

**4<sup>E</sup> SYMPOSIUM**  
CANADIEN SUR LA  
**TÉLÉDÉTECTION**

**1977**

Des exemples peuvent  
être obtenus en écrivant  
à:

Copies are available  
from:

Canadian Aeronautics and Space Institute/  
Institut aéronautiques et spatial du Canada  
Suite 60, 75 Sparks Street  
Ottawa, Ontario



J

3505573

7205/4

THE FOURTH CANADIAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING  
LE QUATRIEME SYMPOSIUM CANADIEN SUR LA TELEDETECTION

Commanditaire

La Société canadienne de télédétection  
de l'Institut aéronautique et spatial  
du Canada

Sponsor

The Canadian Remote Sensing Society of  
the Canadian Aeronautics and Space  
Institute

Co-Commanditaires

Le Ministère des pêches et environ-  
nement Canada  
Le Centre canadien de télédétection  
L'Association québécoise de télédé-  
tection  
L'Institut canadien des sciences  
géodésiques

Co-Sponsors

The Department of Fisheries and the  
Environment Canada  
The Canada Centre for Remote Sensing  
L'Association québécoise de télédé-  
tection  
The Canadian Institute of Surveying

Hôte

Le Ministère des Terres et Forêts du  
Québec

Host

The Department of Lands and Forests,  
Quebec

Directeur Général

K.P.B. THOMSON  
(Centre canadien de télédétection)

General Chairman

K.P.B. THOMSON  
(Canada Centre for Remote Sensing)

Comité du programme technique

Président  
J. KRUIUS  
(Ministère des pêches et environ-  
nement Canada)  
J.F.R. GOWER  
J. WIGHTMAN  
(Ministère des pêches et environ-  
nement Canada)  
J.S. SCHUBERT  
(Gregory Geosciences Ltd.)  
G. ROCHON  
(Université Laval)  
H. AUDET  
(Ministère des Terres et Forêts du  
Québec)  
R.T. LOWRY  
F. MACDONNELL  
(Centre canadien de télédétection)

Technical Program Committee

Chairman  
J. KRUIUS  
(Dept. of Fisheries and the Environment  
Canada)  
J.F.R. GOWER  
J. WIGHTMAN  
(Dept. of Fisheries and the Environment  
Canada)  
J.S. SCHUBERT  
(Gregory Geosciences Ltd.)  
G. ROCHON  
(Laval University)  
H. AUDET  
(Ministère des Terres et Forêts du  
Québec)  
R.T. LOWRY  
F. MACDONNELL  
(Canada Centre for Remote Sensing)

Comité d'organisation locale

Président  
H. AUDET  
(Ministère des Terres et Forêts du  
Québec)  
Hospitalité - M. SIMARD  
Publicité locale - R. TALBOT  
Bilinguisme et - B. DROLET  
traduction  
Planification technique- A. GRENON  
(Ministère des Terres et Forêts du  
Québec)  
Exposition commercial - C. JOBIN  
(Association québécoise de télédé-  
tection)

Local Arrangement Committee

Chairman  
H. AUDET  
(Ministère des Terres et Forêts du  
Québec)  
Hospitality - M. SIMARD  
Local Publicity - R. TALBOT  
Bilingualism and - B. DROLET  
Translation  
Audio-Visual - A. GRENON  
(Ministère des Terres et Forêts du  
Québec)  
Commercial Exhibits - C. JOBIN  
(Association québécoise de télédé-  
tection)

## PRÉFACE

Le quatrième symposium canadien sur la télédétection, qui a eu lieu à Québec en mai 1977, s'est distingué à bien des égards de ses prédécesseurs. Pour la première fois de son histoire, la publicité entourant ce symposium a été largement répandue à l'extérieur du Canada. La réaction positive de nos collègues des autres pays ne s'est point faite attendre. Tout compte fait, nous reçûmes des délégués de la Suède, de la France, du Brésil, des Etats-Unis, de l'Angleterre, de l'Italie, du Japon, de l'Allemagne de l'Ouest, du Pérou et de la Pologne.

Grâce à une subvention du Secrétariat d'Etat, la société canadienne de télédétection a pu pourvoir un service de traduction simultanée dans les deux langues officielles. Cette particularité aida sûrement à garantir la pleine participation de la communauté canadienne de télédétection dans ce symposium. Nos hôtes québécois, avec leur ingéniosité pour l'hospitalité, surent ajouter ce petit quelque chose qui laisse un agréable souvenir de ce symposium.

Enfin, j'aimerais apporter mes remerciements personnels à tous les commanditaires pour leur contribution au succès du quatrième symposium.

## PREFACE

The Fourth Canadian Symposium on Remote Sensing, held in Quebec in May 1977, differed from its predecessors in many respects. For the first time, the Canadian Remote Sensing Symposium was widely advertised outside of Canada. The response from our colleagues in other countries was very impressive. In all, we had participants from Sweden, France, Brazil, the United States, England, Italy, Japan, West Germany, Peru and Poland.

