SCF
SERVICE CANADIEN DES FORÊTS

NOTES DE TRANSFERT TECHNOLOGIQUE
Numéro 37
Applications de la recherche forestière

Centre de foresterie du Pacifique
Février 2009

# Déterminer l'année de la mort et la nature de la récupération des peuplements au moyen d'une analyse des séries chronologiques des données télédétectées

Nicholas R. Goodwin[a]; Nicholas C. Coops[a]; Michael A. Wulder[b]; Steve Gillanders[a]; Trisalyn Nelson[c]

[a] *Department of Forest Resource Management, 2424 Main Mall, University of British Columbia, Vancouver, C.-B., V6T 1Z4, Canada.*
[b] *Service canadien des forêts (Centre de foresterie du Pacifique), Ressources naturelles Canada, 506, route Burnside Ouest, Victoria, C.-B., V8Z 1M5, Canada*
[c] *University of Victoria, Department of Geography, Victoria, C.-B., V8W 2Y2, Canada.*

## Importance du projet

L'analyse de l'imagerie satellitaire pluriannuelle (fig. 1) peut améliorer la détection des événements qui causent des perturbations forestières, comme une attaque du dendroctone du pin ponderosa. En procédant à l'évaluation des changements de la réflectance, ou d'une mesure dérivée, au fil du temps, il est possible d'étudier les besoins en matière d'information cruciale associée à la mortalité des peuplements. Cela comprend la quantification de l'aire d'infestation à l'échelle du paysage et l'établissement du moment du déclin des peuplements – un renseignement essentiel pour différentes activités de gestion après l'attaque, comme l'estimation de la durée de vie utile du bois et du calendrier des coupes de récupération, l'analyse de l'approvisionnement en bois et la lutte contre les feux de forêt.

