

# C RÉATION D'UNE BANQUE DE DONNÉES NUMÉRIQUES SUR LA STRATIFICATION FORESTIÈRE

**Lisette Roberge**

Ingénieure forestier - chargée de projet - Cégep de Baie-Comeau

## PROBLÉMATIQUE

### Une unité de gestion forestière est souvent très vaste

Dans les régions du Québec, en particulier les secteurs plus nordiques où se retrouve la forêt boréale, la végétation occupe de façon continue, de très vastes territoires. Cette végétation lorsqu'elle se compose majoritairement d'arbres de toutes tailles prend le nom de «couvert forestier».

Le gestionnaire doit considérer souvent des centaines de kilomètres de territoire avant de prendre des décisions relatives à la protection des ressources présentes dans le milieu forestier ou à l'exploitation des différentes ressources par les utilisateurs.

Les territoires très vastes nécessitent donc la considération d'une masse importante de données très diversifiées dans le processus de décision.

### Les données à considérer portent sur les éléments suivants

**Écologie du milieu forestier.** Le paysage se compose d'eau et de surfaces boisées et dénudées. Ces dernières sont caractérisées par des formes de relief diverses telles les plateaux, les montagnes, les versants, les sommets et les fonds de vallées. La composition du sol et celle de la végétation varient également. Tous ces éléments composent l'écosystème et ont des effets interactifs.

**Les utilisateurs des ressources de la forêt.** Ceux-ci s'intéressent au milieu forestier en tant que chasseurs, pêcheurs, observateurs, touristes et amateurs de plein air, gestionnaires d'entreprises forestières ou touristiques, gouvernements.

Ces utilisateurs s'intéressent donc à la faune terrestre et aquatique, au paysage forestier, à la ressource «eau» et au couvert forestier en général.

Ces prémisses nous démontrent qu'il est difficile de gérer le milieu naturel sans disposer d'une technologie très performante au niveau de l'utilisation de l'information. On aimerait que la technologie nous permette de créer les banques d'informations, de les gérer, de les mettre à jour et de procéder à des analyses permettant de satisfaire les besoins les plus diversifiés. Les forestiers savent que:

- Lorsque le territoire est vaste, les banques de données sont très grosses et coûtent très cher.

• Le couvert forestier est particulièrement dispendieux à représenter sous forme numérique.

## OBJECTIF

Notre objectif est de créer une banque numérique du couvert forestier d'un vaste territoire à partir d'une image satellite «landsat».

## LA TECHNOLOGIE

### 1. Un système d'information à référence spatiale (SIRS)

Un tel système nécessite un support informatique performant en terme de mémoire et de capacité de traitement de l'information. Il a la particularité de gérer efficacement des banques de données descriptives reliées à des banques de données cartographiques. Toutes les données traitées sont numériques et se retrouvent donc emmagasinées dans des fichiers.

### Exemple

Le fichier descriptif peut nous apprendre qu'une forêt de sapins a 50 ans, qu'elle atteint 20 mètres de hauteur et contient 25000 arbres.

Le fichier cartographique nous fait connaître la position exacte de cette forêt dans l'espace et la nature des éléments qui constituent son environnement: notre forêt de sapins occupe 10 hectares de superficie, elle se situe à 100 mètres d'un cours d'eau. Il n'y a pas de route qui permette d'y accéder. Finalement, par le biais d'un autre bloc de données descriptives relié au système, on peut apprendre que pour la position exacte de notre forêt, le relief est très accidenté, les pentes excèdent 30% et le roc est très présent. Ce fichier permet de bâtir des cartes qui illustrent et positionnent l'information dans le paysage.

L'ordinateur que nous utilisons est une station Sun. Elle possède une mémoire vive de 64 millions d'octets, sa capacité de stockage est de 3 150 millions d'octets et sa vitesse de traitement est de 86 millions d'informations par seconde (MIPS). Elle a également la capacité de gérer plusieurs opérations simultanément.

### 2. Imagerie satellite «landsat»

La récolte de l'information: d'où vient l'image satellite. Le soleil émet des ondes électromagnétiques qui sont absorbées ou réfléchies par les différentes surfaces terrestres. Les ondes réfléchies peuvent être captées par les satellites, ceux-ci étant équipés de capteurs

multispectraux. Les satellites transmettent leurs données aux bases terrestres qui les enregistrent. Celles-ci deviennent alors disponibles sous forme de fichiers numériques.