The Canadian Remote Sensing Society arranged, with the assistance of a grant from the Secretary of State, the provision of simultaneous translation in both official languages. This feature helped to ensure the full participation of Canada's remote sensing community in this symposium. Our Quebec hosts, with their special genius for hospitality, added that intangible "extra" that made this symposium such a memorable occasion.

Finally, I would like to add a personal note of thanks to the sponsoring societies and agencies that contributed to the success of the Fourth Symposium.



Dr. K.P.B. Thomson

Directeur-général  
Quatrième symposium canadien  
sur la télédétection

General Chairman  
Fourth Canadian Symposium  
on Remote Sensing

DISCOURS DU MINISTRE DES TERRES ET FORETS  
A L'OCCASION DU BANQUET OFFICIEL  
DU 4e SYMPOSIUM CANADIEN SUR LA TELEDETECTION  
LE 17 MAI 1977, A QUEBEC

BIENVENUE

Au nom du ministère des Terres et Forêts du Québec, je viens souhaiter un bon appétit à tous les convives réunis dans cette salle à l'occasion du banquet officiel du 4e Symposium canadien sur la télédétection.

Il me plaît d'apprendre que ce Symposium prend une allure quasi internationale puisque, en plus des québécois et des canadiens des autres provinces, on me signale la présence de nombreux visiteurs français, américains, suédois ou italiens. A tous nos visiteurs, je dis bienvenue au banquet!

EXPERIENCE PERSONNELLE

Il me fait plaisir de me retrouver pour quelques minutes ce soir parmi un groupe de scientifiques. C'est, comme on dit: "revenir à ses anciens amours"! En effet, je ne vous cacherais pas que j'ai connu la télédétection d'assez près lorsque j'étais professeur à l'Université Laval. J'ai même vécu avec beaucoup d'intérêt les débuts de la télédétection spatiale de l'ère "ERTS".

On pourrait dire qu'à ce moment là la télédétection spatiale venait tout juste de "tomber du ciel". Elle avait été développée dans les années antérieures pour la connaissance de la lune et des planètes. D'autres pourraient dire que la télédétection venait de se "civiliser", puisqu'elle servait auparavant presque exclusivement à des fins militaires. Les seuls satellites destinés à l'observation de la terre pour des applications civiles étaient les satellites météorologiques. Avouons cependant qu'ils étaient déjà très utiles.

Je me rappelle l'arrivée du satellite ERTS en 1972 et de ses belles images en couleurs de la surface terrestre. Dès le début, elles ont attiré l'attention de tous les géologues, dont j'étais. On y avait une vue d'ensemble des structures géologiques sur une grande région.

On disait aussi que ces images pouvaient servir à identifier les peuplements forestiers, les récoltes, les zones de pollution de l'eau, la nature des sols, et bien d'autres choses encore. L'analyse spectrale de la lumière pouvait croire-on livrer la clef de l'identification. La télédétection était à l'âge du "gadget"; elle était encore bien jeune.

THEME GENERAL DU SYMPOSIUM

Le présent symposium semble indiquer que la télédétection a évolué depuis cette époque, du moins si on se fie au thème général que je cite: "La télédétection, une technologie essentielle ayant atteint la maturité sur le plan de la définition des orientations, du développement technologique et des applications concrètes".

Je me réjouis de ce thème qui prétend à la maturité de la télédétection. Je n'ai et je n'aurai malheureusement pas la possibilité d'écouter moi-même les communications présentées et à présenter, mais je ne doute aucunement du sérieux de tous les chercheurs qui y présentent leurs travaux. Je reconnais que le sérieux du symposium me donne une grande confiance en la télédétection et que ça crée chez moi une attitude favorable envers cette discipline. En même temps, je puis vous dire que je suis heureux que le ministère des Terres et Forêts ait encouragé et en partie organisé cet événement scientifique.

LE DEFI DE LA TELEDETECTION

Cependant, certains doutes sur la véritable utilité de la télédétection persistent encore chez ceux que cette technique voudrait ou devrait rejoindre. Je parle des gestionnaires des ressources terrestres et de l'environnement. Je parle également de mon cas personnel puisque les deux ministères dont je suis titulaire englobent la majorité des champs d'application de la télédétection dans la province. Dans ces deux

ministères les besoins ne manquent pas, en ce qui concerne la connaissance de l'environnement et des ressources terrestres. C'est aussi la même chose dans bien d'autres secteurs de responsabilité.

Les forêts, les gisements miniers et leur eaux, sans parler du territoire lui-même et de son environnement, représentent des ressources très importantes au Québec comme dans tous les pays. Partout on a besoin de connaître ces ressources: leur abondance, leur qualité, leur répartition géographique, leur évolution dans le temps. Cette connaissance est un préalable à une exploitation rationnelle des ressources.

