

Record Number: 93660
Author, Monographic: Bernier, M.//Gauthier, Y.//El Battay, A.//Fortin, G.//Bonnifait, L.//Ouarda, T. B. M. J.//van Bochove, E.
Author Role:
Title, Monographic: Suivi des caractéristiques du couvert nival, du sol et de la glace de rivière à l'aide des techniques de télédétection et de modélisation. Rapport d'étape no 3
Translated Title:
Reprint Status:
Edition:
Author, Subsidiary:
Author Role:
Place of Publication: Québec
Publisher Name: INRS-Eau, Terre & Environnement
Date of Publication: 2002
Original Publication Date: 31 mars 2002
Volume Identification:
Extent of Work: v, 28
Packaging Method: pages incluant un annexe
Series Editor:
Series Editor Role:
Series Title: INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche
Series Volume ID: 617 e3
Location/URL:
ISBN: 2-89146-504-0
Notes: Rapport annuel 2002-2003
Abstract: Numéro de rapport et ISBN demandés par Johanne le 20021210, attribué par jean-daniel 5.00\$
Call Number: R000617 e3
Keywords: rapport / ok/ dl

***Suivi des caractéristiques du couvert nival, du sol
et de la glace de rivière à l'aide des techniques de
télédétection et de modélisation***

Rapport de recherche No R-617-e3

Mars 2003

RAPPORT D'ÉTAPE

**Suivi des caractéristiques du couvert nival, du sol et de la glace de
rivière à l'aide des techniques de télédétection et de modélisation**

Par

Monique Bernier (PI)

Yves Gauthier, Ali El Battay, Guillaume Fortin,

Laurent Bonnifait, Taha Ouarda (INRS-ETE)

et Eric Van Bochove (Agriculture Canada)

Rapport de recherche No R-617-e3

31 mars 2003

TABLE DES MATIÈRES

TABLES DES MATIÈRES	iii
LISTE DES FIGURES	v
1. OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DE LA RECHERCHE POUR 2002-2003	1
2. CONTRIBUTION AU PROGRAMME CRYSYS	3
3. BILAN DES ACTIVITÉS RÉALISÉES DE JUIN 2002 À MARS 2003	5
4. ÉCHÉANCIER 2002-2003 RÉVISÉ	13
5. DISPONIBILITÉS DES DONNÉES DE TERRAIN (<i>DATA OUTPUTS</i>)	15
6. FORMATION DE CHERCHEURS	17
7. CONCLUSION	19
RÉFÉRENCES CITÉES.....	21
ANNEXE	23

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : RELATION LINÉAIRE ENTRE LES VALEURS MOYENNES DE PERMÉABILITÉ ET DE DIFFUSION POUR DIFFÉRENTES COUCHES DE GLACE PRISES LORS DE L'HIVER 2001-2002	6
FIGURE 2 : MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE CARACTÉRISATION CONTEXTUELLE DE LA GLACE DE RIVIÈRE	8
FIGURE 3 : MESURES DE GLACES, 11 FÉVRIER 2003	9
FIGURE 4 : ÉCHANTILLONNAGE DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA TENEUR EN EAU DU SOL	11

1. Objectifs scientifiques de la recherche pour 2002-2003

- 1) Mesurer l'importance relative de différents facteurs physiques et environnementaux affectant la présence des croûtes et des lentilles de glace dans le couvert nival ainsi que les échanges énergétiques, liquides et gazeux entre le sol et l'atmosphère et développer une méthode de suivi, en milieu naturel, des stades de formation et d'évolution des croûtes et lentilles de glace sur toute la période hivernale.
- 2) Dans la poursuite de nos études sur l'efficacité des radar à synthèse d'ouverture (RSO) pour la caractérisation et le suivi du couvert de glace des rivières du sud du Québec, évaluer l'efficacité des capteurs RSO multipolarisations (Convair-580, ENVISAT-1, RADARSAT-2).
- 3) Évaluer l'efficacité des capteurs RSO multipolarisations (Convair-580, ENVISAT-1, RADARSAT-2) pour le suivi du gel du sol en milieu agricole.

