



GÉOMONT

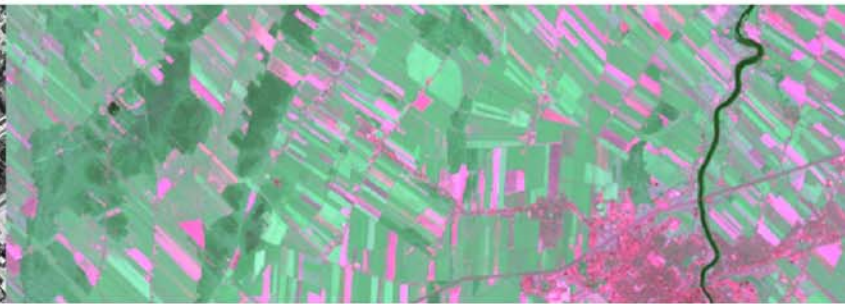
221 P NP DM21.1

Projet de parachèvement de l'autoroute 35 entre la
frontière américaine et Saint-Jean-sur-Richelieu

MRC Le Haut-Richelieu

6211-06-110

Portrait des pertes
de superficies forestières en Montérégie
entre 1999 et 2004



Par

Julien Belvisi
Agence géomatique montérégienne

Mars 2005

**Portrait des pertes de superficies forestières
en Montérégie entre 1999 et 2004**

PAR

Julien Belvisi

Agence géomatique montérégienne (GéoMont)

Mars 2005

TABLE DES MATIÈRES

Acronymes	2
Remerciements	3
Liste des tableaux	4
Liste des figures	4
1. Introduction	5
2. Méthodologie	6
2.1 La base de données topographiques du Québec au 1 : 20 000 ^e (BDTQ)	6
2.2 Les images satellitaires Landsat	8
2.3 Les principales étapes de la méthodologie	10
2.3.1 Traitement des images satellitaires	10
2.3.2 Interprétation visuelle à l'écran	11
2.3.3 Première phase de validation des résultats	12
2.3.4 Seconde phase de validation des résultats	13
3. Résultats	15
4. Discussion et prospectives	18
4.1 Limites de la méthodologie employée	18
4.2 L'étude de GéoMont par rapport aux études précédentes	18
4.3 L'utilisation de la base de données des cultures généralisées (BDCG)	20
5. Conclusion	22
6. Bibliographie	23
7. Annexes	24
7.1 Liste des informations contenues sur le cd-rom	24
7.2 Description des champs des tables d'attributs	25
7.3 Description des classes agricoles de l'ITC	26
7.4 Combinaison colorée d'une image Landsat 7 ETM+ du 14 août 2002	28

ACRONYMES

BDTQ	Base de données topographiques du Québec à l'échelle du 1 : 20 000 ^e
CPTAQ	Commission de protection du territoire agricole du Québec
BDCG	Base de données des cultures généralisées
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MENV	Ministère de l'Environnement du Québec
MRNFP	Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs
MRC	Municipalité régionale de comté
ITC	Inventaire des terres agricoles du Canada

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, La réalisation de ce projet n'aurait pas été possible sans le concours financier du ministère des Ressources naturelles et de la Faune, dans le cadre du Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier-volet II (PMVRMF) dont l'Agence forestière de la Montérégie est délégataire désigné.

Nous tenons ensuite à remercier Ghislain Poisson du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) pour son précieux support à différentes étapes du projet. Nous voulons également remercier Tingxian Li du ministère de l'Environnement du Québec, Charles Savoie du MAPAQ et Daniel Rochefort du ministère des Ressources naturelles (MRNFP) pour leurs conseils et pour nous avoir fourni certaines données numériques. Enfin, nous souhaitons remercier l'ensemble des partenaires régionaux (MRC, organismes de bassin versant, municipalités, Agence forestière montérégienne) ayant collaboré en nous fournissant des données nécessaires à la réalisation de l'étude et pour avoir participé activement à la phase de validation des résultats.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Année de mise à jour des feuillets de la BDTQ pour la Montérégie en fonction de l'année de saisie des photographies aériennes	7
Figure 2 : Différents types de couvert inclus dans la couche forestière de la BDTQ. Extraits des orthophotographies au 1 : 40 000 du MRNFP	8
Figure 3 : Combinaison colorée d'une image Landsat TM5 du 26 juillet 2004	9
Figure 4 : Différenciation du type d'occupation du sol par combinaison des bandes spectrales 3,4,5 d'une image Landsat TM 5	11
Figure 5 : Création des polygones de perte de superficie forestière par numérisation à l'écran	12

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse de la phase 1 de validation des résultats	13
Tableau 2 : Synthèse de la phase 2 de validation des résultats	14
Tableau 3 : Bilan des pertes de superficie forestière pour les MRC de la région administrative de la Montérégie	17
Tableau 4 : Tableau comparatif des résultats des études sur le déboisement en Montérégie	20

1. INTRODUCTION

Le 15 décembre 2004 entrainait en vigueur le Décret 1098-2004 du 29 novembre 2004 (Loi sur la qualité de l'environnement, L.R.Q., c. Q-2) modifiant le règlement sur les exploitations agricoles (REA) et dont l'article 50 alinéa 1 exclut tout espace de terrain couvert d'arbres qui n'a pas été cultivé au moins une fois au cours des 14 saisons de culture précédentes des superficies utilisées pour la culture des végétaux. Cette nouvelle réglementation répond à une préoccupation grandissante de la part de l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion (aménagement, mise en valeur, protection) du territoire et laisse manifestement à penser que les moyens mis en place jusqu'alors pour la préservation du milieu forestier n'ont pas répondu adéquatement aux objectifs attendus.

Il est avéré que la Montérégie, comme les autres régions du sud du Québec, fait face à un phénomène de perte de superficie forestière liée en grande partie à l'action conjuguée des activités agricoles, du développement urbain et, de manière plus périphérique, à l'exploitation forestière. Cette région recèle certaines des meilleures terres agricoles au Québec; or, lorsqu'on sait que seuls deux pour cent du territoire de la province sont cultivables, on comprend dès lors aisément la pression que peut exercer cette activité sur le milieu forestier. Par ailleurs, la Montérégie connaît une augmentation continue de la population (+ 18 % entre 1986 et 2001, contre 11 % pour l'ensemble de la province) et un développement urbain important relié à sa proximité avec l'agglomération montréalaise. Selon la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), la région a enregistré 7 981 mises en chantier en 2002, soit une augmentation de 66 % en un an, contre 53,4 % pour le Québec.

