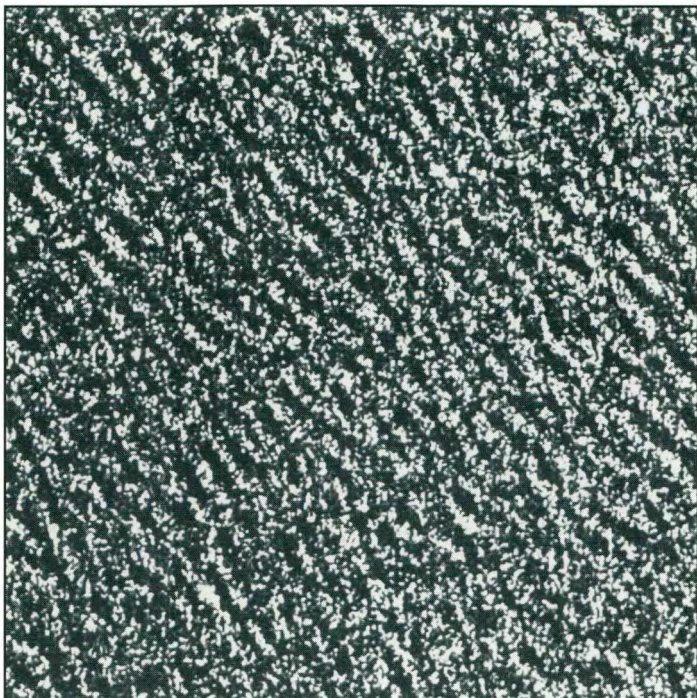
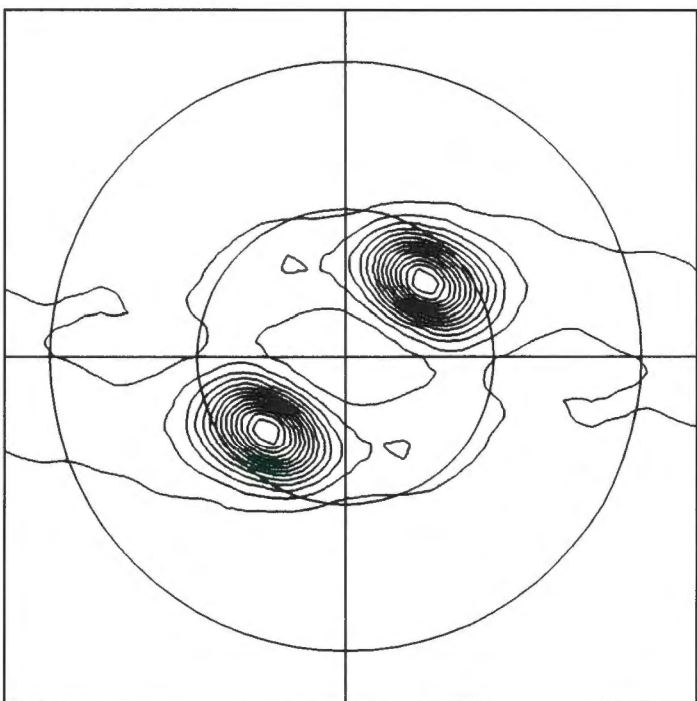


Image RAS ERS-1 (à gauche) des vagues de l'océan, Les Grands Bancs, au large de Terre-Neuve, acquise en novembre 1991. Cette sous-scène de 512 sur 512 pixels fait partie d'une image RAS à référence géographique et résolution nominale fine d'environ 30 mètres. On notera que la houle océanique est évidente en l'absence de vagues poussées par le vent. (Copyright ESA)



Sur cette image d'ERS-1, le spectre de longueur des vagues est représenté en fonction de la direction de celles-ci. La direction en azimut est donnée de haut en bas et la direction en distance, de gauche à droite. Les cercles du spectre représentent respectivement des longueurs de 100 mètres (à l'extérieur) et de 200 mètres (à l'intérieur), ce qui indique que la longueur des vagues de la houle dominante excède 200 mètres. Il est impossible d'interpréter les données du point de vue de la hauteur des vagues. (Copyright ESA)





## **Foresterie**

### **Applications potentielles**

Le principal objectif consiste à améliorer la gestion des forêts par l'application de la technologie de télédétection par micro-ondes. Le besoin d'information à jour se fait sentir de façon particulièrement pressante dans les domaines de la cartographie des régions de coupe à blanc et de la délimitation des régions endommagées par des incendies de forêt. La plupart des organismes provinciaux de foresterie désirent la mise à jour annuelle de tous leurs répertoires. Il semble possible qu'un RAS polarimétrique double fréquence installé à bord de futurs satellites puisse fournir de l'information supplémentaire sur la composition du peuplement forestier, sur le diamètre moyen des arbres et sur la biomasse du peuplement.