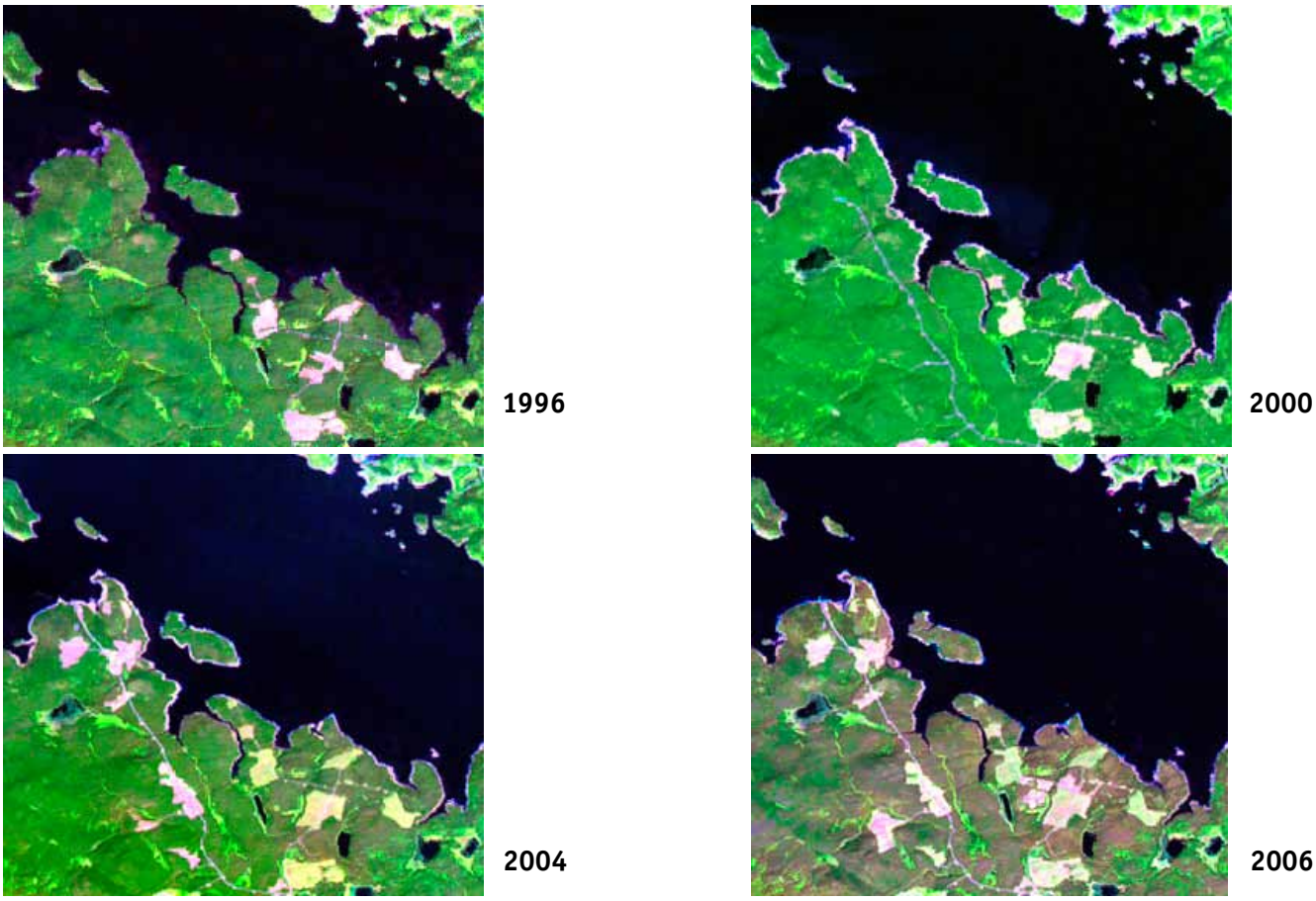


**Figure 1.** Illustration d'une attaque de dendroctone du pin ponderosa pour un sous-ensemble de Morice, Colombie-Britannique, Canada (Note : les bandes 5, 4 et 3 (RVB) proviennent de l'imagerie de Landsat-5 TM).

## Aperçu

Ce rapport présente une procédure pour caractériser une attaque de dendroctone du pin ponderosa à l'aide d'une imagerie satellitaire pluriannuelle du capteur TM Landsat (Landsat-TM). Il comprend un résumé étape par étape des mesures nécessaires pour prétraiter les données, puis classifier une attaque de dendroctone du pin ponderosa (figure 2).

## ÉTAPE 1 : ACQUISITION D'IMAGES

Un élément important du travail de détection des changements est de maximiser le changement spectral associé à une attaque du dendroctone du pin ponderosa tout en minimisant la variabilité spectrale à partir de facteurs non reliés. Il est préférable de choisir des dates semblables pour les images d'une année à l'autre, car cela réduit les effets saisonniers possibles. Dans le cas du dendroctone du pin ponderosa, la période de juillet à septembre est convenable, car c'est celle où les dommages cumulatifs causés par l'insecte pour l'année donnée sont à leur maximum et où l'angle solaire est le meilleur pour acquérir des images en Colombie-Britannique. Les années pour lesquelles il n'y a pas d'images peuvent provoquer des erreurs dues aux omissions, car il devient possible de manquer des événements qui causent des perturbations.

## ÉTAPE 2a : SUPERPOSITION D'IMAGES

La superposition géométrique des images est cruciale pour assurer que les pixels des différentes images correspondent au même lieu géographique. Cela comprend le fait de choisir une série de points de contrôle communs entre une image de base et les images à superposer. Le rééchantillonnage d'images utilisé est celui de la transformation d'un polynôme du deuxième degré du plus proche voisin.

## ÉTAPE 2b : CORRECTION D'ATMOSPHÈRE

Pour convertir les nombres en unités de réflectance et pour éliminer le bruit dû aux effets de la diffusion atmosphérique, une correction est nécessaire. Cela implique une série de transformations qui calibrent les images sur le plan radiométrique et corrigent les effets de la diffusion atmosphérique (Chavez 1996). Les données d'entrée qui sont nécessaires pour effectuer cette correction comprennent la distance Terre-Soleil, l'angle solaire au moment de l'acquisition des images et le nombre minimum pour chaque bande. Subsidiairement, l'imagerie pourrait être calibrée sur le plan radiométrique à la réflectance au sommet de l'atmosphère (voir Markham & Barker 1986) et une correction atmosphérique différente pourrait alors être appliquée (p. ex., objet noir).