Montérégie	1986	1991	1996	2001
Population totale (1)	1 124 477	1 234 435	1 287 115	1 325 921
Logements mis en chantier (2)	-	-	3 217	4 792
Superficies cultivées (ha) (3)	-	489 108	505 362	533 956
Sources : (1) Statistiques Canada, 2001, (2) Société canadienne d'hypothèques et de logement, compilation CCQ, 2005, (3) Institut de la statistique du Québec, 2005.				

En même temps que les pressions liées aux activités humaines font reculer les superficies forestières, un autre type de pression se développe. Celle-ci provient de nombreux acteurs institutionnels, experts, citoyens et groupes environnementaux et s'exerce sur les décideurs et gestionnaires du territoire pour que soient préservés d'une manière plus efficiente les espaces « naturels » dont la disparition et la dégradation entraînent dans leur sillage de nombreux problèmes connexes tels que la perte d'usage, la perte de sol, la diminution de la biodiversité et la dégradation de la qualité de l'eau, des écosystèmes terrestres et aquatiques, la dégradation des paysages, etc. dommages multiples dont les coûts économiques et sociétaux sont indéniables.

Ce travail vise donc à offrir aux gestionnaires et décideurs actuels et futurs une information à jour susceptible d'entrer en ligne de compte dans le cadre du processus décisionnel lié à la gestion éclairée et durable de la ressource forestière en Montérégie.

Dans ce contexte, les principaux objectifs de cette étude sont :

- de poursuivre la surveillance du phénomène de recul de la forêt en Montérégie ;
- et de fournir un outil d'information et de support à la décision apportant une vision synoptique et actualisée sur l'état des superficies forestières en 2004 en Montérégie.

2. MÉTHODOLOGIE

Depuis 2002, trois études (MAPAQ, 2002 ; MENV, 2003 ; Université de Montréal¹, 2003) ont été consacrées au phénomène du déboisement en Montérégie. Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) a travaillé sur ce thème pour la période allant de 1990 à 1999, le MENV sur la période de 1990 à 1999 et de 1999 à 2002 et l'Université de Montréal de 1999 à 2002. Les résultats de ces études, même s'ils varient en particulier en fonction de la méthode utilisée (nous y reviendrons plus loin dans le rapport), témoignent tous d'une tendance marquée et continue au recul du milieu forestier. Ces études mettent aussi en valeur la forte disparité spatiale de ce phénomène, certaines MRC apparaissant plus touchées que d'autres.

Notre étude se positionne dans la continuité de ces différents travaux et se propose d'offrir le meilleur compromis entre les moyens humains, matériels et financiers disponibles, l'étendue importante du territoire à couvrir, et la précision et la pertinence des résultats. Ce qui distingue la présente étude des précédentes tient principalement au fait que nous n'avons pas utilisé une classification d'image satellitaire, mais plutôt une interprétation visuelle à l'écran pour identifier les pertes de superficies forestières. La méthodologie consistait à superposer des données sur l'état du couvert forestier à une date de référence (date de mise à jour de la BDTQ) et d'autres sur l'occupation du sol en 2004 (image Landsat TM5 du 26 juillet 2004).

2.1 LA BASE DE DONNÉES TOPOGRAPHIQUES DU QUÉBEC AU 1 : 20 000^E (BDTQ)

La couche des boisés de la BDTQ (V1.1) du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP) est la référence à partir de laquelle l'évolution des superficies forestières a été étudiée. Cette couche de boisés a été produite par interprétation d'orthophotographies panchromatiques au 1 : 40 000 acquises entre 1998 et 2000 sur la Montérégie (voir figure 1). Les avantages d'utiliser cette donnée sont multiples : tout d'abord, cette couche offre la couverture spatiale la plus exhaustive et la plus récente du territoire forestier en format vectoriel. Ensuite, c'est une donnée largement utilisée au sein des

¹ Étude réalisée pour le compte de l'Agence forestière de la Montérégie (AFM)

organismes et institutions régionales. De plus, elle est disponible dans le Système d'information et de gestion en aménagement du territoire (SIGAT) parmi les bases de données de référence géographique et territoriale du Québec.

En terme de précision spatiale, les polygones forestiers de la BDTQ offrent une précision de 2 à 4 mètres. Les plus petits secteurs forestiers repérés dans la couche font, selon les normes de production de la Photocartothèque québécoise, au moins 5 200m² mais nous avons pu constater que de nombreux secteurs de plus petites dimensions (≈ 0,35 hectare) ont été correctement identifiés au moment de la fabrication de cette couche d'informations.

