

Août 2005

Protéger les forêts contre le feu par télédétection

Par Paule Hébert

Entente Canada-Québec sur l'utilisation des données RADARSAT

Cet article présente les résultats d'un projet réalisé dans le cadre du Programme de développement d'applications en observation de la Terre (PDAOT) de l'Agence spatiale canadienne et de l'Entente Canada-Québec sur l'utilisation des données RADARSAT. Cette entente a été signée en 1998, puis renouvelée pour trois ans en juin 2002. Sa gestion relève de l'Agence spatiale canadienne, du ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation et du ministère des Ressources naturelles et de la Faune.

Au Québec, la protection des forêts contre le feu est assumée par la Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU). La stratégie d'intervention de la SOPFEU est fondée sur la méthode canadienne d'évaluation des dangers d'incendie de forêts (MCEDIF), une méthode qui donne de l'information ponctuelle autour de stations météorologiques. La compagnie TECSULT, en collaboration avec le laboratoire de géomatique agricole et d'agriculture de précision de l'Université Laval (GAAP-UL) et le Service météorologique du Canada (SMC), a développé une méthode pour interpoler l'information de façon plus précise sur l'ensemble du territoire, grâce aux données d'observation de la Terre.

La méthode canadienne, un bon point de départ

La méthode canadienne d'évaluation des dangers d'incendie de forêts repose sur deux composantes :

- l'indice Forêt-Météo (IFM) qui reflète les risques d'incendie;
- la méthode de prévision du comportement des incendies de forêts (PCI).

L'indice Forêt-Météo, lequel comprend six indices calculés à partir de **paramètres météorologiques**, permet de représenter les variations journalières de la teneur en humidité des combustibles forestiers et d'évaluer certaines variables associées au comportement du feu en cas d'incendie. Les paramètres nécessaires au calcul de l'IFM sont :

- la température de l'air (°C);
- l'humidité relative (%);
- la vitesse du vent (km/h)
- l'accumulation des précipitations durant les dernières 24 heures (mm/jr).

L'IFM fait la synthèse entre les conditions de propagation du feu (facilité du combustible à s'embraser et du feu à s'étendre) et la disponibilité en combustible pouvant nourrir un éventuel incendie. Il contribue notamment à la répartition géographique des effectifs de la SOPFEU en fonction des risques d'incendie. Pour calculer l'IFM, la SOPFEU utilise actuellement un réseau de stations météorologiques au sol réparties selon une maille irrégulière d'environ 60 km x 60 km (figure 1).

En diminuant la superficie sur laquelle les valeurs d'IFM sont extrapolées, les valeurs obtenues donneraient-elles une évaluation plus précise des risques d'incendie? Est-ce envisageable d'utiliser une maille de l'ordre de 2 km x 2 km?

Figure 1
L'utilisation d'un réseau de stations météorologiques au sol réparties selon une maille irrégulière d'environ 60 km x 60 km donne une carte grossière de l'indice Forêt-Météo.



Raffiner la méthode canadienne avec les données d'observation de la Terre

La spatialisation ou la régionalisation de l'IFM signifie l'évaluation du danger d'incendie en raffinant la résolution des données météorologiques. Le tableau 1 présente différentes approches de spatialisation. Pour ce projet, TECSULT a misé sur la combinaison de ces approches selon les paramètres météorologiques (température de l'air, humidité relative, vitesse du vent et précipitations).

Tableau 1
Approches pour spatialiser l'indice Forêt-Météo

Approche	Avantage	Inconvénient
Interpolation des valeurs observées aux stations météorologiques	Coût supplémentaire faible	Adéquation hypothétique des paramètres aux critères de l'interpolation
Modèle météorologique	Faible coût	Résolution des phénomènes modélisés Prévisions vs observations
Augmentation du nombre d'observations météorologiques sur le territoire	Précision élevée	Selon les technologies, le coût peut être prohibitif

Les données utilisées proviennent de **sources** diverses :

- images-satellites GOES-12 (tableau 2);
- observations des stations météorologiques;
- prévisions du modèle météorologique numérique du Service météorologique du Canada;
- cartographie des précipitations à partir de radars météorologiques au sol.