2. Contribution au programme CRYSYS

Le programme CRYSYS a été établi afin de reconnaître l'importance de la cryosphère dans les activités socio-économiques du Canada et le besoin de mieux comprendre les interactions cryosphère/climat. Il couvre cinq éléments de la cryosphère : la glace de mer, la neige, la glace de lac et de rivières, les glaciers et le pergélisol. Les activités de recherche menées par le programme CRYSYS utilisent la télédétection, la modélisation, les mesures de terrain et l'intégration de divers types de données ponctuelles (climatiques, hydrologiques, ...) afin de mieux suivre l'état de la cryosphère et de mieux comprendre les processus physiques et leur variabilité. Les trois principaux objectifs de CRYSYS (1999) sont :

- Développer le potentiel des capteurs satellitaires pour suivre et comprendre les variables de la cryosphère dans le temps et l'espace.
- Contribuer au développement et à la validation de modèles locaux, régionaux ou globaux afin de mieux comprendre le rôle de la cryosphère dans les changements climatiques.
- Assembler, maintenir et analyser des ensembles de données (historiques, expérimentales, ou autres) sur la cryosphère pour le développement et la validation de modèles et le suivi du climat.

Les trois objectifs proposés par notre équipe cette année, tout en s'inscrivant dans le programme de recherche de l'INRS-ETE sur le développement de nouveaux outils de télédétection en hydrologie, contribuent à ces trois principaux objectifs de CRYSYS. De plus, ils contribuent à trois objectifs spécifiques de la composante neige de CRYSYS.

- L'amélioration des connaissances sur la variabilité spatiale et aussi temporelle des propriétés du couvert nival et leurs interactions avec le système climatique (objectifs 1, 3).
- La récupération de relevés *in situ* sur les propriétés du couvert nival (objectif 1).
- Le développement et le raffinement d'algorithmes pour estimer les propriétés de la glace de rivière à partir des données micro-ondes actives et passives (objectif 2).

3. Bilan des activités réalisées de juin 2002 à mars 2003

Pour les trois objectifs, l'ensemble des activités s'est déroulé comme prévu (section 4.0).

Objectif 1 : Mesurer l'importance relative de différents facteurs physiques et environnementaux affectant la présence des croûtes et de lentilles de glace dans le couvert nival ainsi que les échanges énergétiques, liquides et gazeux entre le sol et l'atmosphère et développer une méthode de suivi, en milieu naturel, des stades de formation et d'évolution des croûtes et lentilles de glace sur toute la période hivernale.

En juin 2002, une communication intitulée *Changes in the structure and permeability of artificial ice layers containing fluorescent tracer in cold and wet snow cover*, a été présentée par Guillaume Fortin au 59^{ième} Eastern Snow Conference, Stowe, Vermont, en juin. Dr. Martin Schneebeli du Swiss Federal Institute for snow and Avalanche Research est co-auteur de cette communication ainsi que G.H. Jones et M. Bernier de l'INRS-ETE.

Durant l'été 2002, les données recueillies à l'hiver 2001 et 2002 ont été analysées afin d'établir des liens entre certains paramètres environnementaux (vent, température et rayonnement) et les processus de formation, d'évolution et de désagrégation des couches de glace. De plus, le dosage des gaz et le calcul des données de perméabilité intrinsèque ont été terminés et analysés. Tel que mentionné dans la littérature les résultats obtenus démontrent qu'il existe peu de relation entre la perméabilité et la porosité. De plus, les résultats issus de l'hiver 2001-2002 suggèrent qu'il existe une relation entre la diffusion des gaz et la perméabilité intrinsèque des couches et des lentilles de glace (figure 1) par contre la quantité limitée des données disponibles actuellement n'est pas suffisante pour que cette relation soit clairement démontrée. C'est pour cette raison que nous avons acquis des données supplémentaires au cours de l'hiver 2002-2003

afin de pouvoir statuer sur l'existence de telles relations entre ces deux paramètres. D'autre part, suite aux mesures et aux observations faites au cours des derniers hivers, il existe une relation entre les gradients de diffusion de certains gaz (O_2 , N_2O et CO_2) dans le sol et la neige et la présence de couches de glace de faible perméabilité dans le couvert nival. Bref, ce type de masses de glace peut modifier les patrons de diffusion de gaz, du moins pour une échelle spatiale limitée (de l'ordre de quelques mètres).