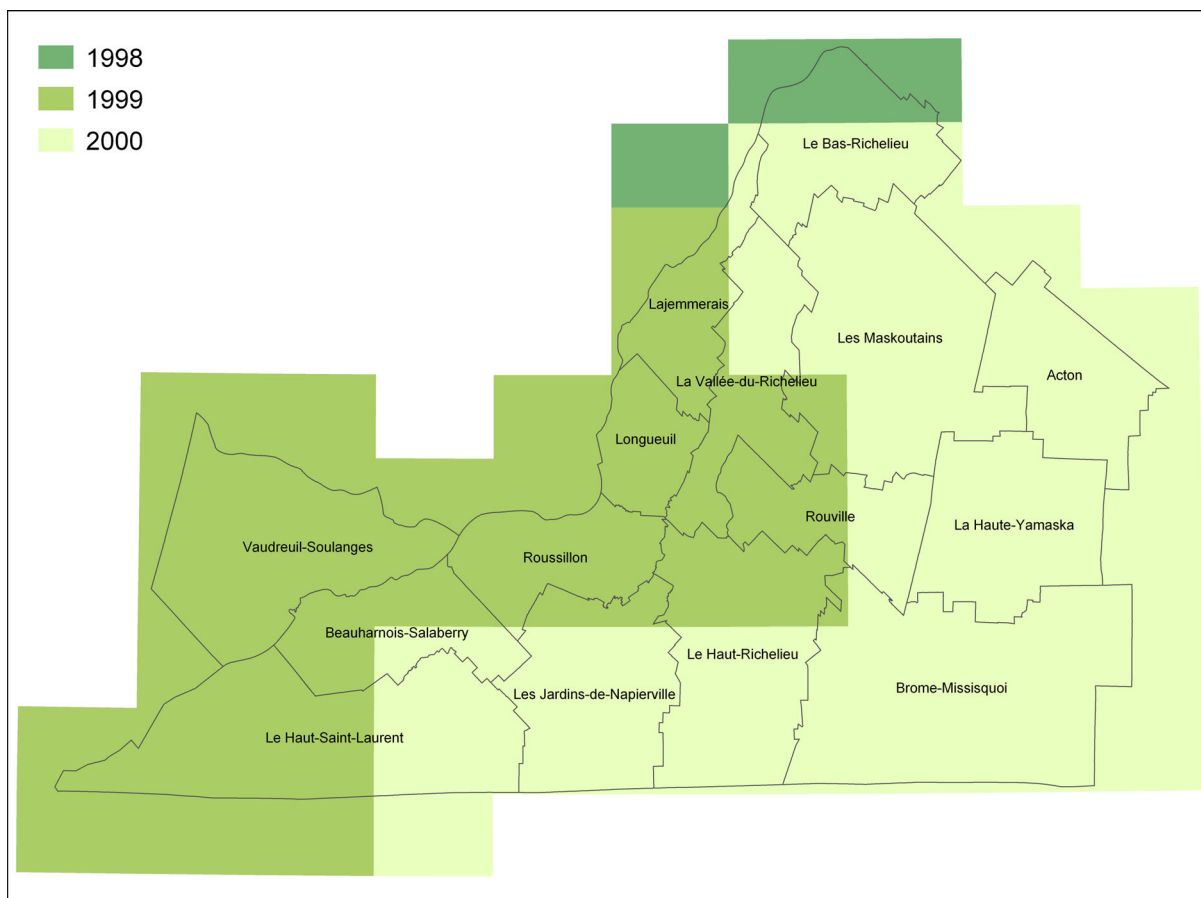
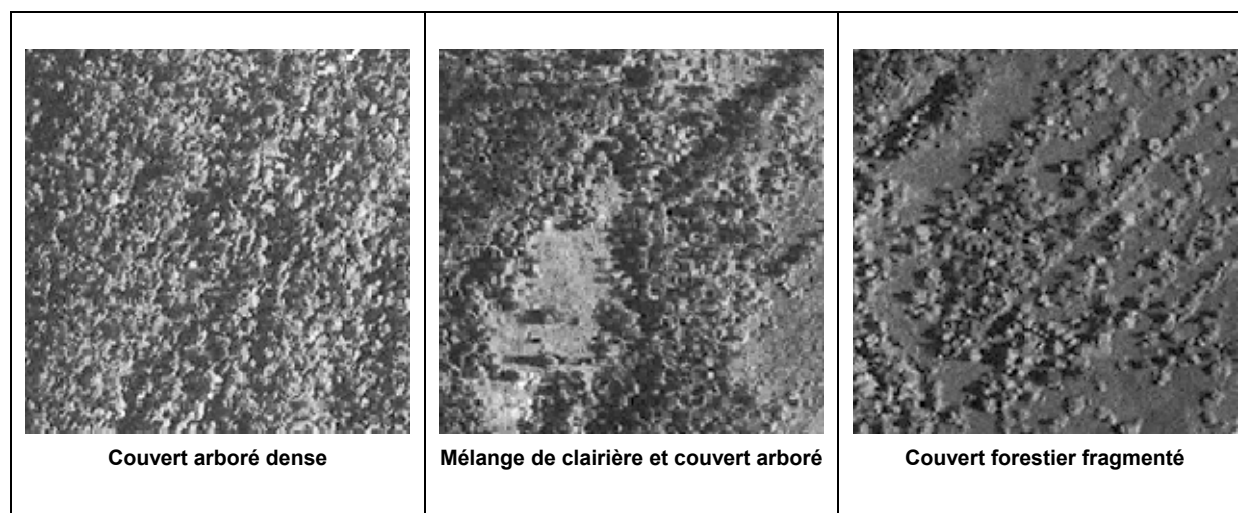


Figure 1 : Année de mise à jour des feuillets de la BDTQ pour la Montérégie en fonction de l'année de saisie des photographies aériennes

En terme de précision thématique, la couche de végétation de la BDTQ, appelée de manière réductrice et plutôt trompeuse *milieu boisé*, intègre en réalité les surfaces boisées, mais aussi de nombreux secteurs forestiers ouverts dans lesquels le taux de boisement varie et sur lesquels nous pouvons distinguer, dans des proportions variables, un mélange d'autres strates végétales composées d'arbustes, de buissons, de broussailles et d'herbes à différents stades de croissance ou de régénérescence. De plus, et malgré le

fait que ce soit dans une proportion restreinte, il est à noter que cette couche intègre des erreurs de saisie puisqu'elle inclue des objets non forestiers, comme des bâtiments, des zones domiciliaires ou des zones de culture.

Les extraits d'orthophotographies de la figure 2 ci-après donnent un aperçu de la variété de couvert végétal intégré à la couche forestière de la BDTQ.



**Figure 2 : Différents types de couvert inclus dans la couche forestière de la BDTQ.
Extraits des orthophotographies au 1 : 40 000 du MRNFP**

Dans ce contexte, il est important de noter que les résultats de l'étude ne portent pas uniquement sur le déboisement *stricto sensu*, mais plus généralement sur la perte de superficie forestière. La forêt est par conséquent appréhendée dans le sens large du terme et intègre les zones de boisés denses, mais aussi les espaces forestiers plus ouverts composés d'un couvert végétal mixte et d'une proportion variable d'arbres. De ce fait, cette acception est moins restrictive que la définition officielle de la forêt comme une *formation végétale ligneuse, ou écosystème, à prédominance d'arbres, comportant en général un couvert relativement dense* (Office de la langue française, 2005). Néanmoins, pour des raisons de faisabilité méthodologique et technique, nous avons décidé de prendre en considération l'ensemble des polygones boisés de la BDTQ tout en ayant à l'esprit le fait que dans certains cas, les zones incluses dans cette couche ne sont pas uniquement recouvertes d'arbres.