## ÉTAPE 2c : NORMALISATION DES IMAGES

Des conditions atmosphériques, des caractéristiques des capteurs et un angle solaire différents sont susceptibles de limiter la capacité de caractériser le changement spectral dû à une attaque de dendroctone du pin ponderosa (Chen et al. 2005). L'étape critique suivante comporte donc la normalisation radiométrique des images pour assurer que les changements qui s'opèrent dans la réflectance du spectre d'une année à l'autre correspondent à des événements physiologiques significatifs. Il s'agit essentiellement de localiser les pixels invariants sur le plan spectral entre une image de base commune et la ou les images à normaliser et d'utiliser ces points pour élaborer des équations de régression côté bande pour une normalisation relative. On peut identifier les pixels invariants manuellement ou en recourant à une méthode plus automatisée et statistique, comme l'algorithme de détection de l'altération à variables multiples (Canty et al. 2004; Schroeder et al. 2006), qui utilise l'analyse de corrélation canonique pour localiser les pixels invariants.

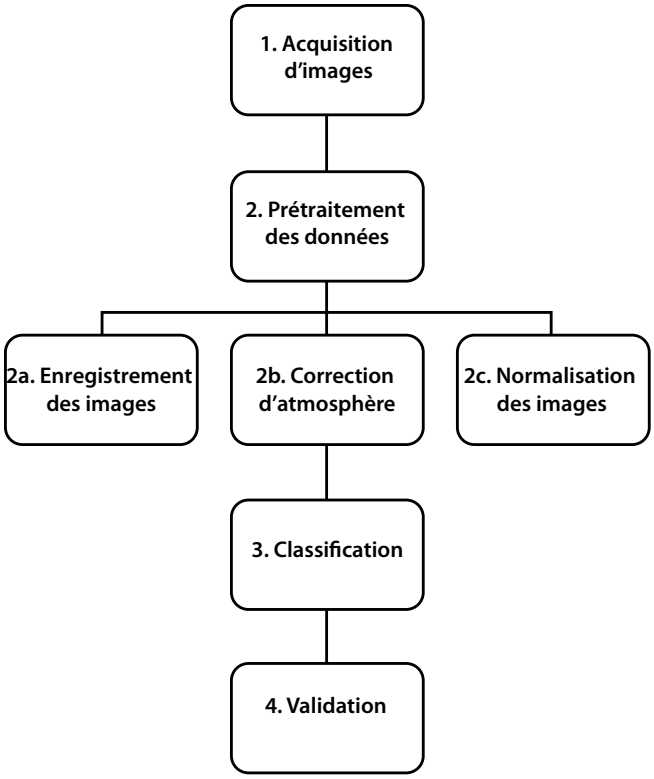


**Figure 2.** Organigramme des étapes de traitement (ordre séquentiel).

$$\text{IHDN} = \frac{\text{TM bande 4 (NIR)} - \text{TM bande 5 (MIR)}}{\text{TM bande 4 (NIR)} + \text{TM bande 5 (MIR)}}$$

La fig. 3 illustre la classification d'un événement qui cause des perturbations forestières qui a été obtenue à l'aide d'une ou de plusieurs règles de décision qui évaluent la magnitude du changement de l'IHDN au fil du temps (pour des méthodes différentes, voir Coppin et al. 2004). Cela exige des données d'apprentissage de forêts attaquées et non attaquées et une connaissance du comportement physiologique des peuplements infestés par le dendroctone du pin ponderosa (Goodwin et al. 2008).