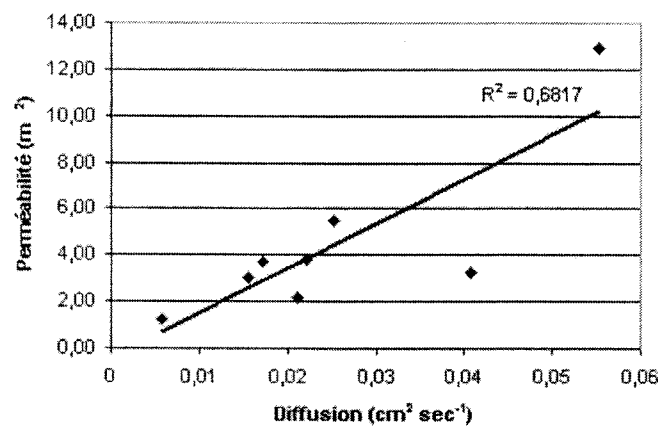


Figure 1 : Relation linéaire entre les valeurs moyennes de perméabilité et de diffusion pour différentes couches de glace prises lors de l'hiver 2001-2002.

Des analyses de la microstructure (porosité, densité ponctuelle et tortuosité) de la neige (Perla, 1982) ont aussi été faites en laboratoire sur des échantillons des couches de glace semi-poreuses qui ont été prélevés conjointement aux prises de mesures de données diffusion et de perméabilité durant l'hiver 2002. Malheureusement, aucune relation significative n'a pu être établit entre les valeurs de microstructure mesurées et les valeurs estimées. Le manque de concordance entre ces données est principalement attribuable au fait que les valeurs mesurées, issues des images macroscopiques, fournissent des valeurs ponctuelles provenant d'un plan (une image) et non d'une série d'images qui permettraient alors de faire des analyses stéréologiques, ce qui fournirait des valeurs moyennes pour un certain volume de glace (un échantillon de $3 cm^3$ par exemple). Par contre, les valeurs estimées de la microstructure, calculé à partir de la densité de la glace, fournissent une valeur moyenne pour l'ensemble de l'échantillon ce qui rend difficile, voire impossible la comparaison entre les deux méthodes. Pour que des analyses stéréologiques soient possibles, il aurait fallut utiliser certains équipements dont nous ne disposions pas. Cette

méthode ne sera donc pas utilisée au cours de l'hiver 2002-2003 et nous nous limiterons donc à estimer les paramètres structuraux à partir de la densité des échantillons de glace.

La dernière campagne de mesures s'est déroulée de la mi-décembre 2002 à la fin mars 2003, les objectifs prévus et atteints sont :

- réalisation des profils stratigraphiques du couvert nival,
- mesures de diffusion et de la perméabilité intrinsèque des couches de glace, et
- suivi de croûtes de glace artificielles.

Durant l'automne 2002, les chambres de diffusion et l'échantillonneur du perméamètre ont été modifiés afin de se conformer à la méthode standard de calcul de la diffusion décrite par Cussler (1984). Cela nous a permis d'obtenir des valeurs de diffusion des gaz plus fiables et constantes. De plus, 15 lysimètres ont été fabriqués et installés à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire J-C Chapais (Lévis, Québec). L'objectif est de recueillir l'eau de fonte sous les croûtes de glace artificielles ce qui nous permettra d'effectuer le bilan de perte de traceur durant l'ensemble de la période hivernale.