2.2 LES IMAGES SATELLITAIRES LANDSAT

L'image satellitaire utilisée pour l'étude est issue d'une scène Landsat Thematic Mapper (TM) 5 de la Montérégie acquise le 26 juillet 2004.

La météo maussade de l'été 2004 et la fréquence limitée de passage du satellite (révolution de 16 jours) ont fait que nous n'avions à notre disposition qu'une seule image offrant une fenêtre à peu près dégagée de la région pour cette année.

À la vue de l'image satellitaire (figure 3), nous pouvons constater la présence d'un voile nuageux sur le sud-ouest de la Montérégie affectant en particulier les municipalités régionales de comté (MRC) du Haut-Saint-Laurent, de Beauharnois-Salaberry et de Vaudreuil-Soulanges et l'ouest de la MRC des Jardins-de-Napierville. Dans la mesure où notre objectif était d'identifier visuellement les secteurs ayant subi une perte de surface forestière, ce voile a représenté un handicap qui a diminué la précision et l'exhaustivité des résultats sur les zones trop fortement affectées. D'autre part, une partie du territoire d'étude, à l'ouest des MRC Vaudreuil-Soulanges et Haut-Saint-Laurent, n'est pas couvert par l'image. Ces deux éléments nous ont conduits à utiliser une seconde image du 14 août 2002 (voir annexe 4) pour traiter les secteurs non couverts en 2004 ou affectés par un voile nuageux trop important pour en faire l'interprétation visuelle.

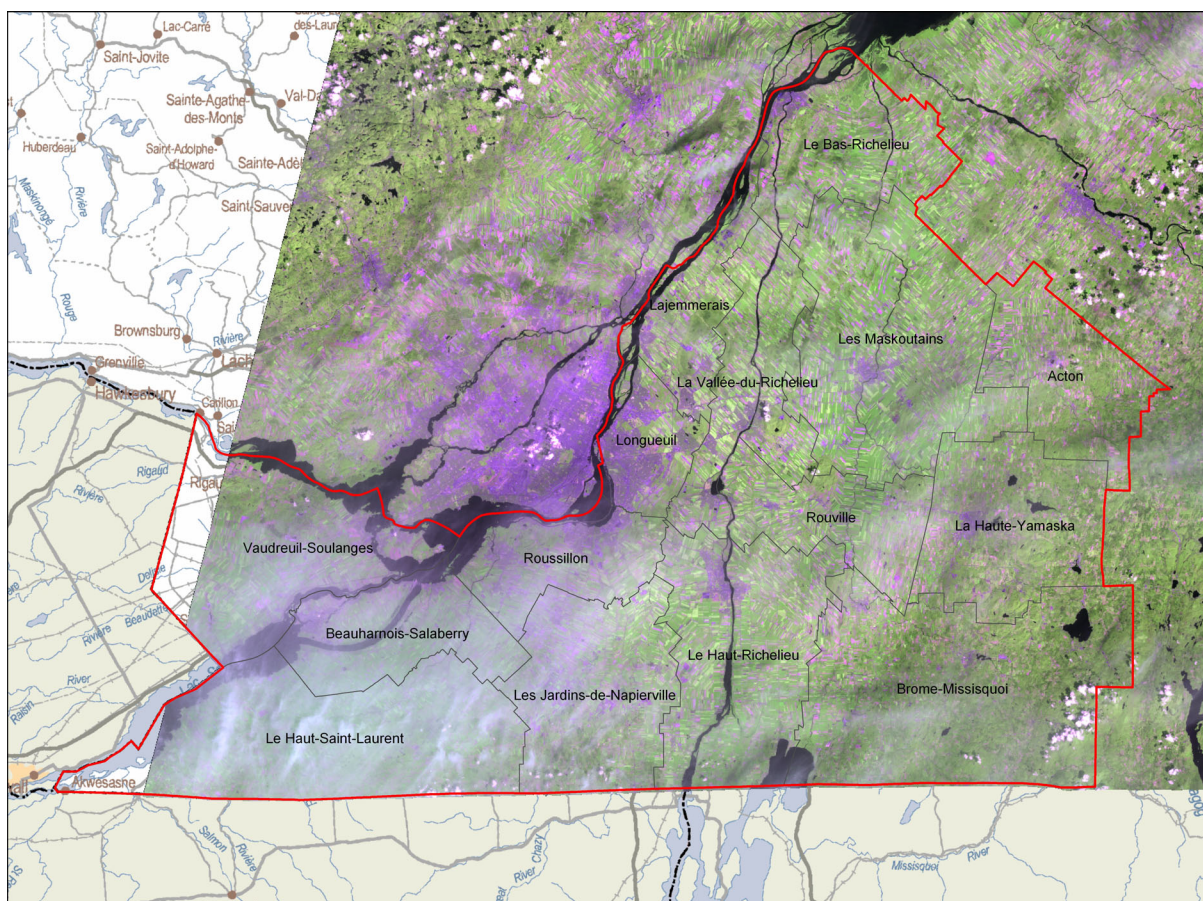


Figure 3 : Combinaison colorée d'une image Landsat 5 TM du 26 juillet 2004

2.3 LES PRINCIPALES ÉTAPES DE LA MÉTHODOLOGIE

2.3.1 Traitement des images satellitaires

Création d'une combinaison colorée de l'image : Deux compositions colorées (2002 et 2004) ont été réalisées à partir des bandes spectrales du rouge, proche infra-rouge et infra-rouge moyen réflectif TM3 (0,63 - 0,69 μm), TM4 (0,76 - 0,90 μm) et TM5 (1,55 - 1,75 μm). La résolution de l'image correspond donc à celles des canaux utilisés, soit 30 mètres, ce qui signifie que la plus petite unité de l'image (le pixel) correspond à une surface au sol de 900 m² (9 687,5 pieds²).