Pour calculer l'IFM, diverses procédures de traitement ont été développées afin de recueillir les données propres aux paramètres météorologiques et de les organiser selon une maille de 4 km².

Tableau 2
Le satellite GOES-12

Caractéristiques générales	Bandes	Portion du spectre	Longueur d'onde	Résolution
<ul style="list-style-type: none"> • Géostationnaire permet d'automatiser les corrections géométriques • Acquisitions aux 30 minutes Utilisation quotidienne d'images quasi synchronisées avec les observations météorologiques 	1	Visible	0,55 - 0,75 µm	0,6 x 1,0 km
	2	Infrarouge	3,80 - 4,00 µm	2,3 x 4,0 km
	3	Infrarouge	6,50 - 7,00 µm	2,3 x 4,0 km
	4	Infrarouge	10,2 - 11,2 µm	2,3 x 4,0 km
	5	Infrarouge	13,0 - 13,7 µm	2,3 x 8,0 km

TECSULT a mis au point un prototype entièrement automatisé qui a été implanté à la SOPFEU pour la période du banc d'essai. Ce système effectue **quatre tâches** pour chacun des jeux de données météorologiques régionalisées :

- la récupération des données via Internet
- l'extraction des valeurs des paramètres par maille;
- le calcul des IFM par maille;
- l'archivage des résultats pour les mailles dans le voisinage des stations de validation.

Une des particularités de ce projet a été l'organisation temporelle des activités requises par les différents intervenants afin de produire quotidiennement des indices Forêt-Météo. L'IFM est conçu pour refléter les conditions qui existent quand le danger d'incendie est au maximum, moment généralement établi à 16 h, à partir des observations météorologiques relevées au midi solaire. L'échéance convenue avec la SOPFEU pour le calcul des IFM a été fixée à 14 h 30, afin de permettre la réception et la préparation des données nécessaires à ce calcul (tableau 3). En cas de défaillance de la chaîne de traitements, deux reprises générales sont prévues vers 15 h 30 et 21 h. Ces calculs des IFM sont utilisés pour une mise à jour des données et pour les travaux du lendemain. Un essai opérationnel du prototype a été réalisé et les données ont été accumulées pendant plus de 100 jours.

Tableau 3
Séquence des activités pour la production des IFM régionalisés

Heure	Intervenant	Activité
11 h 15	SMC	Émission des prévisions météorologiques du modèle numérique GEM
11 h 20	TECSULT (PROTOTYPE)	Téléchargement du fichier des prévisions météorologiques
11 h 30	RMCQ ¹	Début de l'émission des observations météorologiques considérées au midi solaire local
11 h 45	SMC	Transmission d'une image GOES vers GAAP (UL)
12 h 10	SOPFEU	Récupération des observations météorologiques en provenance du RMCQ et validation.

12 h 45	SMC	Transmission d'une image GOES vers GAAP (UL)
13 h 30	SOPFEU	Calcul des IFM et émission des observations météorologiques corrigées pour midi solaire
13 h 30	GAAP-UL ²	Récupération/géoréférence d'images GOES. Téléchargement des observations météorologiques, traitement des images GOES à l'aide de réseaux de neurones artificiels.
13 h 40	SMC	Émission de la cartographie des accumulations quotidiennes de précipitation au sol (CAQPS)
13 h 50	TECSULT (PROTOTYPE)	Téléchargement de la CAQPS. Extraction selon la grille de tesselles des données de la CAQPS et prévisions météorologiques.
14 h 05	TECSULT (PROTOTYPE)	Téléchargement des paramètres météorologiques à partir des images et calcul de quatre séries d'IFM à partir de l'ensemble des paramètres régionalisés
14 h 30	SOPFEU	Récupération du calcul des IFM
15 h 30	TECSULT (PROTOTYPE)	Validation du succès de l'exécution des étapes précédentes
20 h	TECSULT (PROTOTYPE)	Téléchargement des fichiers d'observations météorologiques des partenaires du RMCQ
21 h	TECSULT (PROTOTYPE)	Deuxième tentative du calcul des IFM
22 h 30	TECSULT (PROTOTYPE)	Initialisation des IFM (si requis) et validation
22 h 59	TECSULT (PROTOTYPE)	Destruction des fichiers temporaires
23 h 50	TECSULT (PROTOTYPE)	Archivage et gestion des fichiers de journalisation