### **Développement de techniques de détection de changement**

Certaines applications, particulièrement la représentation cartographique des zones de coupe à blanc et des incendies, se sont révélées plus complexes qu'on le croyait à l'origine. De récentes études quantitatives associant des techniques de détection de changement et des données C-HH pluri-saisonnières ont indiqué que l'hiver est la meilleure saison pour la détection des zones de coupe à blanc. Il s'est avéré que les données C-HH pluri-saisonnières pouvaient fournir de l'information sur des classes étendues de couverture forestière; inversement, les études de régénération des forêts n'ont pas été très encourageantes en raison des détails qu'exigent les levés de régénération.

### **Activités du Programme**

Les activités suivantes viennent appuyer l'application de cartographie dans les zones de coupe à blanc : évaluation de la précision des cartes d'exploitation à blanc; recommandations de correction géographique; aide au développement d'un logiciel opérationnel du SIG servant à mettre à jour les répertoires numériques des forêts au moyen de données RAS; et évaluation de l'information que contiennent les données de RAS polarimétrique en vue d'établir les caractéristiques des peuplements forestiers.

### **Initiative de la forêt tropicale**

Le PDDR a contribué à la bonne marche de l'Initiative de la forêt tropicale. Les images obtenues d'un RAS aéroporté en Amérique latine permettront d'évaluer les données d'un RAS C-HH pour bon nombre d'applications différentes dans les environnements de forêt tropicale et de former des utilisateurs éventuels des données RAS.





A



B



Image pluri-temporelle provenant d'un RAS aéroporté à bande C et représentant des sites d'exploitation forestière à blanc dans une forêt boréale près de Whitecourt (Alberta), acquise durant l'hiver de 1991 (A) et de 1992 (B). Les zones de coupe produisent peu de rétrodiffusion radar en présence d'une couverture de neige et apparaissent sombres. L'image à composition colorée (1991 = rouge, 1992 = vert/bleu) montre clairement en rouge les régions où des coupes à blanc ont eu lieu entre les deux dates, tandis que les bordures de coupe face au radar apparaissent de couleur bleu-vert.



## Géologie/ressources non renouvelables

### Applications potentielles

Depuis 1987, le PDDR fournit des images radar pour 50 sites d'essai à travers le Canada. Les données radar permettent d'améliorer les cartes lithologiques, structurales et de linéaments ainsi que d'effectuer la prospection visant à localiser des métaux de base, des métaux précieux et des minéraux industriels, de même que des gisements de pétrole et de gaz. Les données sont aussi utilisées pour des études géobotaniques et pour l'analyse des reliefs quaternaires, des perturbations sismiques récentes et des cratères formés par des météorites. Des recherches ont permis d'approfondir les effets de la direction et de l'angle de visée sur l'interprétation des images radar et la réduction de la granulation des images RAS, tandis que d'autres ont permis d'établir des algorithmes combinant des données radar et des ensembles de données géologiques et géophysiques, des modèles de dépôts de minéraux et des techniques numériques d'analyse des linéaments.

### Bureau de service à la clientèle

En 1991, la Commission géologique du Canada (CGC) et le PDDR ont contribué à l'installation d'un laboratoire de télédétection à la CGC. Ce laboratoire est doté d'un système d'analyse d'image permettant d'accéder aux ensembles de données RAS et à d'autres données de télédétection tout en procurant de l'information à leur sujet. Une formation de base sur l'utilisation des techniques d'analyse d'images numériques est offerte en vue d'études géologiques conjointes.

### Activités du Programme

Des activités visent à entrer en contact avec les géologues de tout le Canada qui sont intéressés à utiliser des données de télédétection. Plus de 70 géologues ont effectué ou effectuent actuellement l'analyse de données radar. La participation à des expériences internationales menées au moyen d'un satellite à radar préparera les géologues canadiens au lancement de RADARSAT en 1995. Par exemple, des géologues canadiens ont pris part aux expériences des radars imageur de la Navette (SIR-A et SIR-B) ainsi que de SEASAT. Ils évalueront aussi les images provenant du satellite ERS-1 à partir du site d'essai situé à Sudbury (Ontario). On projette également de mener des expériences avec les images de JERS-1 à partir de sites d'essai dans l'ouest du Canada.