La principale vocation de ce type de combinaison est de permettre de différencier les objets au sol en fonction de leur comportement spectral et de faire apparaître les sols nus et le bâti dans diverses teintes de violet-mauve, la végétation chlorophyllienne dans diverses teintes de vert (vert clair à vert sombre selon la nature du couvert) et l'eau en noir.

Amélioration de la dynamique : Le procédé consistait à utiliser l'intervalle de couleur maximum dans la table de coloration (*Look up table*) entre les comptes numériques (la valeur du pixel) minimums et maximums de l'image. De cette manière, les valeurs des pixels ne sont pas changées; seule la visualisation à l'écran est modifiée et permet d'accroître le contraste entre les différents types d'objets au sol.

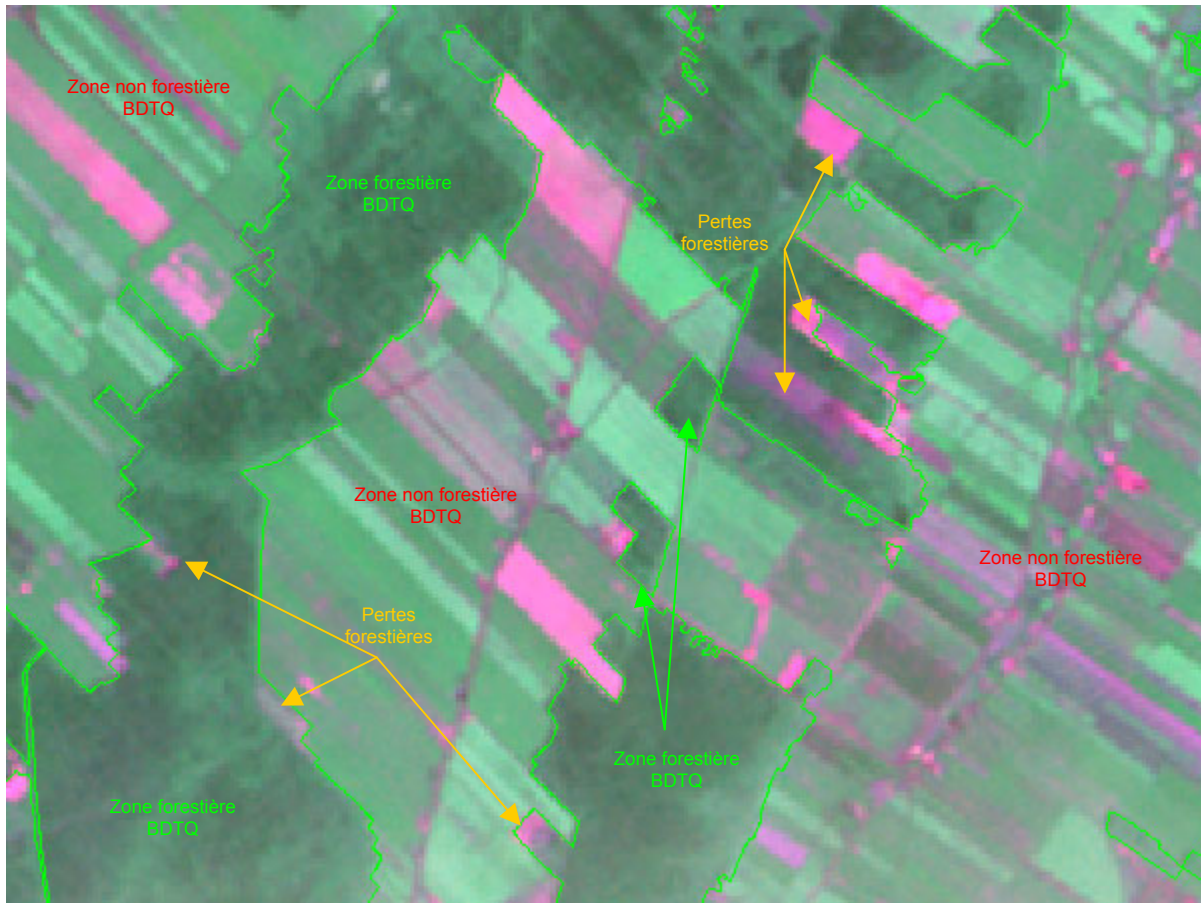


Figure 4 : Différenciation du type d'occupation du sol par combinaison des bandes spectrales 3,4,5 d'une image Landsat TM 5

2.3.2 Interprétation visuelle à l'écran

Comme nous le mentionnions, le couvert forestier de la BDTQ a été superposé aux données satellitaires, l'objectif étant d'identifier visuellement les pertes de superficies forestières sur la proportion de l'image située à l'intérieur des polygones de la BDTQ, considérant l'extérieur des polygones comme non-forestier à la date de référence.

L'un des avantages principaux de l'interprétation visuelle est de pouvoir faire intervenir une combinaison d'éléments de discrimination basée sur la forme des objets, leur texture et leur voisinage, en plus de la couleur reliée à la réponse radiométrique des objets au sol. Par exemple, la plupart des coupes forestières effectuées en milieu agricole proposent des surfaces aux formes anguleuses caractéristiques. De même, la cime irrégulière d'un couvert végétal de type forestier offre une texture différente de celle d'une surface cultivée.

Lorsqu'un secteur est détecté comme ayant un couvert au sol de type dénudé (couvert végétal faible, sol nu, bâti ou culture), un polygone est créé par numérisation à l'écran, ses limites correspondant à celles du secteur identifié sur l'image. Si la perte de couvert forestier affecte l'ensemble du polygone de la BDTQ, le nouveau polygone aura exactement la même emprise. Dans le cas où la perte ne concerne qu'une ou plusieurs parties du polygone de la BDTQ, ce sont autant de polygones qui sont créés.