L'acquisition de données supplémentaires sur les propriétés physiques du couvert nival et des couches de glace au cours de l'hiver 2002-2003 nous ont permis de raffiner les observations faites au cours des hivers précédents. Parmi ces résultats on note la confirmation d'une relation linéaire entre le coefficient de diffusion et la perméabilité d'une part et d'autre part, l'influence déterminante des couches de glace basale sur les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère. Par contre, le rôle des couches de glace situées à l'intérieur du couvert nival semble plus limité et donc leurs impacts sur les patrons d'écoulement et sur les échanges gazeux seraient plus faibles et localisés en comparaison avec ceux de la glace basale.

Une communication intitulée *Relationship between permeability and gaz diffusion through ice layers in snow cover at an agricultural field near Quebec city*, a été présentée par Guillaume Fortin au *CRYSYS Annual Science Meeting*, Montréal, Mars 23-25, 2003.

Aussi, un article intitulé *Greenhouse Gases Emission from an Agricultural Soil impacted by Ice Layers in a Temperate Snowpack* est actuellement en préparation et sera soumis à la fin avril à la

revue *Hydrological Processes*, les auteurs sont : Guillaume Fortin, Eric van Bochove, Monique Bernier, Georges Thériault, et Gerald H. Jones.

Objectif 2 : Dans la poursuite de nos études sur l'efficacité des radar à synthèse d'ouverture (RSO) pour la caractérisation et le suivi du couvert de glace des rivières du sud du Québec, évaluer l'efficacité des capteurs RSO multipolarisations (Convair-580, ENVISAT-1, RADARSAT-2).

La méthodologie (figure 2), prévoit l'utilisation des images radar et d'un système d'information géographique regroupant les données morphologiques, météorologiques et historiques pour caractériser la glace de rivière à l'aide de l'analyse contextuelle d'une classification orientée-objet.

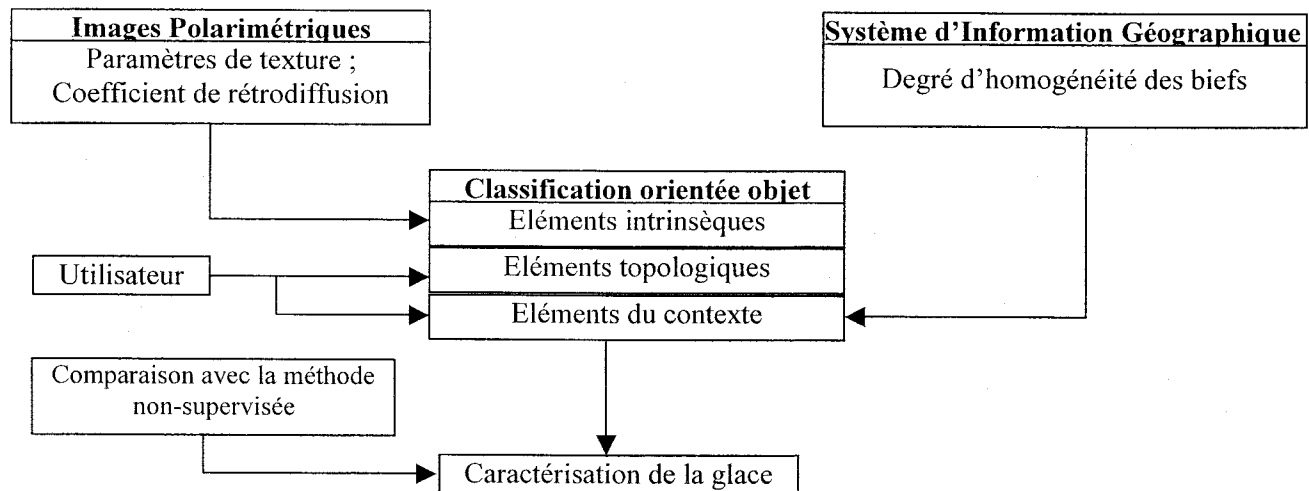


Figure 2 : Méthodologie générale de caractérisation contextuelle de la glace de rivière

