

LES ACCENTUATIONS NUMERIQUES D'IMAGES LANDSAT CONTRE  
LES CLASSIFICATIONS AUTOMATISEES POUR LA CARTOGRAPHIE VEGETALE

PRINCIPAL COMPONENTS ENHANCEMENTS VERSUS  
CLASSIFICATIONS OF LANDSAT IMAGES FOR FORESTRY APPLICATIONS

J. BEAUBIEN<sup>1</sup>



RESUME

Depuis le lancement du premier satellite Landsat en juillet 1972, les tentatives de cartographie végétale à partir de cette nouvelle technologie se sont rapidement multipliées avec plus ou moins de succès selon le cas. D'après les résultats de deux principaux projets au Québec, sur le Plateau laurentien et sur la basse Côte-Nord, l'application de deux procédés de traitement numérique sont comparés et discutés: les classifications automatisées et les accentuations d'images basées sur leurs composantes principales. L'interprétation de bonnes accentuations fournirait une information plus précise et surtout plus nuancée que les classifications pour la cartographie végétale. Le jugement et les connaissances de l'utilisateur sont ainsi plus mis à profit. Les classifications automatisées offrent l'avantage de produire automatiquement une cartographie et de fournir rapidement la surface occupée par chacune des classes. Mais, dépendant de la complexité du territoire à l'étude, les résultats sont très variables, surtout s'il s'agit de vastes étendues nécessitant plusieurs images de date et de qualité variées.

ABSTRACT

Studies on the potential of Landsat data applied to forest vegetation inventory are becoming numerous; most are based on automated classifications, mainly supervised classification. As a result of two projects in Quebec, on the Laurentian Plateau and on the North Shore, the usefulness of two algorithms, classifications and principal component digital enhancements, are compared and discussed. A good colour enhancement seems to give more information on forest vegetation cover than automated classifications. Colour enhancement can be used in the field and interpreted as a colour aerial photograph. The interpreter's knowledge and experience in forestry are used to produce a vegetation map based on field sampling. Classifications offer the advantage of automatically producing a map and of rapidly yielding the area occupied by each class; but depending on the complexity of the forest territory concerned and on the training sets, precision of results can be variable, especially when dealing with many classes.

1) Centre de Recherches Forestières des Laurentides Ministère de l'Environnement Service canadien des Forêts Sainte-Foy, Québec. G1V 4C7

**KEYWORDS/MOTS-CLES:** Forest Inventory, Automatic Classification, Quebec, Image Enhancement, Mapping, French Language, Comparison Study; PCT, Supervised Classification, Spectral Signature, Ground Cover, Forest Regrowth.

Presented to the 6th Canadian Symposium on Remote Sensing, Halifax, Nova Scotia. May 21-23, 1980.

Depuis le lancement du premier satellite de la série Landsat en juillet 1972, il s'est fait beaucoup de recherche sur l'application potentielle des données transmises à la cartographie du couvert végétal. Les résultats sont variables mais tout de même encourageants. La majorité de ces études sont basées sur l'analyse d'images photographiques ou sur des méthodes de classifications automatisées non-supervisées et surtout supervisées. Le Centre de Recherches forestières des Laurentides a mené deux principales études de cartographie végétale forestière par classifications automatisées: sur l'île d'Anticosti et sur le Plateau laurentidien au nord de la ville de Québec (Figure 1, régions 1 et 2) (Beaubien, 1979). Les résultats, quoique prometteurs, renferment des confusions importantes dues principalement au degré et à l'exposition des pentes. En plus il fut par exemple impossible de distinguer les peuplements mûrs de ceux en voie de régénération en forêt feuillue et mélangée. Il a été conclu que la précision d'une classification automatisée dépend de facteurs spécifiques à chaque étude et particulièrement du type de couvert végétal à cartographier.

Au printemps 1978, nous entreprenions, par traitement numérique d'images Landsat, la cartographie végétale d'un territoire d'environ 200 000 Km<sup>2</sup> sur la Côte-Nord du Québec (Figure 1, région 3) dans le cadre d'un inventaire biophysique préalable à de futures installations hydro-électriques. Dû, à cette latitude, au fort recouvrement des images d'une trajectoire à l'autre, et à la présence de nuages sur certains clichés, une vingtaine d'images sont nécessaires pour couvrir adéquatement ce territoire. Au début du projet, nous devions suivre la méthode de travail suivante: rehaussements numériques des images suivant leurs composantes principales, vérification - terrain, choix des échantillons d'entraînement et classifications supervisées devant servir de document de base pour la cartographie. Les rehaussements ne devaient servir qu'à orienter l'échantillonnage au sol.