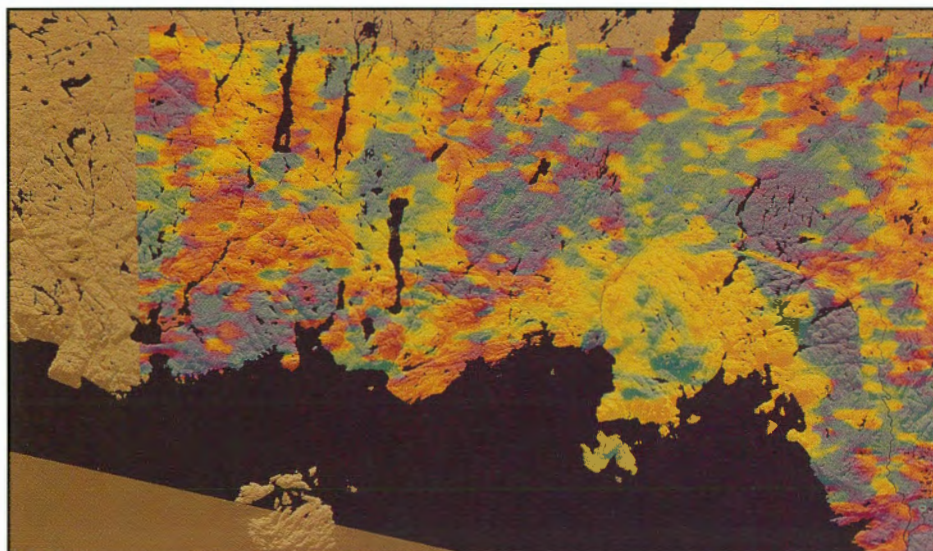


Image à intensité-teinte-saturation (IHS) combinant les données de RAS aéroporté et de spectromètre à rayons gamma, obtenues à Coldwell Complex, dans la région de Hemlo-Marathon sur le lac Supérieur (Ontario). Les données RAS améliorent les caractéristiques topographiques et structurales en modulant l'intensité de l'image, tandis que les anomalies radiométriques de l'uranium, du thorium et du potassium procurent l'information de teinte (eU = rouge, eTH = vert, %K = bleu). (Source : Les données obtenues au moyen de rayons gamma sont produites par la Commission géologique du Canada.)



## Hydrologie

### Applications potentielles

Deux objectifs principaux guident les travaux de développement d'applications RAS. Le premier consiste à développer des méthodes et techniques de mesure, de surveillance et de représentation cartographique de l'humidité des sols, de la couverture de neige et de l'équivalent d'eau de la neige, de la dynamique des glaces fluviales, de l'étendue et des dommages des inondations, ainsi que des terrains marécageux. Le second objectif est de développer des techniques d'assimilation des données de télédétection à des modèles hydrologiques en vue de la prévision des écoulements.

### Activités du Programme

L'utilisation du radar pour la représentation cartographique des inondations ainsi que le recours à des modèles hydrologiques répartis devraient être opérationnels d'ici quelques années. Des domaines comme l'hydrologie de la neige et l'humidité des sols exigent encore des recherches considérables avant qu'il soit possible de déterminer dans quelle mesure ils se prêtent à l'utilisation opérationnelle du RAS.



*Sous-scènes produites par RAS aéroporté (C-HH) représentant une région d'essai située près de Carp (Ontario), les données ayant été acquises sur plusieurs heures avant (A) et durant (B) une averse. On notera la sensibilité du radar aux différences d'humidité. Les données RAS acquises durant l'averse montrent une augmentation marquée de l'intensité de rétrodiffusion et fournissent des images plus brillantes que les ensembles de données acquis dans des conditions de relative sécheresse.*



## Agriculture

### Applications potentielles

L'intérêt que soulève le RAS pour des applications agricoles découle de la nécessité d'obtenir des données en temps opportun pour la discrimination des récoltes et l'analyse des critères des sols.

### Activités du Programme

Les travaux effectués dans ces domaines englobent la détermination de la région, du type et de la condition des récoltes à l'aide du RAS. L'intégration des résultats de l'analyse au système canadien existant d'information sur les récoltes constitue un secteur de recherche en effervescence. On développe actuellement des techniques permettant d'utiliser le RAS pour déterminer l'humidité des sols, pour détecter les sols salins et pour assurer la conservation des sols. Des études ont été menées dans le but d'évaluer les variations de la rétrodiffusion radar de divers types de récoltes en fonction de l'heure de la journée; ces études pourraient jouer un rôle important dans l'interprétation des images RADARSAT acquises à l'aube et au crépuscule. Des recherches se déroulent aussi relativement à la surveillance des terrains de parcours et à l'identification des habitats de nidification des oiseaux.