→ **Compléter la caractérisation du tronçon étudiée de la rivière :**

Les paramètres à intégrer dans le SIG ont été définis dans le cadre de la préparation de l'examen doctoral d'Ali Elbattay qui a eu lieu le 26 novembre dernier. Le principal objectif de cette thèse est la caractérisation de la glace d'une rivière moyenne à l'aide d'un système d'information géographique et des images du satellite RADARSAT. Les paramètres d'entrée du SIG ont été complétés par une campagne de bathymétrie réalisée du 24 au 26 septembre 2002 sur le tronçon étudié. Les principaux paramètres visés par cette campagne sont la pente générale de la rivière et la profondeur de l'eau tout au long du tronçon étudié de la rivière Saint-François.

→ **Planification et acquisition d'images RADARSAT-1 et polarimétriques (CV-580) :**

Le survol du Convair-580 a été réalisé au-dessus de la rivière Saint-François le 19 février 2003, grâce à une entente de collaboration entre l'ASC et Agriculture et Agroalimentaire Canada, et auquel s'est joint l'INRS-ETE. De plus, pour faire le lien avec les images multipolarisations aéroportées et les images RADARSAT en mode HH, une image RADARSAT-1 en mode Fin (F3) a été acquise le 11 février 2003. Le survol du Convair-580 devait se réaliser simultanément à l'acquisition de l'image RADARSAT-1. Toutefois, les conditions de glace n'ont pas changé significativement durant la semaine de décalage.

→ **Établir des partenariats et mener une campagne de mesures avec des experts de la glace de rivière :**

Comme prévu, un séminaire a été organisé afin de faire le point sur l'état d'avancement des connaissances sur le suivi de la glace de rivière. Il s'est tenu les 10, 11 et 12 février 2003. Ce séminaire intitulé, *MONITORING AND ANALYSIS OF RIVER ICE PROCESSES* a eu lieu la même semaine que les relevés de terrain sur la Saint-François afin de maximiser les échanges scientifiques entre les divers participants et d'élaborer des collaborations futures. Le programme détaillé, la liste des participants et celle des organismes qui ont participé au séminaire sont fournis en annexe. Il faut noter que d'autres individus (organismes) auraient aimés participer au séminaire mais ils n'ont pas pu se libérer ou bien n'ont pu être contactés par les organisateurs.



Figure 3 : Mesures de glace, 12 février 2003.

Afin de pouvoir interpréter les données multipolarisations acquises par le Convair-580 et les images RADARSAT-1, une collecte intense de données sur l'état de la glace a été organisée simultanément au survol. Des collègues du CRREL (Brian Tracy, Steven Daly, James Laatsh, Steve Arcone), de BCHydro (Frank Weber, Martin Jasek), de Environnement Canada (Raymond Bourdages, Stuart Hamilton), de RADARSAT International (Jeff Hurley), de l'Université Laval (Brian Morse), du Canada Centre for Remote Sensing (Joost Van Der Sanden) et du Ministère de l'Environnement du Québec (deux techniciens) se sont joints à l'équipe de l'INRS-ETE pour cette campagne. La mesure des caractéristiques du couvert de glace (rugosité, épaisseur, stratigraphie) et du couvert de neige ont été effectuées sur trois transects représentatifs à l'aide de forages et de mesures de Géoradar. La mesure du débit sous la glace a également été faite sur l'un des transects. La section expérimentale de la rivière (entre Windsor et Drummondville, 50 km) a été aussi survolée le 20 février 2003 en hélicoptère afin d'identifier les types de glace, le pourcentage de couverture par la glace (eau libre) et de localiser les embâcles, le cas échéant.

Ces données serviront à l'analyse des images polarimétriques mais serviront aussi à la compréhension du signal des images RADARSAT-1 en mode Fin acquises les hivers précédents. Les données polarimétriques du Convair-580 seront également intégrées à la méthode pour en valider l'apport supplémentaire d'information.

Une communication *Using contextual analysis to monitor river ice from RADARSAT data*, a été présentée par Ali El Battay au *CRYSYS Annual Science Meeting*, Montréal, mars 23-25, 2003.