Après plusieurs essais il apparut évident que l'interprétation des rehaussements fournissait une information plus précise et surtout plus nuancée que les classifications automatisées. Après avoir échantillonné les deux tiers du territoire, soit environ 120,000 Km<sup>2</sup>, nous croyons pouvoir distinguer les types de couvert végétal suivants, par interprétation des patterns de couleurs sur les images rehaussées:

#### TERRAINS PRODUCTIFS

- Résineux denses (densité 40%+)
- Résineux ouvert à mousses et éricacées (densité 25-40%)
- Résineux ouvert à lichens (densité 25-40%)
- Jeune sapin après perturbations
- Mélangés
- Feuillus

#### LANDES (-25% d'arbres)

- Lande à lichens
- Lande à mousses, lichens, éricacées, arbustes
- Lande complexe (mousses, roc, éricacées, lichens)
- Lande dominée par le roc

#### BRÛLIS

- Brûlis récent
- Brûlis non-végété
- Brûlis en régénération arbustive

#### AUTRES

- Tourbières
- Tourbières réticulées
- Arbustes riverains (Ex.: aulnaies, saulaies ...)

L'interprétation est basée sur environ une centaine de points d'observation par image Landsat, décrits du haut des airs à bord d'un petit avion ou hélicoptère. Chaque observation est accompagnée d'une photo couleur oblique.

Certaines de ces classes ont des signatures spectrales très voisines: par exemple le résineux ouvert à lichens et des types de brûlis, le jeune sapin et les peuplements mélangés, les peuplements feuillus et les arbustives, les tourbières et certaines landes sèches. Les classifications automatisées ont tendance à confondre ces couverts de végétation et d'autres. Seule l'interprétation de bons rehaussements des images par la couleur permet l'identification de toutes ces classes en se basant souvent plus sur leur pattern et leur environnement que sur une couleur caractéristique. La même couleur représente couramment deux ou trois types de couvert qu'il est souhaitable de séparer. Par exemple les tourbières apparaissent souvent comme des taches de couleur claire au sein d'une végétation arborescente ouverte; la même couleur

peut caractériser un vieux brûlis couvert de mousses, d'éricacées et de lichens, mais l'arrangement des pixels et l'association à d'autres couleurs sont bien différents.

Un autre projet en cours depuis le printemps 1979 démontre bien le potentiel d'une interprétation de rehaussements numériques d'images basés sur leurs composantes principales. Il s'agit d'une cartographie végétale d'un territoire d'environ 50 000 Km<sup>2</sup> à la Baie d'Hudson, couvrant les bassins des rivières Baleine (Figure 1, région 4). C'est une région de taïga dominée par une forêt résineuse ouverte et par des landes à lichens et mousses. Les peuplements plus denses colonisent les zones plus humides, particulièrement le long des cours d'eau. Comme ce territoire a été perturbé par de nombreux feux successifs, sa majeure partie est occupée par des landes couvertes d'une végétation de transition difficile à caractériser et à délimiter.

L'interprétation des rehaussements d'images Landsat permet tout de même de localiser les types de couvert suivants:

#### TERRAINS BOISÉS

- Pessière à mousses et lichens (densité 25%+)
- Pessière à lichens et mousses (densité 25%+)
- Pessière à mousses (densité 25%)
- Pessière dense à mousses (densité 40%+)
- Jeune pessière à lichens (densité variable)
- Lande boisée à lichens (densité 10-25%)

#### LANDES (-10% d'arbres)

- Lande à lichens
- Lande à lichens et affleurements rocheux
- Affleurements rocheux

#### BRÛLIS

- Brûlis récent
- Brûlis non-régénéré
- Brûlis en régénération arbustive basse, partielle
- Brûlis en régénération arbustive basse, continue
- Brûlis en régénération arbustive basse, plus lichens
- Brûlis en régénération arbustive haute

#### AUTRES

- Arbustaie
- Arbustaie ripicole
- Tourbières (surtout fens minces)

#### - Tourbières réticulées

Comme dans le cas du projet sur la Côte-Nord, ces classes sont délimitées grâce à une interprétation des patterns de couleurs sur les images rehaussées.