### Composantes du Programme

Plusieurs sources de données sont disponibles. Un diffusiomètre au sol fonctionnant dans les bandes  $K_u$ , C et L permet d'établir les relations quantitatives entre la rétrodiffusion radar et les paramètres des cibles agricoles. La partie aérienne du programme étend l'analyse des données du diffusiomètre à de plus vastes régions. Les données RAS des satellites ERS-1 et JERS-1 sont utilisées pour déterminer la validité des résultats de l'analyse du RAS aéroporté.

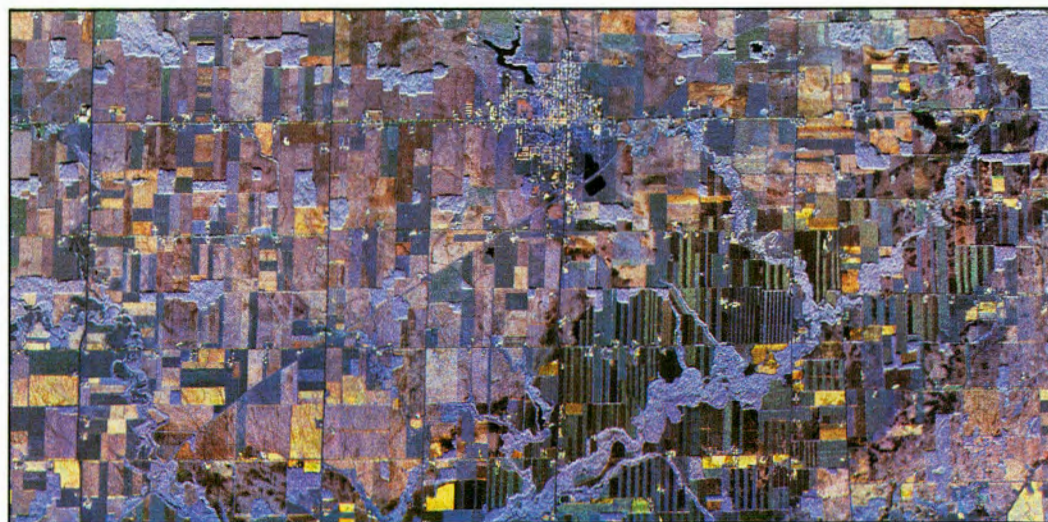


Image à composition colorée provenant d'un RAS aéroporté et représentant une région agricole du comté d'Oxford (Ontario). Les données ont été acquises à différentes polarisations dans la bande C, soit C-HH (bleu), C-HV (rouge) et C-VV (vert), qui constituent toutes d'éventuels paramètres de RAS pour les prochains satellites RADARSAT. L'image permet d'observer des cultures de plein champ de blé, de luzerne, de maïs et de foin coupé, ainsi que des pâturages en sol sablonneux (à droite) et en sol argileux plus dense (à gauche).





## **Ententes de collaboration et programmes de soutien**

### **Participation aux programmes ERS-1 et JERS-1**

En 1991, l'Agence spatiale européenne (ESA) lançait son premier satellite d'observation de la Terre à radar expérimental, l'ERS-1. Ce satellite est équipé de trois principaux instruments : un appareil actif à micro-ondes permettant l'imagerie RAS; un altimètre et un radiomètre. Le RAS à bande C (C-VV) est capable de produire des images de fine résolution (environ 30 m sur 30 m) sur sa largeur de balayage de 100 km. La géométrie de visée du capteur se limite aux faibles angles d'incidence (23 à mi-balayage), ce qui convient tout particulièrement aux applications touchant les glaces et les océans. Le gouvernement du Canada a pris part aux phases de conception, de fabrication et d'exploitation du projet ERS-1, ainsi qu'à la construction d'installations de réception et de traitement de données répondant aux besoins des Canadiens.

Des arrangements semblables portant sur l'utilisation des données du RAS JERS-1 ont été conclus entre le CCT et l'Agence nationale de développement spatial du Japon depuis le lancement de ce satellite en 1992. Le RAS expérimental JERS-1 est principalement destiné à des applications nécessitant une analyse topographique.

Les ressources du Canada en matière de réception et de traitement des données provenant des RAS ERS-1 et JERS-1 offrent d'excellentes occasions de développement d'applications avant le lancement du satellite canadien RADARSAT en 1995.