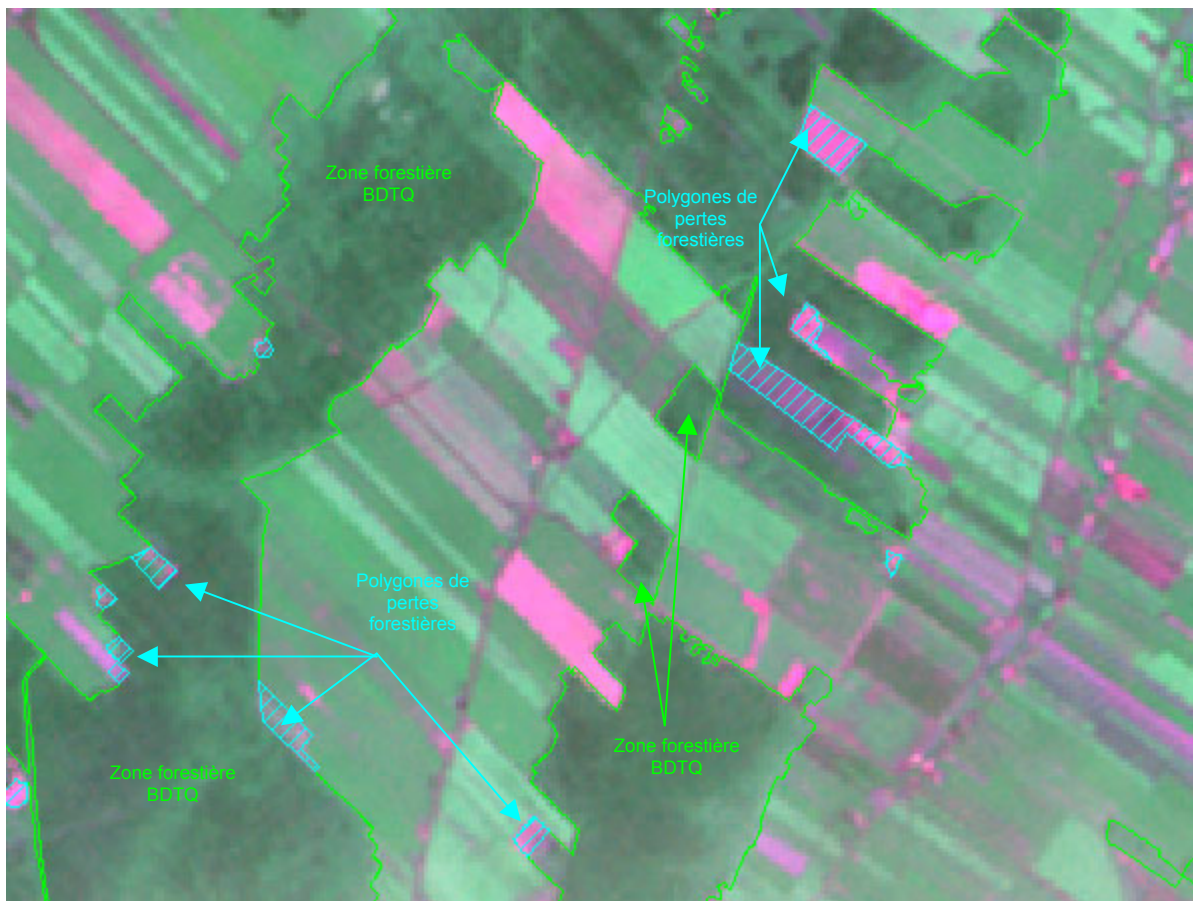


Figure 5 : Création des polygones de perte de superficie forestière par numérisation à l'écran

Au total, 10 711 polygones forestiers représentant plus de 3 440 kilomètres carrés ont été passés en revue et quelques 2 194 polygones correspondant à des secteurs ayant subi une perte de couvert forestier ont été générés.

2.3.3 Première phase de validation des résultats

Une fois l'interprétation visuelle effectuée sur l'ensemble du territoire, nous avons réalisé une première étape de vérification des résultats en les superposant avec les orthophotographies au 1 : 40 000 ayant servi à la conception de la couche forestière de la BDTQ. Comme nous l'avons dit précédemment, la couche forestière de la BDTQ renferme des anomalies, c'est-à-dire des zones non forestières (zones de

bâti, terres en culture) à l'époque de la prise de vue des orthophotographies. Ce type d'erreur présent dans la donnée source a engendré la création de polygones identifiant une perte forestière en 2004, alors qu'en réalité, il ne s'agissait déjà plus de secteurs forestiers à l'époque. Dans ce contexte, l'ensemble des polygones non forestiers sur l'orthophotographie ont été supprimés. Au total, ce sont 134 secteurs représentant 555 hectares qui ont été exclus du calcul final grâce à cette première phase de validation. Ces surfaces non forestières ont par ailleurs été retirées du calcul de surface forestière pour la date de référence en plus des 1 049 hectares résultant de la correction de deux polygones forestiers de la BDTQ situés sur la MRC des Jardins-de-Napierville. Ces corrections retirent au total près de 1603 ha de la couche forestière de la BDTQ.

Par ailleurs, cette étape de superposition des polygones avec les photos aériennes a permis de réaliser une codification des secteurs en fonction de la nature du couvert au sol. Ainsi, nous avons établi deux codes *BOIS* et *MIXTE* affectés à chacun des polygones créés. Le code *BOIS* désigne des secteurs qui étaient, à la date de référence, couverts en grande majorité par des arbres. Ces secteurs ont donc subi un déboisement à proprement parler. Ceux classés *MIXTE* sont des secteurs dont la proportion de couvert arboré est variable. Ces secteurs ont possiblement subi soit une coupe, soit un défrichage, ou une combinaison des deux. Ce codage permet encore une fois de mettre en perspective les résultats et de faire clairement ressortir que la perte de superficie forestière ne résulte pas uniquement du déboisement.

Tableau 1 : Synthèse de la phase 1 de validation des résultats

	Nb de polygones	Taux de polygones (%)	Superficie (ha)	Taux de superficie (%)
Polygones totaux avant phase 1	2 194	100	10 142	100
Polygones supprimés phase 1	134/2 194	6,11	555	5,5
Polygones totaux avant phase 2	2060	93,89	9 587	94,53

2.3.4 Seconde phase de validation des résultats

La seconde étape de validation des résultats consistait à comparer par différentes méthodes les résultats obtenus avec la réalité terrain. En clair, il s'agissait de vérifier si le secteur identifié avait effectivement perdu sa vocation forestière et si les dimensions du polygone créé par numérisation à l'écran correspondaient de manière générale à l'emprise réelle du phénomène. Pour ce faire, nous avons procédé de trois façons différentes.