Lorsqu'il y a exploitation, on a besoin de connaître l'effet de cette exploitation sur le milieu, et cette information doit se transmettre rapidement vers le gestionnaire afin qu'il puisse réagir au besoin.

Si d'autre part on résume l'ensemble des communications présentées au symposium, on peut conclure que la télédétection a la prétention de répondre à ce besoin:

1. en améliorant le niveau de connaissance du territoire et de ses ressources;
2. en accélérant le transfert d'information vers le gestionnaire;
3. en réduisant les coûts de ce transfert d'information comparativement à d'autres techniques.

Si la télédétection réalise ces promesses, on devra reconnaître que c'est un outil non seulement utile, mais même indispensable pour la gestion du territoire et de ses ressources, principalement dans les pays, comme le Canada, où le territoire est immense et d'accès difficile. Cela est particulièrement vrai dans le contexte québécois, avec notre territoire très vaste, en partie inexploré et ses ressources très abondantes qu'on est loin d'avoir complètement inventoriées.

Le Québec et ses vastes étendues représentent véritablement un défi pour la télédétection.

## PROJET PARTICULIER

En ce qui concerne la foresterie, on a porté à mon attention un projet qui semble vouloir relever ce défi. Ce projet vise non seulement à démontrer les possibilités d'application de la télédétection à la foresterie mais aussi à transférer directement la méthodologie, sous forme opérationnelle, à divers secteurs du Ministère des Terres et Forêts. Ce projet attire d'autant plus mon attention qu'il a été mis de l'avant par des gens de chez nous et qu'il sera mené dans le contexte de la forêt québécoise.

L'approche particulière de ce projet est de réunir les organismes fournisseurs de technologie, les organismes de recherche et les organismes usagers. La présence des organismes usagers à l'intérieur d'un tel projet est à mon avis essentielle, afin de ramener constamment sur terre les autres participants, de cerner les problèmes bien concrets et de faire la critique constante de la démarche et des résultats.

Bien sûr il serait prématuré de conclure immédiatement sur la réussite de ce projet. Cependant, cette approche m'inspire confiance et je me félicite que le Ministère des Terres et Forêts encourage ce projet et y participe. Je souhaite que ce projet atteigne ses objectifs et je veux en même temps exprimer le vœux que des projets semblables soient mis de l'avant dans d'autres champs d'application de la télédétection.

## LE GOUVERNEMENT DU QUÉBEC ET LA TELEDETECTION

Le Gouvernement du Québec s'intéresse à la télédétection depuis longtemps et c'est le Ministère des Terres et Forêts, je ne l'apprend à personne, qui a la responsabilité de ce dossier. Récemment, j'ai demandé aux responsables de ce dossier un rapport sur les possibilités d'application de la télédétection dans tous les programmes gouvernementaux qui s'y prêtent, sur ces modalités d'application et sur les avantages et la rentabilité de cette application. C'est sur la base de ce rapport que sera organisée de façon définitive la télédétection au Gouvernement du Québec et que sera définie l'ampleur des structures permanentes que le gouvernement établira pour prendre en charge ces applications.

## BILINGUISME DE LA TELEDETECTION

Avant de terminer, je voudrais féliciter les organisateurs du Symposium d'en avoir fait un événement intégralement bilingue. Cet aspect favorisera sans aucun doute l'avancement de la télé-détection au Québec.

Dans le même ordre d'idée, on me rapporte que le 4<sup>e</sup> Symposium canadien sur la télédétection a permis une série de rencontres relatives à la terminologie française et anglaise de la télé-détection. Ces rencontres entre une délégation venue de France, un comité québécois et des représentants du Gouvernement d'Ottawa ont mené à une entente sur la réalisation d'un dictionnaire de la télédétection en français et en anglais. Je souhaite bon succès à ce projet.

SALUTATIONS FINALES



Yves Bérubé  
Ministre - Ministère des Terres et  
Forêts  
- Ministère des richesses  
naturelles

CONTENTS

TABLE DES MATIERES

APPLICATIONS CLES	KEY APPLICATIONS
La télédétection en agronomie et pédologie: à la recherche d'une méthodologie Remote Sensing in Agronomy and Pedology: in Search of a Methodology M. GIRARD, C. GIRARD .....	1
Global Agricultural Productivity Estimation from LANDSAT Data Estimation de la productivité agricole globale à partir de données LANDSAT A.R. MACK, J. SCHUBERT, C. GOODFELLOW, P. CHAGARLAMUDI, H. MOORE .....	8
Le traitement numérique des données de LANDSAT pour la cartographie Digitized Data Processing of LANDSAT for Cartography J. BEAUBIEN, S.J. DAUS .....	19
 CLASSIFICATION AUTOMATISEE	 MACHINE-ASSISTED CLASSIFICATION
Biophysical Mapping in Northwestern Ontario from Aircraft and Satellite Remote Sensing Data Application de la télédétection par avion et satellite à la cartographie biophysique d'une région du nord-ouest de l'Ontario N.J. KOZLOVIC, P.J. HOWARTH .....	27
Computer-Assisted Forest Land Classification by Means of Several Classification Methods on the CCRS IMAGE-100 Classification automatisée des terres forestières au moyen de plusieurs méthodes de classification utilisant l'analyseur IMAGE-100 du Centre canadien de télédétection Y.J. LEE, F. TOWLER, H. BRADATSCH, S. FINDING .....	37
Etude de la dynamique de l'impact de l'Aéroport International de Mirabel Study of the Dynamics of the Impact of Mirabel International Airport M. KUGLER-GAGNON .....	47
Surficial Geology in the Pas Area of Manitoba: An Application of Digital LANDSAT Data Géologie superficielle dans la région de le PAS au Manitoba: utilisation des données numériques LANDSAT V. SINGHROY, W. BRUCE .....	57