(1) Réseau météorologique coopératif du Québec

(2) Laboratoire de géomatique agricole et appliquée de l'Université Laval

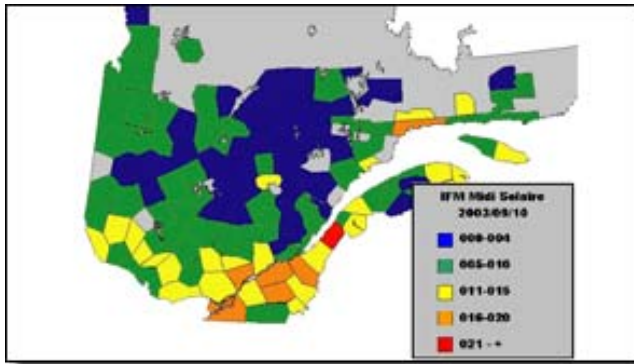
Des résultats probants pour la SOPFEU

Les spécialistes de la SOPFEU ont souligné que l'IFM calculé à l'aide de paramètres météorologiques régionalisés via les tesselles de 2 km x 2 km est mieux adapté au terrain puisqu'il tient compte de la topographie du territoire. La figure 2 illustre comment un maillage plus fin donne une perception nettement différente de la répartition spatiale du risque d'incendie. Le maillage de 2 km x 2 km fournit une représentation quotidienne plus précise de la forme des masses d'air et est ainsi susceptible d'offrir une meilleure perception du danger d'incendie forestier. Ce maillage permet de saisir quotidiennement les limites des systèmes atmosphériques et semble mieux relater leur dynamique dans le temps. Cette approche facilite également le pré-positionnement quotidien des effectifs aériens de la SOPFEU.

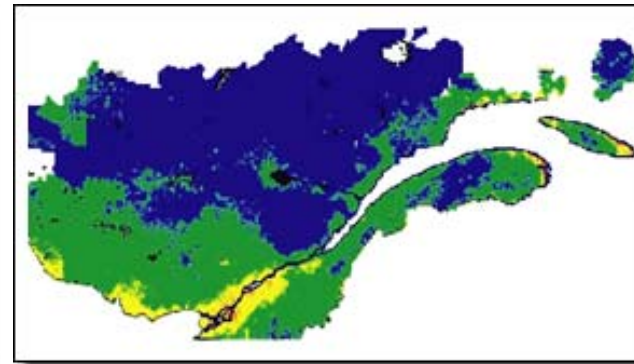
La SOPFEU est enchantée des résultats et envisage sérieusement l'implantation d'une telle méthode dans les prochaines années. À la lumière des résultats obtenus, elle confirme qu'elle aurait avantage à utiliser un maillage plus fin qui intégrerait les données de stations au sol avec les prévisions du modèle météorologique numérique du Service météorologique du Canada. Cela permettrait une réduction des coûts et pourrait même autoriser la SOPFEU à cesser l'expansion de son réseau de stations météorologiques.

L'imagerie satellitaire météorologique de GOES-IMAGER a permis d'estimer la température de l'air et l'humidité relative nécessaires au calcul de l'IFM. De plus, la fréquence temporelle d'acquisition des images GOES (acquisitions aux 30 minutes) pourrait permettre de les exploiter dans un système de suivi horaire de l'IFM à un coût additionnel relativement faible.

Figure 2
La perception du risque d'incendie varie beaucoup selon l'approche.
La méthode présentement utilisée par la SOPFEU donne une perception grossière du risque d'incendie.
Par contre, un maillage plus fin donne une perception nettement plus précise
de la répartition spatiale du risque d'incendie
(basé sur les données du 10 septembre 2003).



Affichage présentement en vigueur à la SOPFEU



Affichage à l'aide d'un maillage de 2 km x 2 km

Renseignements :

Paule Hébert
TECSULT inc.
Téléphone : (418) 871-2444
paule.hebert@tecsult.com

Québec 

©
Gouvernement
du Québec,
2005