**L'interprétation des données.** Ces fichiers numériques correspondent en fait à une image créée par un agencement de pixels. Pour l'utilisateur, chaque pixel a sa couleur et représente un élément du paysage, en tout ou en partie. À partir de cette information, il peut connaître et interpréter le paysage sur l'écran de sa station de travail.

## LA MÉTHODOLOGIE

### Traitement de l'image

Les données brutes provenant du satellite doivent être traitées. Un premier traitement permet de corriger les problèmes radiométriques (réflexion et ombrage). Un second permet de redresser l'image, celle-ci étant affectée par la courbure terrestre (référence spatiale exacte).

### Choix de sites-échantillons représentatifs

L'interprète étudie la variabilité des couleurs sur son image. Il interprète globalement la relation entre ces couleurs et la nature des peuplements forestiers. Sur l'image satellite, il est aussi facile de localiser des étendues brûlées ou récoltées, des tracés routiers, des villes, des lacs et des rivières.

De plus, on peut reconnaître la nature de la végétation et les espèces d'arbre:

- les peuplements composés d'arbres résineux comme le sapin, l'épinette et le pin gris,
- les peuplements composés d'arbres feuillus comme le bouleau, l'érable, le cerisier et le tremble,
- les peuplements mélangés composés de proportions différentes d'arbres résineux et feuillus,
- les tourbières et les surfaces dominées par le roc.

On peut reconnaître également l'état d'évolution des peuplements forestiers:

- Les arbres organisés en peuplements mûrs ayant une hauteur considérable, soit environ 20 mètres,
- Les arbres organisés en peuplement jeunes. Ils sont souvent plus denses et moins hauts,
- Les arbres organisés en peuplement régénérés. Ces peuplements sont souvent très denses et constituent un couvert végétal de moins de 3 mètres de hauteur.

À la lumière des informations précédentes, on s'aperçoit qu'il est possible d'identifier au moins quinze éléments différents qui composent le paysage forestier. À partir de l'image, l'interprète doit choisir des

sites représentatifs des éléments retenus. Ces sites deviennent de véritables échantillons pour l'ordinateur qui tracera à l'écran les contours des différents éléments.

Le niveau de détail que l'on peut percevoir sur une image satellite correspond à la dimension d'un pixel. Un pixel est un carré ayant un côté d'environ 30 mètres réels. C'est donc dire qu'on ne peut voir l'information ou l'élément du paysage qui occupe une surface de moins de 900 mètres carrés. Un échantillon, pour être représentatif, doit contenir environ 30 pixels. On retient généralement 5 ou 6 échantillons par élément que l'on désire représenter dans notre classification.

### Validation des sites échantillons

Le choix des sites-échantillons peut être erroné. Si la personne qui sélectionne les échantillons ne connaît pas la correspondance réelle entre ce qu'elle voit sur l'image et ce que l'on retrouve dans la forêt, elle peut choisir des sites non valables. Aussi, les personnes qui font le choix des échantillons doivent avoir une bonne connaissance de la réalité du territoire qu'elles visualisent à l'écran. Elles doivent également posséder une certaine expertise en photointerprétation à partir de photographies aériennes prises à bord de petits appareils, à basse altitude. Cette expertise permet au photointerprète de s'assurer de la signification des teintes qu'il voit à l'écran en les comparant à ce qu'il voit sur les photographies aériennes qu'il peut facilement interpréter.

### Classification de l'image

Cette étape est réalisée par l'ordinateur. Le logiciel utilisé est un logiciel de classification. Il analyse chacun des pixels et les associe à un groupe de pixels représentant un des éléments forestiers que l'on veut délimiter. Cette étape, en apparence simple, est tout de même très complexe. L'ordinateur se livre à une série de calculs statistiques qui lui permettent de déterminer la valeur moyenne d'un groupe de pixels représentant un élément du paysage. Par la suite, la valeur de chacun des pixels est comparé à la ou les moyennes les plus proches de sa valeur propre, ce qui permet de les classer dans le groupe auquel ils ressemblent le plus.