Evaluation d'une méthode d'interprétation semi-automatique pour la cartographie des zones de coupe dans le sud du Territoire de la Baie James Evaluation of a Method of Semi-Automatic Interpretation for the Cartography of Clearcut Zones in the Southern James Bay Area P. LAFRAMBOISE, P. BEDARD .....	67
--	----

POT-POURRI

POT-POURRI

A Basis for Multistage Forest Inventory in the Boreal Forest Region Base pour la réalisation d'un inventaire forestier à plusieurs niveaux dans la région boréale C.L. KIRBY, P.I. VAN ECK .....	71
--	----

An Efficient Algorithm for Classification of LANDSAT Data Un algorithme efficace pour la classification des données LANDSAT M. GOLDBERG, P.M. NARENDRA .....	95
--	----

Quantitative Predictions of Chemical Soil Conditions from Multi- spectral Airborne Ground and Laboratory Measurements Prévisions des états chimiques des sols au moyen de mesures multispectrales effectuées en laboratoire, sur le terrain et par voie aérienne H. SCHREIER .....	106
---	-----

Ocean Information and Management Systems Systèmes de surveillance et de gestion des océans L.W. MORLEY, D.J. CLOUGH, A.K. MCQUILLAN .....	113
---	-----

APPLICATIONS A L'HYDROLOGIE

HYDROLOGY APPLICATIONS

Satellite Imagery Analysis of Snow Cover in the Saint John and Souris River Basins Application des images obtenues par satellite à l'étude de la couverture neigeuse des bassins du fleuve Saint-Jean et de la rivière Souris H.L. FERGUSON, S. LAPCZAK .....	126
--	-----

A Study of Snowmelt Progression from Winnipeg to the Arctic Islands Using ERTS Photographs Utilisation des photographies ERTS pour l'étude de la progression de la fonte des neiges de Winnipeg aux Iles Arctiques R. HOFER, G. FULLER .....	143
--	-----

A Key Study on the Interpretation of Regional Soil Moisture on Satellite Imagery Une étude-clef de l'interprétation de l'humidité des sols régionaux aux images obtenues par satellite S. PALABEKIROGLU .....	149
---	-----

Use of Topographic Data for Land-Use Land-Cover Identification by LANDSAT Imagery Utilisation des données topographiques pour l'identification de l'utilisation et du couvert des sols par images LANDSAT S.I. SOLOMON, A.S. AGGARWAL, T. NAZAR, T. CHADWICK .....	158
--	-----

INFRAROUGE THERMIQUE

THERMAL INFRARED

Thermal Studies of the Grand Banks Gulf Stream Slope Using Airborne Radiation Thermometers and Satellite Data Utilisation des données de satellite et de thermomètres radiométriques aéroportés pour l'étude des effets du Gulf Stream dans la région de Grand Banks H.G. KETCHEN, P.E. LA VIOLETTE, R.D. WORSFOLD .....	163
---	-----

Télétection des caractéristiques thermiques des surfaces terrestres végétalisées: essai de clef d'interprétation Remote Sensing of the Thermal Characteristics of Ground Surfaces Covered with Vegetation: Trial Interpretation Key F. BONN, R. BROCHU, M. LAJEUNESSE .....	180
---	-----

Enfin la température vraie et la haute résolution (deux nouveaux radiomètres aéroportés) At Last Real Temperature and High Resolution (Two new airborne radiometers) P. BRICARD, M. VIEILLEFOSSE .....	189
--	-----

Interpretation and Planning of Thermal IR Imagery Interprétation de l'imagerie infrarouge thermique et planification des missions de prise de vues J. VLCEK .....	200
--	-----

Diurnal Temperature Variations and Their Usefulness in Mapping Sea and Ice from Thermal Infrared Imagery Les variations de température diurnes et leur application à la cartographie des glaces marines à partir de l'imagerie infrarouge thermique J. CIHLAR, K.P.B. THOMSON .....	208
--	-----