### **Annonces d'occasion**

Les participants du PDDR peuvent accéder aux données des RAS ERS-1 et JERS-1 après une annonce d'occasion en provenance du CCT. L'accent est mis sur l'utilisation efficace des données dans des domaines d'application qui intéressent les utilisateurs à des fins commerciales et opérationnelles. Des chercheurs qualifiés reçoivent sans frais des quantités d'images raisonnables pour leurs projets de développement d'applications.

Une annonce d'occasion (AO) devrait avoir lieu avant le lancement de RADARSAT. Cette annonce comportera trois facettes, soit la science internationale, les besoins nationaux et les applications commerciales.





## ***Une Vision d'avenir - Le PDDR dans les années 90***

### ***Nouvel accent et nouveaux besoins***

Au cours des prochaines années, le PDDR mettra l'accent sur des projets pilotes et de démonstration conjoints et limitera son apport aux composantes scientifiques. Les utilisateurs et les autres ministères du gouvernement devront apporter une contribution importante dans le but de fixer et d'atteindre les objectifs de projets particuliers. Le Programme sera axé sur l'utilisation des images du RAS ERS-1 pour le développement d'applications et encouragera l'utilisation des ensembles de données existants. Le système RAS C/X aéroporté du CCT servira à des projets de recherche nécessitant sa diversité de fréquence et de polarisation. Le PDDR favorisera le développement d'ensembles de données complémentaires assurant l'intégration des données RAS, et d'autres données de télédétection. Des échantillons d'ensembles de données, de la documentation et du matériel didactique seront préparés dans le but de faire connaître les progrès les plus récents à l'ensemble des utilisateurs.

### ***Fonds pour propositions spontanées du PDDR***

Depuis 1992, le PDDR comporte une composante de développement industriel, qui prend la forme de fonds pour propositions spontanées de plus de 400 000 \$ par année. L'objectif visé consiste à favoriser le développement des produits et services commerciaux fournis par le secteur privé au Canada et à aider les organismes provinciaux à développer leur capacité d'utilisation des données RAS à des fins opérationnelles.

### ***Conclusion***

Le développement des applications potentielles du système RADARSAT canadien est exposé à de nombreuses considérations d'ordre pratique. Grâce aux recherches continues menées au CCT ainsi qu'aux efforts de collaboration avec l'industrie, avec d'autres organismes gouvernementaux et avec des institutions d'enseignement, l'utilisation efficace des données RAS pour la surveillance de l'environnement et l'analyse des ressources naturelles prendra de plus en plus d'ampleur, appuyée qu'elle sera par le Programme de développement des données radar.



## Liste des sigles

AO	Annonce d'occasion
ASC	Agence spatiale canadienne
CCT	Centre canadien de télédétection
CGC	Commission géologique du Canada
ÉMR	Énergie, Mines et Ressources Canada
ERS-1	Satellite européen de télédétection
ESA	Agence spatiale européenne
JERS-1	Satellite japonais d'observation des ressources de la Terre
PAT	Programme d'amélioration des techniques
PDDR	Programme de développement des données radar
RAS	Radar à antenne synthétique
RESORS	Système en direct de recherche documentaire sur la télédétection
RSI	Radarsat International Inc.
SIG	Système d'information géographique
SIR	Capteur radar de la Navette
SLCT	Secteur des levés, de la cartographie et de la télédétection

## Remerciements

Services de soutien, texte et publication : AERDE Environmental Research, Halifax, en collaboration avec le Bureau des projets désignés, Centre canadien de télédétection/ÉMR Canada. Nous tenons à remercier sincèrement les nombreux participants du PDDR qui ont fourni des textes et des illustrations.

Conception graphique, illustrations : Julie Allard et Marguerite Trindade.

## Crédits pour les images

Les images de radar aéroporté ont été acquises dans le cadre du Programme de développement des données radar (PDDR) au moyen du système RAS C/X aéroporté du CCT. L'Agence spatiale européenne (ESA) détient les droits d'auteur sur les images RAS d'ERS-1.

## Autres renseignements

On peut obtenir de plus amples renseignements sur le Programme de développement des données radar (PDDR) en s'adressant au Bureau des projets désignés, Centre canadien de télédétection / ÉMR Canada, 588, rue Booth, 4e étage, Ottawa, Canada K1A 0Y7. Télécopieur : 1-613-947-1383

Décembre 1992





*Agrandissement  
d'image du RAS ERS-1,  
frontière Alberta-  
Montana / (Copyright  
ESA, avec la  
permission de RSI)*