Le résultat de la classification apparaît à l'écran sous la forme de polygones qui entourent les groupes de pixels représentant un même élément.

### Numérisation interactive des contours

L'image de base que l'on voit à l'écran accompagnée des différents polygones créés par l'ordinateur constitue les ingrédients de base nécessaires à l'étape de numérisation.

Cette étape permet à l'utilisateur de décider si les contours sont vraiment représentatifs de la réalité de la forêt. Il

peut les accepter tel quel ou les modifier selon son jugement. Lorsqu'il estime que les polygones proposés expriment un maximum de fidélité à la réalité du territoire, il indique à l'ordinateur que les contours des polygones deviennent des structures que l'on peut cartographier, c'est-à-dire des vecteurs.

#### **Intégration au SIRS**

Le système d'information à référence spatiale contient une grande quantité d'informations relatives au territoire représenté par l'image satellite. Assurément, le transfert de l'information créé à partir de l'image satellite est un moyen d'augmenter nos connaissances sur le territoire. Par exemple, si le système d'information à référence spatiale contient des informations sur la nature des sols, la topographie du territoire ou le réseau hydrographique, il pourrait enrichir sa banque d'une information supplémentaire sur le couvert forestier et la distribution des peuplements dans l'espace. Cette étape permet en premier lieu de localiser spatialement l'image, c'est-à-dire de l'intégrer dans un système de référence identique à celui des autres données. En second lieu, elle sert à harmoniser les données entre elles sur le plan spatial.

#### **Harmonisation avec les données descriptives sur la forêt**

Le système d'information à référence spatiale contient des données sur le contenu forestier des peuplements que nous avons créés à partir de l'imagerie satellite. Une fois que le SIRS a accès à cette information, il peut nous informer sur le volume de bois contenu dans le peuplement 2012, le nombre d'arbres qui composent ce peuplement ou la proportion de sapins qu'on y retrouve par rapport à l'épinette ou le bouleau. En harmonisant les données dites descriptives et les données cartographiques sur les peuplements, on obtient une banque qui renseigne sur le contenu des unités cartographiques et la position de ces mêmes unités sur le territoire.

## **LES RÉSULTATS ESCOMPTÉS**

### **Obtenir une cartographie de précision**

Les travaux d'envergure réalisés à date avec les images satellites «Landsat» dans le domaine forestier, ont permis la production de cartes synthèses illustrant la répartition des peuplements forestiers dans l'espace. Ces documents sont destinés à des représentations visuelles et ne sont pas reliés à des bases de données sur le contenu des peuplements. Le niveau de détail ne permet pas une telle application.

### **Obtenir un lien valable entre le peuplement cartographié et son contenu**

Nous comptons obtenir une précision cartographique plus grande par un découpage plus fin des peuplements. Une telle amélioration de la cartographie permettrait un lien avec les données relatives au contenu des peuplements eux-mêmes.

### **Ajouter un outil efficace à la panoplie des outils actuels**

La cartographie forestière numérique est un outil technologique en développement depuis quelques années et elle est vouée à un avenir prometteur. Un projet de développement comme le nôtre s'intéresse à la **manipulation d'outils technologiques puissants pour les rendre efficaces dans le domaine forestier**. Il permet aussi aux chercheurs et informaticiens du domaine forestier d'orienter le développement des technologies de façon à ce qu'elles répondent davantage aux besoins des usagers. Par exemple, une image satellite d'un territoire forestier n'apporte pas beaucoup à la gestion forestière si elle n'est pas reliée à un contenu qui parle de la forêt. L'intégration des différents outils est en soi tout un domaine de développement<sup>1</sup>.

### **Obtenir une cartographie des peuplements forestiers adéquate à des coûts acceptables par les usagers possibles**

Les procédés actuels permettant de créer des cartographies numériques du couvert forestier obligent une étape de numérisation très coûteuse. En obtenant une telle cartographie par le biais d'outils technologiques qui **minimise le travail manuel en généralisant l'information** à de vastes territoire, on peut diminuer les coûts de façon considérable. ❖

1. Difficultés rencontrées: technologie exigeante sur le plan de la formation pré-requise et outils peu compatibles entre eux.