Detection of Heat Loss from Buildings Through Aerial Thermography: Applications and Methodology Détection des pertes thermiques des bâtiments par thermographie aérienne: applications et méthodologie G.R. LAWRENCE .....	220
--	-----

SYSTEMES

SYSTEMS

The Canada Centre for Remote Sensing's Image Analysis System (CIAS) L'analyseur d'images du Centre canadien de télédétection (CIAS) D.G. GOODENOUGH .....	227
---	-----

Activités du groupement pour le développement de la télédétection aérospatiale (G.D.T.A.) Activities of the groupement pour le développement de la télédétection aérospatiale (G.D.T.A.) H. GUICHARD, M. GUY, L. LAIDET, Y. VUILLAUME .....	245
---	-----

Méthodologie utilisée par le CNES pour la rectification d'images prises à bord d'avion Methodology Used by the CNES for the Correction of Images Taken from an Airplane J.L. BESSIS, G. SAINT, J.P. CARROU .....	254
--	-----

APPLICATIONS DE LANDSAT

LANDSAT APPLICATIONS

Computer Processing of LANDSAT Data as a Means of Mapping Land Use for the Canada Land Inventory Le traitement des données LANDSAT par ordinateur: un moyen de cartographier l'utilisation des sols pour l'inventaire des terres du Canada J.S. SCHUBERT, J. THIE, D. GIEMAN .....	268
---	-----

The Mapping of Ecological Land Units of Labrador Utilizing LANDSAT Imagery La cartographie des zones écologiques du Labrador au moyen d'images LANDSAT N.A. PROUT .....	282
---	-----

Mapping Mine Wastes with LANDSAT Images Cartographie des déchets de mines au moyen d'images LANDSAT H.D. MOORE, J.H. ADAMS, A.F. GREGORY .....	294
--	-----

Etude de la dynamique des eaux du lac Saint-Jean au Québec, à l'aide des satellites LANDSAT-1 et LANDSAT-2 Study of the Dynamics of the Waters of Lac Saint-Jean, Quebec, Using LANDSAT-1 and LANDSAT-2 Satellites G. JONES, W. SOCHANSKA, J.-P. FORTIN .....	305
---	-----

Un système automatisé d'analyse des caractéristiques des lacs par satellite A Computerized System for Analyzing Lake Characteristics by Satellite G. ROCHON .....	313
---	-----

Progress Toward a LANDSAT Water Quality Monitoring System Evolution vers un système LANDSAT de surveillance de la qualité des eaux T.T. ALFOLDI, J.C. MUNDAY .....	325
---	-----

Etude du delta central du fleuve Niger dans le cadre du projet "Saphyr" (Satellite Project Hydrology Research) Study of the Central Delta of the Niger River Project "Saphyr" (Satellite Project Hydrology Research) N. BIED-CHARRETON, J. CRUETTE, G. DANDOY, G. DUBEE, J.P. LAMAGAT, J. NOEL .....	341
Etude spécifique d'une culture (riz) par télédétection: cartographie et évaluation de production Specific Study of Rice Culture by Remote Sensing: Cartography and Production Evaluation T. LE TOAN .....	355
Expérimentation sur l'utilisation des données LANDSAT pour l'étude écologique des zones arides de Tunisie (expérience Arzotu) Experimenting with LANDSAT Data to Carry Out Ecological Studies of the Arid Zones of Tunisia (Arzotu Experiment) G. LONG, B. LACAZE, G. DEBLISSCHE, E. LE FLOC'H, M. STA-M'RAD, R. PONTANIER, A. LE COCQ .....	365
INTERPRETATION DES DONNEES MICRO-ONDES	INTERPRETATION OF MICROWAVE DATA
Interpretation Techniques for X-Band SLAR Techniques d'interprétation des images SLAR (bande X) J.T. PARRY .....	376
Microwave Sensing of Sea Surface Wave Patterns Etude de la forme des vagues à la surface de la mer par télédétection dans la gamme des micro-ondes J.F.R. GOWER .....	395
A Joint Topside - Bottomside Remote Sensing Experiment on Arctic Sea Ice Etude des glaces marines arctiques: une expérience de télédétection par voies aérienne et sous-marine P. WADHAMS, R.T. LOWRY .....	407
Scatterometer and SLAR Results Obtained over Arctic Sea-Ice and their Relevance to the Problem of Arctic Ice Reconnaissance Etude des glaces marines de l'arctique par diffusomètre et SLAR et importance des résultats obtenus pour la reconnaissance des glaces arctiques A.L. GRAY, R.O. RAMSEIER, W.J. CAMPBELL .....	424
Vegetation Classification with Digital X-Band and L-Band Polarized SAR Imagery Classification de la végétation par images SAR numérisées (Bandes X et L) sous double polarisation R. SCHUCHMAN, R.T. LOWRY .....	444

Radar Techniques in the Measurement of Floating Ice Thickness  
 Emploi du radar pour la mesure de l'épaisseur des glaces  
 flottantes  
 R.H. GOODMAN, E. OUTCALT, B.B. NAROD ..... 459