Un résumé pour une communication *Using contextual analysis to monitor river ice from RADARSAT data* a aussi été soumis à la *Eastern Snow Conference's 60th annual meeting*, Sherbrooke, Juin 4-6, 2003 Yves Gauthier, Ali El Battay, Monique Bernier et Taha Ouarda de l'INRS-ETE en sont les auteurs.

Objectif 3 : Évaluer l'efficacité des capteurs RSO multipolarisations (Convair-580, ENVISAT-1, RADARSAT-2) pour le suivi du gel du sol en milieu agricole.

En milieu agricole, le gel hivernal du sol cause souvent des dégâts considérables aux cultures telles les luzernières ce qui résultent en des pertes économiques (Asselin, 1991). Il a été établi que les conditions dangereuses pour la luzerne sont un faible couvert de neige, une exposition à

de froides températures et une couche de glace au sol (Belzile, 1987). Dans ce contexte, ils seraient intéressants de connaître les secteurs de risque de gel, d'identifier les différents mécanismes de trappage de la neige, et d'informer les producteurs des mesures correctives à prendre. Une carte du risque de gel dérivé des capteurs RSO serait donc un bon outil d'analyse et de prévention. C'est pourquoi, nous évaluons l'efficacité des capteurs RSO multipolarisations pour le suivi du gel du sol dans le cadre du mémoire de maîtrise de Laurent Bonnifait.

De juin à septembre 2002, la revue de la littérature a été réalisée et portait sur l'utilisation des données RSO pour le suivi du gel du sol (ERS-1, RADARSAT-1), des données multipolarisations en agriculture (missions SIR-C), l'utilisation des SIG comme système de prévisions des risques en environnement. L'approche méthodologique a aussi été précisée.

→ Installation des thermocouples sur le terrain:

Du début octobre à la mi-novembre des sondes de température ont été fabriquées et installés à 5 parcelles agricoles dans la ferme expérimentale J-C Chapais (Lévis, Québec). Sur chacune de ces 5 parcelles expérimentales sélectionnées, entre 16 et 25 points d'échantillonnage ont été déterminés. Sur chaque point, trois thermocouples ont été installés à des profondeurs de 1, 5 et 15 cm dans le sol.



Figure 4 : Échantillonnage de la température et de la teneur en eau du sol

→ Planification et acquisition d'images RADARSAT-1 et Convair-580 et réalisation des mesures de terrain (Automne 2002 et hiver 2003) :

Un premier survol aéroporté Convair-580 a eu lieu le 13 novembre 2002 (sans neige). Des données de température, d'humidité volumique et de rugosité du sol ont été prises sur tous les points d'échantillonnage des 5 parcelles agricoles. Un second survol a été effectué le 19 février 2003. Les paramètres du couvert nival (hauteur, densité, et équivalent en eau) et la température du sol ont été mesurés mensuellement, dont le 19 février. Une parcelle en fourrage a été tenue dégagée (sans neige) jusqu'au passage du survol Convair-580 afin de bien identifier le rôle du couvert nival. En complément aux données aéroportées et en cas d'impossibilité du survol Convair-580, nous avons demandé et obtenu l'acquisition d'autres images RADARSAT en mode Fin pour le 25 janvier et le 10 février 2003. Une image IKONOS haute résolution spatiale a aussi été acquise le 9 septembre 2002 pour la classification du territoire d'étude.