Quoique depuis l'avènement des satellites Landsat, on exploite surtout les classifications automatisées, les résultats de ces deux études partiellement complétées nous amènent à croire que les techniques de rehaussements de l'image possèdent des avantages indiscutables pour la classification végétale. Kourtz et Scott (1978) sont parvenus aux mêmes conclusions après avoir exploré diverses méthodes pour cartographier des types forestiers en caractérisant leur susceptibilité aux feux de forêts.

Le premier avantage de la méthode de rehaussement consiste à fournir à l'utilisateur une image proche de la réalité du milieu végétal qui, par définition, est très complexe: il apparaît souvent à l'état de transition, il n'est pas toujours bien caractérisé. Le logiciel implanté dans le système ARIES (Kourtz et Scott 1978) permet de faire des rehaussements renfermant plusieurs centaines de couleurs exprimant toute une gamme de nuances à l'intérieur du couvert végétal. Les résultats imprimés sur photos couleurs sont interprétés comme des photographies aériennes, l'interprète se basant sur les données recueillies sur le terrain et ses connaissances en écologie végétale. L'utilisateur familiarisé avec les méthodes courantes d'inventaire de la végétation s'habitue rapidement à manipuler ce genre de documents; il apprécie particulièrement de participer à la cartographie en mettant à profit ses connaissances du milieu.

Les classifications automatisées offrent l'avantage de produire automatiquement une cartographie et de fournir rapidement la surface occupée par chacune des classes. Mais encore faut-il que ces classes soient assez homogènes et représentatives pour que les résultats soient utiles. Or l'expérience nous a démontré que certains types de couvert au sol, quoique parfois bien différents, transmettaient des réflectances très voisines. Plus le nombre de classes désirées est grand, plus le risque de confusion conséquent augmente. Je crois qu'il serait illusoire de s'attendre à ce qu'un ordinateur puisse séparer adéquatement les 16 et 19 classes de deux études citées plus haut. Des essais de clas-

sifications supervisées l'ont d'ailleurs bien démontré. Il aurait fallu interpréter les résultats pour tenir compte des assemblages ou patterns créés où des pixels de même couleur, donc devant en théorie appartenir à la même classe, représentaient différentes classes. Mieux vaut interpréter directement un rehaussement de l'image où les nuances sont mieux exprimées. Mais la classification supervisée offre sans doute plus de potentiel pour circonscrire quelques classes bien définies si l'opérateur possède une bonne connaissance du territoire. Cette méthode devient cependant difficilement applicable pour couvrir de vastes étendues nécessitant plusieurs images de date et de qualité variées et couvertes d'une végétation complexe.

Depuis 1972, les tentatives de cartographie végétale à partir des données Landsat se sont rapidement multipliées avec plus ou moins de succès selon le cas. Celles qui ont conduit à l'établissement de méthodes opérationnelles d'application sont plutôt rares. En général on s'attendait à beaucoup plus d'applications possibles des données transmises par satellite pour l'inventaire de nos ressources naturelles. Je crois cependant que la méthode décrite plus haut, soit celle de l'interprétation d'une image rehaussée par transformations numériques, est en voie d'être reconnue comme opérationnelle pour certaines applications au Québec. Cette méthode est plus souple car elle exploite à la fois les possibilités des techniques informatiques et le jugement de l'utilisateur spécialisé dans son domaine de travail.

### Références

- Beaubien, J. 1979. Forest Type Mapping from Landsat Digital Data. *Photogr. Eng.* 45(8): 1135-1144.
- Kourtz, P.A. and A.J. Scott. 1978. An improved image enhancement technique and its application to forest fire management. *Proceedings Fifth Canadian Symposium on Remote Sensing, Victoria, B.C. August*, pp. 72-78.



Figure 1: Projets de télédétection par satellite réalisés par le Centre de Recherches forestières des Laurentides, Québec. Echelle 1: 9000000.