A Synthetic Aperture Radar (SAR) Program for Environmental  
 and Resource Management in Canada  
 Programme d'application du radar à ouverture synthétique (SAR)  
 à la gestion de l'environnement et des ressources au Canada  
 R. INKSTER, M. KIRBY ..... 469

SYSTEMES RADAR

RADAR SYSTEMS

Traitement d'interférogrammes de radar à ouverture synthétique  
 Processing of Synthetic Aperture Radar Interferogrammes  
 N. BROUSSEAU ..... 474

On the Analysis of Airborne Synthetic Aperture Radar Imagery  
 of the Ocean  
 Analyse des images de l'océan obtenues au moyen d'un radar  
 aéroporté à ouverture synthétique  
 R.T. LOWRY, D.G. GOODENOUGH, J.S. ZELENKA, R.A. SHUCHMAN ..... 480

ETUDES MULTISPECTRALES

MULTISPECTRAL STUDIES

Etude sur la survie de la luzerne au Québec au moyen de photos  
 couleurs et infrarouges à des échelles de 1:60000 et 1:40000  
 Study of the Survival of Alfalfa in Quebec Carried out Through  
 Infrared and Colour Photographs at Scales of 1:60000 and 1:40000  
 R. PAQUIN, G. LADOUCEUR, R. DESROSIERS, A. MACK ..... 506

Emploi de la télédétection - thermographies et photographies en  
 couleurs infrarouges - dans les reconnaissances géologiques de sites  
 de barrages: exemple de quatre cas précis  
 Application of Remote Sensing - Infrared Colour Thermal Profiles  
 and Photofacsimiles - with respect to the Geological Reconnaissance  
 of Dam Sites: Examples of Four Specific Cases  
 L. CAILLON, J. CL. GROS, CH. BELIARD, P. CH. LEVEQUE ..... 516

A Method for the Remote Measurement of the Vertical Distribution  
 of Phytoplankton in Seawater  
 Méthode de mesure à distance de la distribution verticale du  
 phytoplancton dans la mer  
 J.F.R. GOWER, R.A. NEVILLE ..... 532

Télédétection de la chlorophylle, une nouvelle approche expérimentale  
 du problème  
 Remote Sensing of Chlorophyll: A New Experimental Approach to the Problem  
 P.Y. DESCHAMPS, P. LECOMTE, M. VIOLLIER ..... 543

CORRECTIONS GEOMETRIQUES ET RADIOMETRIQUES/GEOMETRIC AND RADIOMETRIC ADJUSTMENTS

Recognition and Modification of Areas Less Than a Minimum  
Reconnaissance et modification des régions ayant une superficie  
inférieure à un certain minimum  
W.A. DAVIS, F.G. FEET ..... 549

Le traitement par ordinateur des données de télédétection et leur  
cartographie automatique  
Computer Treatment of Remote Sensed Data and Automatic Cartography  
D.J. DAVID, G. JOLY, F. VERGER ..... 558

Génération automatisée de points de contrôle sur les images LANDSAT  
Computerized Generation of Control Points on LANDSAT Imagery  
A. SCOTT, G. ROCHON ..... 565

Comparison of Two Methods to Determine the Path Radiance Observed  
from Above the Atmosphere  
Comparaison de deux méthodes de détermination de la radiance de  
parcours observée du haut de l'atmosphère  
N.T. O'NEILL, J.R. MILLER ..... 573

LANDSAT Atmospheric Correction at CCRS  
Les corrections atmosphériques des données LANDSAT au Centre  
canadien de télédétection  
F.J. AHERN, D.G. GOODENOUGH, S.C. JAIN, V.R. RAO, G. ROCHON ..... 583

Diffuse Backscatter of Solar Radiation  
Rétrodiffusion de la radiation solaire  
E.J. LANGHAM ..... 595

DELEGATES ..... 602

LA TELEDETECTION EN AGRONOMIE ET PEDOLOGIE :  
A LA RECHERCHE D'UNE METHOLOGIE

REMOTE SENSING IN AGRONOMY AND PEDOLOGY :  
IN SEARCH OF A METHODOLOGY

Michel C. Girard et Colette M. Girard  
Maître-Assistant et Assistant

à

l'Institute National Agronomique Paris-Grignon  
78 850 Thiverval-Grignon  
FRANCE

RESUME

En matière d'utilisation de la télédétection en Agronomie et Pédologie, deux aspects sont importants: l'enregistrement et le traitement des données.

I. ENREGISTREMENT

On doit choisir les bandes de longueur d'onde utilisées en fonction du sujet étudié: végétation ou sol. Le choix de l'altitude est très important: il est nécessaire de percevoir la parcelle d'un Ha, mais aussi de voir l'ensemble de l'unité de paysage (plusieurs milliers d'Ha).