La première consistait à effectuer une validation sur le terrain en automobile sur une période d'une semaine (1 200 kilomètres parcourus) après avoir sélectionné des secteurs pour lesquels le risque

d'erreur était important. La deuxième nous a amenés à collaborer avec les MRC de la Montérégie pour qu'elles puissent valider un certain nombre de secteurs identifiés sur leur territoire, soit par l'intermédiaire de données thématiques (plans, permis, photographies...), soit en allant les vérifier sur le terrain. Enfin, une grande proportion des secteurs a été vérifiée dans le cadre d'une collaboration avec le MAPAQ qui a accès à des photographies aériennes infrarouges numériques de 2003 et 2004 couvrant une portion importante de la région, avec une résolution de 0,5 m x 1,5 m par pixel.

Sur les 2 060 secteurs restant après la première phase de validation, 77 ont été vérifiés par nos soins sur le terrain, 384 ont été vérifiés par les MRC et enfin, 864 l'ont été par le MAPAQ. Certains d'entre eux ayant fait l'objet de plusieurs de ces vérifications à la fois, ce sont au total 970 secteurs différents qui ont été vérifiés, soit 47 % des secteurs, ou près d'un secteur sur deux.

En effectuant la synthèse des résultats de la vérification, nous pouvons faire plusieurs constatations. Sur les 970 polygones qui ont pu être vérifiés, 901 (92,9 %) se sont avérés bien classés, c'est-à-dire qu'un constat de perte de couvert forestier a pu être fait, 35 (3,6 %) l'ont été partiellement, c'est-à-dire qu'une partie seulement du secteur a subi une perte de couvert forestier (surestimation) ou bien que la superficie du secteur identifié est inférieure à la perte réelle de couvert forestier (sous-estimation). Dans ce cas, et lorsque cela était possible, nous avons effectué une correction des dimensions des polygones correspondants. Enfin, 34 (3,5 %) secteurs ont été générés par erreur, c'est-à-dire que le secteur était soit déjà dans le même état de couvert à la date de mise à jour de la BDTQ, soit qu'il supportait encore un couvert forestier en 2004.

Tableau 2 : Synthèse de la phase 2 de validation des résultats

	Nb de polygones	Taux de polygones (%)	Superficie (ha)	Taux de superficie (%)
Polygones totaux avant phase 2	2 060	100	9 587	100
Polygones vérifiés phase 2	970/2 060	47	5 417	56,5
Polygones erronés phase 2	34/970	3,5	265,3	4,9
Polygones partiellement bien classés	35/970	3,6	206,9	3,8
Polygones bien classés	901/970	92,9	4 944,8	91,3

Cette vérification ayant été réalisée sur une proportion importante des secteurs et des corrections ayant été apportées, nous considérons qu'elle constitue une base statistique pertinente pour évaluer le taux

d'erreurs résiduelles à une proportion allant de cinq à dix pour cent selon les MRC, principalement en fonction de la densité du couvert nuageux. Cela équivaut à un taux de fiabilité de l'ordre de 90 à 95 % (90 à 95 fois sur 100 en moyenne, l'information fournie se vérifie sur le terrain).

En ce qui concerne la précision des résultats en terme de correspondance entre l'aire des polygones créés et la réalité terrain, plusieurs remarques peuvent être faites.

À l'issue de la phase de vérification terrain, nous avons pu constater que la dimension d'un certain nombre de sites avait été soit surévaluée ou sous-évaluée. En compilant les résultats de la vérification, nous avons estimé que ce type d'erreur a un taux de récurrence d'une fois sur 50 à une fois sur 70. Cela veut dire qu'une fois sur 50 à 70, le polygone créé est trop grand ou trop petit par rapport à la réalité.

Une remarque cependant : il ne faut pas confondre ce type d'erreur avec les erreurs inhérentes à la résolution de l'image satellitaire de 30 mètres pour les bandes multispectrales, c'est-à-dire que la plus petite unité de l'image (le pixel) correspond à une surface au sol de 900 m² (30 m x 30 m). De même, pour ce qui est du calage de l'image (ortho-rectification et géoréférencement), la précision varie selon les secteurs entre 1 et 3 pixels. Cela veut dire qu'en moyenne, la précision du découpage du polygone basée sur l'image est de l'ordre de 30 à 90 mètres. Donc, plus le polygone créé est petit, plus la proportion erronée du secteur peut être grande.

Toutefois, l'impact de ce type d'erreur a été fortement atténué, car, dans la majorité des cas, une partie seulement des limites des polygones ont été créés à partir de l'image. Le reste des limites a été généré en s'appuyant sur les limites existantes des polygones de la BDTQ (figure 5).

3. RÉSULTATS

Au total, 2 026 sites totalisant 9 322 ha ont été identifiés pour la période allant de 1999 à 2004. Plus de 88 % des pertes de forêt sont situées à l'intérieur du zonage agricole, qui représente près de 81 % de la superficie de la Montérégie (CPTAQ, 2004). Cela correspond à un taux de déboisement de 2,72 % pour la région. Le taux de superficie forestière régresse donc de 28,90 % en 1999 à 28,11 % en 2004, soit une diminution de 0,8 %.

En observant le tableau 3, nous pouvons noter que les MRC pour lesquelles la perte de forêt est la plus importante en terme de superficie absolue sont celles des Maskoutains (1 435,5 ha), de Brome-Missisquoi (1 166,2 ha) et des Jardins-de-Napierville (1 021,4 ha). Les MRC où le taux de perte de forêt est le plus important relativement à ce qu'elle occupait à la date de référence sont celles de Rouville (6,36 %), des Maskoutains (6,14 %) et du Haut-Richelieu (6,03 %). Les MRC pour lesquelles la perte de forêt est la moins importante en terme de superficie absolue sont celles de Beauharnois-Salaberry (106,3 ha),

Longueuil (133,6 ha) et Lajemmerais (155,2 ha). En ce qui concerne le taux de perte forestière, il s'agit des MRC du Haut-Saint-Laurent (1,13 %), de Brome-Missisquoi (1,26 %) et de Beauharnois-Salaberry (1,93 %).