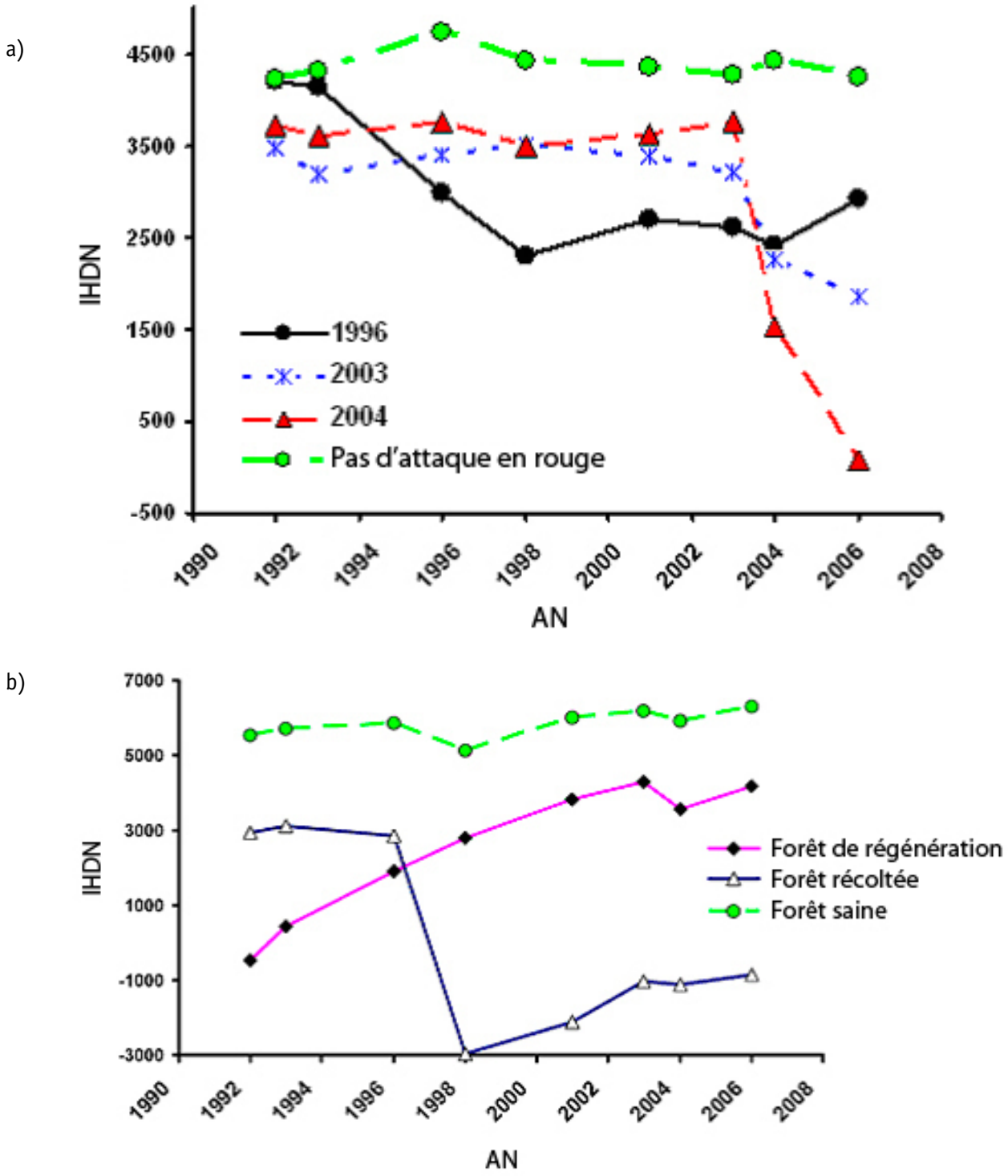


**Figure 3.** Illustration des événements qui causent des perturbations : (a) dendroctone du pin ponderosa, (b) forêt récoltée et de régénération

## ÉTAPE 3 : CLASSIFICATION

Les transformations des mesures et des données fondées sur des bandes multiples sont généralement considérées plus exactes pour détecter les événements perturbateurs que les valeurs de réflectance d'une banque unique. Cela découle du fait que les mesures peuvent combiner de l'information de différentes parties du spectre électromagnétique pour souligner les changements dans la physiologie et la structure du feuillage causés par une attaque de l'insecte. Pour cette étude, l'indice d'humidité par différence normalisée (IHDN = 1) a été utilisé en raison de la sensibilité qu'il a démontrée dans la quantification des événements qui causent des perturbations forestières (Jin et Sader 2005; Wilson et Sader 2002).