En choisissant bien ses longueurs d'ondes (3-4 bandes) et en comparant des images prises à plusieurs dates (2 ou 3), on peut détecter les divers types de sol et les diverses espèces.

II. TRAITEMENT

Il existe trois types de traitement des données: l'approche analytique, l'approche statistique, l'approche cartographique. Chacune de ces approches est expliquée. On présente ses avantages et ses imperfections pour une utilisation en agronomie, et spécialement en pédologie.

On évoque en conclusion les quatre problèmes de rapidité, de fiabilité, de précision et de coût, que se posent les utilisateurs.

ABSTRACT

Two aspects are most important in using remote sensing in the field of agronomy and pedology: these are data recording and data handling.

I. Data recording

The wavelength bands must be chosen on the basis of the subject studied, namely, vegetation or soil. The choice of altitude is very important. In this regard, it is necessary to perceive not only the one-hectare plot but also the landscape unit (several thousand hectares).

By choosing appropriate wavelengths (three or four bands) and comparing the images taken on several dates (two or three), the various types of soil and the different species may be detected.

II. Data Handling

There are three types of data handling: the analytical approach, the statistical approach and the cartographic approach. Each of these approaches is explained, and the advantages and drawbacks of using each approach in agronomy and especially in pedology are detailed.

To conclude, the four problems of speed, reliability, accuracy and cost are outlined.

Presented to the 4th Canadian Symposium on Remote Sensing, Québec City, May 1977.

## INTRODUCTION

Depuis quelques années est apparu un ensemble de techniques scientifiques qui permettent d'avoir une approche nouvelle des phénomènes et des objets qui nous entourent : la télédétection.

Deux aspects doivent être pris en considération :

1- L'enregistrement des données comporte le choix du capteur, sa définition, sa mise en oeuvre ; le choix du vecteur, son altitude, sa mise en oeuvre ; les choix des types d'enregistrements se font par rapport aux traitements que l'on désire effectuer.

2- Le traitement des données est le domaine des interprètes. Le choix des types de traitements se fait par rapport aux résultats escomptés.

Il est nécessaire que les scientifiques précisent bien quels sont les domaines d'application de la télédétection pour chaque thème en fonction : de la précision désirée, du problème posé, des capteurs utilisés, du vecteur choisi, de la période où l'enregistrement a été fait, du traitement de l'image effectué, de l'utilisation qui a été faite du traitement, de l'interprétation faite par le thématicien à partir des données issues du traitement de l'image.

L'approche d'un thème par la télédétection ne peut se faire que dans le cadre d'une étude intégrée.

## PRELEVEMENT DES DONNEES

Le premier problème qui se pose pour celui qui veut utiliser la Télédétection en aménagement est le choix des capteurs et des vecteurs nécessaires pour résoudre son problème. Ce choix est fonction du but poursuivi. Il est donc nécessaire de se fixer un but précis et de s'y tenir, ce qui est souvent assez compliqué en aménagement. Ces deux aspects correspondent au choix des longueurs d'onde et des altitudes.

### Les longueurs d'onde

Les schémas généraux des courbes spectrales des divers objets (sol, végétal, eau...) sont bien connus. Encore faudra-t-il les avoir toujours en mémoire au moment de l'interprétation et du traitement des données.

Les trois éléments : eau, sol, végétal, peuvent s'identifier facilement en choisissant bien les bandes spectrales.

C'est particulièrement facile pour les végétaux puisqu'ils sont directement visibles et qu'ils présentent divers pics dans leurs signatures spectrales ainsi que diverses bandes d'absorption. Mais si l'on veut distin-

guer les divers végétaux, il est beaucoup plus difficile de trouver une interprétation bi univoque.

Pour les sols, les courbes spectrales sont continues. Aussi, est-il beaucoup plus difficile de trouver un ensemble de bandes qui différencie les sols. La difficulté est accrue par le fait que le sol est souvent recouvert de végétation. Or, dans les pays où l'homme a déjà eu une longue influence, la végétation est rarement en relation directe avec le sol, donc la végétation complique l'interprétation. D'autre part, la réponse des sols dans l'infra-rouge thermique et dans les micro-ondes est encore peu connue, bien que des études se développent actuellement en ce sens.

Pour l'eau, s'il s'agit de l'eau libre, les techniques développées ces dernières années commencent à donner des résultats satisfaisants. On distingue leurs profondeurs leur eutrophisation ainsi que leur charge en éléments solubles ou en éléments en suspension. En ce qui concerne les zones de plus ou moins grande humidité, les résultats ne sont pas très précis et il est difficile de différencier dans les réponses ce qui est dû au végétal, au sol ou à l'eau proprement dite.

Les bandes nécessaires à la distinction des sols, des végétaux et de l'eau sont différentes. Pour analyser un paysage, il faudra choisir un ensemble de bandes qui permette la détection de ces trois éléments. Il faudra prendre le moins de bandes possible afin de pouvoir les traiter sans difficulté.