4. Échéancier 2002-2003

Objectif 1 : - Traitement et analyse statistique des données recueillies à l'hiver 2002. - Analyse de la microstructure. - Présentation d'une communication à <i>Eastern Snow Conference</i>. - Préparation des instruments en vue de la campagne de l'hiver 2003. - Dernière campagne de terrain. - Rédaction de la thèse et d'articles. - Préparation d'une communication pour Eastern Snow Conference 2003	Juin – octobre 2002 Mai – octobre 2002 Juin 2002 Novembre 02 Décembre 02 – Mars 03 Juin 2002 – Juin 2003 Mars 2003
- Préparation et présentation d'une communication à CRYSYS.	Mars 2003 (24 mars)
Objectif 2 : - Poursuite de la cueillette des données, de l'analyse des images RADARSAT des hivers antérieurs, définition des paramètres à intégrer dans le SIG. - Préparation de la campagne de terrain et de l'Atelier. - Examen doctoral d'Ali El Battay. - Tenue de l'atelier sur le suivi des processus de la glace de rivière - Cueillette des données en conjonction avec le survol polarimétrique - Préparation d'une communication pour Eastern Snow Conference 2003 - Préparation et présentation d'une communication à CRYSYS.	Mai 2002 – Décembre 2002 Octobre 2002 – Février 2003 26 novembre 2002 10-11 Février 2003 12 - 19 Février 2003 Mars 2003 Mars 2003 (25 mars)
Objectif 3 : - Revue de la littérature. - Planification des campagnes et installation des sondes thermiques - Survol aéroporté d'automne et cueillette des données de température et d'humidité du sol - Survol aéroporté d'hiver et cueillette des données de température du sol et du couvert de neige	Mai – Août 2002 Octobre - Novembre 2002 13 novembre 2002 Janvier – février 2003 (25 janv. 10 et 19 février)

5. Disponibilités des données de terrain (*data outputs*)

Les données de terrain sur la neige acquises dans la région de Lévis (2001, 2002, 2003) et celles sur le couvert de glace de la rivière Saint-François, seront ultérieurement transférées dans la base de données du CCIN.

Les images RADARSAT en mode Fin acquises en 2002-2003 seront transférées à la base de données du CCIN dans les prochains mois tout comme les images RADARSAT en mode Wide (2001) ont été transférées à la base de données CCIN à la fin de l'été 2002.

6. Formation de chercheurs

Les trois objectifs sont réalisés par des étudiants :

L'objectif 1 est réalisé dans le cadre de la thèse de Guillaume Fortin qui est inscrit au Doctorat en sciences de l'eau depuis septembre 1998.

Directeur : Dr. Monique Bernier

Co-directeur : Dr Éric Martin (Météo-France)

L'objectif 2 est réalisé en partie, dans le cadre des activités doctorales d'Ali El Battay qui a débuté un doctorat en sciences de l'eau à l'été 2001, en partie par Yves Gauthier et d'autres collaborateurs.

Directeur : Dr. Monique Bernier

Co-directeur : Dr Taha Ouarda

L'objectif 3 est réalisé par Laurent Bonnifait qui s'est inscrit à la maîtrise en sciences de l'eau en mai 2002.

Directeur : Dr. Monique Bernier

Co-directeur : Dr Éric Van Bochove

Tous les étudiants sont aussi encadrés et assistés par M. Yves Gauthier, agent de recherche spécialisé en télédétection et en système d'information géographique.

7. Conclusion

Les trois objectifs cités au début de ce rapport ont été atteints durant la fenêtre de temps qui leur avait été allouée.

Concernant le premier objectif, les données recueillies cet hiver sont actuellement en phase d'analyse. Les résultats seront intégrés à la thèse de Guillaume Fortin qui sera complétée en juin et soutenue en août ou septembre 2003.

Concernant le second objectif, le système d'information géographique sera complété dans les prochains mois. Suivra le développement et la mise au point des traitements d'images RADARSAT-1 et polarimétriques ainsi que de la classification orientée objets. Une campagne de terrain pourrait être réalisée l'hiver prochain (2004) afin de valider la méthodologie.

Finalement, l'analyse des données recueillies sur le terrain pour l'étude du gel du sol (objectif 3) ainsi que celle des images RADARSAT-1 et polarimétriques seront réalisées au cours de l'année 2003-2004. Il est aussi prévu de présenter une communication au prochain Symposium canadien de télédétection qui se déroulera à Montréal en octobre 2004.