## ÉTAPE 4 : VALIDATION DES RÉSULTATS

Pour caractériser exactement la dynamique du dendroctone du pin ponderosa et relier les changements spectraux aux données de terrain, il est préférable

de disposer de données de surveillance avant, durant et après l'infestation. Étant donné, cependant, que la collecte des données de terrain coûte cher et est chronophage, il pourrait être utile d'examiner l'historique de la réussite de l'acquisition d'images (c.-à-d., couverture nuageuse < 20 %) avant la disposition des parcelles de terrain, car cela peut fournir une indication de la difficulté à acquérir les images en raison de la couverture nuageuse (White et al. 2007).

**Récapitulatif**

Cette note offre un aperçu des étapes principales du prétraitement et de l'extraction des renseignements sur la dynamique du dendroctone du pin ponderosa en utilisant des données satellitaires pluriannuelles. En présumant que des images libres de nuages sont disponibles, cette façon de faire peut être utilisée non seulement pour classifier le ou les lieux et l'aire de l'attaque de l'insecte, mais aussi pour caractériser le moment où elle se produit parmi les paysages forestiers.

## Références bibliographiques


Canty, M. J.; Nielsen, A. A.; Schmidt, M. 2004. Automatic radiometric normalization of multitemporal satellite imagery. Remote Sensing of Environment, 91(3-4):441-451.

Chavez, P. S. 1996. Image-based atmospheric corrections - revisited and improved. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62(9):1025-1036.

Chen, X.; Vierling, L.; Deering, D. 2005. A simple and effective radiometric correction method to improve landscape change detection across sensors and across time. Remote Sensing of Environment, 98(1):63-79.

Coppin, P.; Jonckheere, I.; Nackaerts, K.; Muys, B.; Lambin, E. 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. International Journal of Remote Sensing, 25(9):1565-1596.

Goodwin, N. R.; Coops, N. C.; Wulder, M. A.; Gillanders, S.; Schroeder, T. A.; Nelson, T. 2008. Estimation of Insect Infestation Dynamics using a Temporal Sequence of Landsat Data. Remote Sensing of Environment, 112:3680-3689.

Jin, S. M.; Sader, S. A. 2005. Comparison of time series tasseled cap wetness and the normalized difference moisture index in detecting forest disturbances. Remote Sensing of Environment, 94(3):364-372.

Markham, B. L.; Barker, J. L. 1986. Landsat MSS and TM post-calibration dynamic ranges, exoatmospheric reflectances and at-satellite temperatures. Pages 3-8 in, Earth Observation Satellite Co.: Lanham, MD, Landsat Tech.

Schroeder, T. A.; Cohen, W. B.; Song, C. H.; Canty, M. J.; Yang, Z. Q. 2006. Radiometric correction of multi-temporal Landsat data for characterization of early successional forest patterns in western Oregon. Remote Sensing of Environment, 103(1):16-26.

White, J.C.; Wulder, M.A.; Grills, D. 2007. Assessing the accuracy of mountain pine beetle red attack damage maps generated from satellite remotely sensed data. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria, British Columbia. Technology Transfer Note 36.

Wilson, E. H.; Sader, S. A. 2002. Detection of forest harvest type using multiple dates of Landsat TM imagery. Remote Sensing of Environment, 80(3):385-396.


## Personnes-ressources :


Nicholas C. Coops
Department of Forest Resources Management
2424, Main Mall,
University of British Columbia
Vancouver (C.-B.) V6T 1Z4
604-822-6452
Nicholas.Coops@ubc.ca

Michael A. Wulder
Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts,
Centre de foresterie du Pacifique
506, route Burnside Ouest
Victoria (Colombie-Britannique) V8Z 1M5, Canada
250-363-6090
mwulder@pfc.cfs.nrcan.gc.ca


## Remerciements


Ce projet a reçu un financement du gouvernement du Canada, par l'intermédiaire du Programme sur le dendroctone du pin ponderosa, géreé par le Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada. Il est possible d'obtenir des renseignements supplémentaires sur le Programme sur le dendroctone du pin ponderosa à l'adresse : mpb.cfs.nrcan.gc.ca.



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2009


PDF: Fo143-4/37-2008F-PDF 978-0-662-04829-9
*This publication is also available in English.*


Canada