C'est ainsi que si la compréhension des unités de paysage nécessite plus une analyse des groupements végétaux que des sols, ou plus des sols que de l'eau, il faudra choisir les bandes spectrales différemment.

### Les altitudes

Deux facteurs interviennent dans le choix de l'altitude :

- La plus petite aire que l'on veut définir. Elle correspond à la résolution pour les balayeurs multibandes. Elle correspond à une surface de 0,1 mm de côté sur le document photographique.

- La plus grande zone que l'on désire voir sur un même document. Pour comparer plusieurs unités de paysage d'une façon fiable, il est nécessaire de bien saisir leur contraste. Pour cela, il faut que la limite entre les deux unités apparaisse entièrement sur une seule image.

Si l'on veut être précis dans l'analyse, il faut un vecteur à basse altitude (1-5 km). Si l'on veut être synthétique, cou-

vrir de grandes surfaces mais avec peu de précisions, on peut utiliser un vecteur à haute (5-50 km) ou très haute altitude.

Le tableau 1 présente les différents éléments nécessaires à une prise de décision, pour l'étude du milieu naturel en vue de l'aménagement des régions où l'action de l'homme date de plusieurs siècles.

Les photographies et images à haute altitude semblent particulièrement efficaces pour établir deux types de régions rurales.

- Les régions rurales homogènes : elles comportent des unités de paysage assez proches.
- Les régions rurales diversifiées : elles comportent une mosaïque d'unités de paysage divers mais dont les relations suivent un modèle régulier.

C'est ainsi qu'on a pu cartographier en 5 jours d'interprétation 550 000 Ha (1,2) et en tirer une dizaine de cartes thématiques : géologie, géomorphologie, occupation du sol, couvert végétal, parcellaire, pédologie, unités de paysage, régions agricoles. Ceci a permis de présenter des modifications de la carte pédologique de France au 1/1 000 000 ème.

Le capteur était un Hasselblad avec émulsions panchromatique et fausse-couleur. Le vecteur était un ballon stratosphérique volant à 32 km d'altitude. La prise de vue s'est effectuée en Novembre, dans le Sud-Est de la France.

#### La date

La date est un facteur fondamental de l'interprétation.

Les nouveaux vecteurs et capteurs sont soumis à cette même contrainte.

Plus on vole haut, plus l'on risque de voir les nuages ou leur ombre constituer un écran entre la terre et le capteur. Et en l'état actuel de nos connaissances, plus la longueur d'onde augmente, plus il est nécessaire de voler à des dates et à des heures précises si l'on veut tirer tout le profit que peuvent apporter ces bandes de longueur d'onde.

Pour des travaux de recensement du milieu naturel en vue d'un aménagement, les images diachroniques sont un des atouts majeurs pour l'interprétation. Souvent, elles pallient à l'imprécision des réponses spectrales spécifiques de tel ou tel élément. En agronomie, il est bien plus facile de différencier les diverses cultures à partir de 3 images prises à 3 moments différents de l'année qu'à partir de 10 images provenant d'un B.M.B., prises au même moment (Tab. 2).

#### LA METHODOLOGIE DU TRAITEMENT, EN MATIERE DE SOL

Il est peut-être encore trop tôt pour tenter une synthèse des traitements des données de télédétection. Par contre, il est possible de proposer un premier essai pour telle ou telle science. La suite concernera l'agronomie, et plus spécifiquement, les sols.

Les questions le plus souvent posées par les pédologues sont les suivantes.

1- A quoi la télédétection peut-elle servir en Pédologie ?

2- Comment faut-il utiliser et interpréter les documents fournis par la Télédétection, en vue : d'une définition globale du sol (Classification), d'une approche analytique du sol, d'une approche cartographique du sol, d'une approche agronomique du sol ?

On ne peut apporter des réponses précises à ces questions que dans des cas particuliers.

Par contre, il est possible d'envisager les diverses méthodes de traitement des données de télédétection actuellement appliquées et de préciser pour chacune d'entre elles son impact en pédologie.

Il existe actuellement trois approches du traitement des données de télédétection :

approches analytique, statistique, cartographique.

#### Approche analytique

Les données à traiter sont des réponses (réflectance, émittance) électromagnétiques propres, mais à distance, d'objets précis. Il est logique de vouloir les comparer avec les réponses correspondantes de l'objet à faible distance.

On reconstitue la signature spectrale de l'objet, à partir des valeurs des réflectances obtenues par le capteur, à distance. Si cette signature est comparable à celle obtenue sur le terrain, on assimile l'unité détectée, au sol de référence (3).

Cette approche est séduisante, mais actuellement, elle ne donne pas de résultats satisfaisants pour différentes raisons :

1. Les réponses ne dépendent du sol que si la couverture végétale est inférieure à 20 % de recouvrement.
2. Il faut que sur la surface correspondant à la résolution le sol soit homogène.
3. On ne sait pas exactement quels sont les éléments du sol qui modifient les signatures spectrales.