Références citées :

- Asselin, R. (1991). La survivance des luzernières en sols aplanis. Rapport d'étude, MAPAQ, Bureau régional de Nicolet, 24 p.
- Belzile, L., Michaud, R., Dupuis, G., Genest, J., Jacob, J.-P. et W. Mason (1987). Les dommages d'hiver au luzernières; comment les atténuer. Bulletin d'extension, 1. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, 20 p.
- Cussler, E.L. (1984). Diffusion and Mass Transfer in Fluid Systems. Cambridge University Press, pp. 62-65.
- Perla, R. 1982. Preparation of section planes in snow specimens. Journal of Glaciology 28(98), pp. 199-204.

Annexe



Université du Québec

Institut national de la recherche scientifique

Eau, Terre et Environnement

MONITORING AND ANALYSIS OF RIVER ICE PROCESSES

Final agenda of the February 10 – 12 (2003) Work Meeting

INRS-ETE

2800 Einstein, Room 115, Sainte-Foy, Qc, Canada

Monday February 10

Monitoring and analysis of river ice processes: The use of RADARSAT data

- 8:30 Welcoming words (Monique Bernier, Taha Ouarda)
- 8:45 Context and objectives of the meeting (Yves Gauthier, INRS)
- 9:00 2002 River Ice Analysis on the Peace River, BC (Frank Weber, BC Hydro)
- 9:30 Experiment on the Connecticut and White rivers (Brian Tracy, CRREL)
- 10:00 Radar remote sensing of river ice; past experiences and future plans of CCRS (Joost Van Der Sanden, CCRS)
- 10:30 *Coffee break*
- 11:00 Using contextual analysis to monitor river ice from RADARSAT data (Ali El Battay / Yves Gauthier, INRS)
- 11:30 River Ice Monitoring: Acquisition and Data Delivery Strategies with RADARSAT-1 (Jeff Hurley, RSI)
- 12:00 *Lunch*
- 13:30 GPR Measurements on ice (Steve Arcone, CRREL)
- 14:00 Discussions on problems, solutions and avenues of research
- 14:30 Discussions on possible partnerships and funding opportunities
- 15:30 Final planning of the field work

Tuesday February 11

Monitoring and analysis of river ice processes: Estimation of streamflow under ice

- 8:30 Context and objectives of the meeting (Taha Ouarda, INRS)
- 9:00 Winter hydrometry: a practitioner's perspective (Stuart Hamilton, Env. Canada)
- 9:30 On channel and ice cover roughness (Raymond Bourdages, Env. Canada)
- 10:00 Determining Winter Discharge by Hydraulic Modelling (Faye Hicks, Univ. of Alberta)

- 10:30 *Coffee break*

- 11:00 Development of a tool for the estimation of streamflow under ice (Taha Ouarda, INRS)

- 12:00 *Lunch*

- 14:00 Discussions on problems, solutions and research avenues
- 15:00 Discussions on future partnerships
- 16:00 Departure for Drummondville (St-François river)

Wednesday February 12

Field work on the St-François river

RADARSAT image (F3) programmed for February 11, 2003

Polarimetric survey programmed for February 18, 2003

Helicopter video survey on February 18

Financial support:



Environnement
Canada

Environnement
Canada



Agence spatiale
canadienne

Canadian Space
Agency

List of participants to the meeting:

INRS-ETE: Yves Gauthier*, Taha Ouarda, Monique Bernier, Ali El Battay*, Hugo Gingras, Karem Chokmani

BC Hydro: Frank Weber*, Martin Jasek*

CRREL: Brian Tracy*, Steven Daly*, Steve Arcone*, James Laatsch*

Canada Centre for Remote Sensing: Joost Van Der Sanden*

RADARSAT International: Jeff Hurley*

Ecole de Technologie Supérieure: Robert Leconte

Univ. of Alberta: Faye Hicks

ENVIRONMENT CANADA: Stuart Hamilton*, Raymond Bourdages

Université Laval: Brian Morse*, Masoud Hessami

Ministère de l'Environnement du Québec: François Godin, Richard Turcotte

* field team.