À l'échelle municipale (cf. Statistiques_Montérégie.xls contenant feuille 2), nous pouvons remarquer que plusieurs municipalités n'ont subi aucune perte forestière. Dans la majorité des cas, il s'agit de municipalités de faible superficie situées dans des secteurs de forte densité forestière et supportant parallèlement une activité agricole relativement limitée, comme par exemple Warden (Haute-Yamaska), East-Farnham (Brome-Missisquoi), Abercorn (Brome-Missisquoi) ou Roxton Falls (Acton).

Les municipalités pour lesquelles la perte de forêt est la plus importante en terme de superficie absolue sont celles de Saint-Jude avec 307,9 ha (Maskoutains), Hemmingford avec 277,5 ha (les Jardins-de-Napierville) et Saint-Théodore-d'Acton avec 262 ha (Acton). Les municipalités pour lesquelles le taux de perte de forêt est le plus important relativement à ce qu'elle occupait à la date de référence sont celles de Candiac avec 40,4 % (Roussillon), Pincourt avec 23 % (Vaudreuil-Soulanges) et Chambly avec 22,3 % (Vallée-du-Richelieu).

Tableau 3 : Bilan des pertes de superficie forestière pour les MRC de la région administrative de la Montérégie

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Années de référence	Superficie totale du territoire (ha)	Superficie forestière BDTQ (ha)	Taux de superficie forestière BDTQ (%)	Superficie forestière en juillet 2004 (ha)	Taux de superficie forestière en juillet 2004 (%)	Perte de superficie forestière (ha)	Taux de perte de superficie forestière (%)	Variation du taux de superficie forestière (%)	Perte de superficie à l'intérieur du zonage agricole (ha)	Taux de perte de superficie à l'intérieur du zonage agricole (%)	
Les MRC											
Acton	2000	58 228	26 908	46,21	26 112	44,84	796,00	2,96	- 1,37	795,5	99,94
Beauharnois-Salaberry	1999-2000	54 730	5 522	10,09	5 415,7	9,90	106,30	1,93	- 0,19	75,1	70,65
Brome-Missisquoi	1999-2000	158 483	92 627	58,45	91 460,8	57,71	1 166,20	1,26	- 0,74	1 098,17	94,17
La Haute-Yamaska	2000	76 417	42 732	55,92	41 718	54,59	1 014,00	2,37	- 1,33	906,3	89,38
La Vallée-du-Richelieu	1999-2000	60 395	11 371	18,83	11 125,9	18,42	245,10	2,16	- 0,41	198,9	81,15
Lajemmerais	1999-2000	40 513	7 501	18,52	7 345,8	18,13	155,20	2,07	- 0,38	116,3	74,94
Le Bas-Richelieu	1998-2000	63 910	12 809	20,04	12 285,2	19,22	523,80	4,09	- 0,82	410,2	78,31
Le Haut-Richelieu	1999-2000	99 621	12 227	12,27	11 489,7	11,53	737,30	6,03	- 0,74	696	94,40
Le Haut-Saint-Laurent	1999-2000	129 718	43 943	33,41	42 855,2	33,04	487,80	1,13	- 0,38	462,8	94,87
Les Jardins-de-Napierville	1999-2000	80 427	22 367	27,81	21 345,6	26,54	1 021,40	4,57	- 1,27	1 013,8	99,26
Les Maskoutains	1999-2000	131 229	23 361	17,80	21 925,5	16,71	1 435,50	6,14	- 1,09	1 428,8	99,53
Longueuil	1999	31 011	4 007	12,92	3 873,4	12,49	133,60	3,33	- 0,43	15,8	11,83
Roussillon	1999-2000	49 197	6 108	12,42	5 777,7	11,74	330,30	5,41	- 0,67	162	49,05
Rouville	1999-2000	48 897	8 459	17,30	7 920,6	16,20	538,40	6,36	- 1,10	515,8	95,80
Vaudreuil-Soulanges	1999	102 285	23 136	22,62	22 504,7	22,00	631,30	2,73	- 0,62	371,4	58,83
Total pour la Montérégie		1 185 061	342 478	28,90	333 155,8	28,11	9 322,2	2,72	- 0,79	8 266,87	88,68

A : Années de mise à jour de la BDTQ

B : Superficie totale d'après le Système de découpage administratif (SDA) du MRNFP (2004)

C : Superficie forestière de la BDTQ moins les correctifs d'erreurs de saisie

D : C/B*100

E : C-G

F : E/B*100

G : somme des superficies des polygones de perte de superficie forestière

H : G/E*100

I : F-D

J : D'après un croisement avec un fichier de la commission de protection du territoire agricole du Québec (CPTAQ, 2004)

K : J/G*100

4. DISCUSSION ET PROSPECTIVES

4.1 Limites de la méthodologie employée

Le mois de juillet (date d'acquisition de l'image satellitaire de 2004) n'est pas la période la plus propice pour distinguer au mieux le milieu forestier des zones agricoles. En effet, une proportion substantielle des champs sont, à cette époque, occupés par des cultures. Or, lorsque celles-ci ont une densité de recouvrement au sol importante, il devient plus ardu de les distinguer des zones forestières. Cela veut dire que lorsqu'une zone déboisée est remise en culture et qu'au moment de la saisie de l'image, cette culture est en place (non récoltée) à un stade avancé de croissance végétale, il est possible que ce site passe inaperçu au cours du processus d'interprétation visuelle à l'écran. De plus, certaines zones n'étant pas couvertes par l'image de 2004 ou affligées d'un couvert nuageux trop dense, l'utilisation de l'image satellitaire de 2002 n'a permis d'identifier que la perte de forêt entre 1999 et 2002. Enfin, comme signalé précédemment, l'utilisation de la couche des boisés de la BDTQ a fait que nous n'avons pas pris en compte un certain nombre de boisés isolés de faible superficie (< 0,35 ha), les haies, les milieux humides, ainsi que la plupart des bandes riveraines.

Ce double constat nous amène à penser que les résultats présentés dans notre étude sous-estiment quelque peu la portée du phénomène de régression de la superficie forestière au cours de la période couverte par l'étude.

4.2 L'étude de GéoMont par rapport aux études précédentes

Ce constat se confirme lorsque nous effectuons la comparaison de nos résultats avec ceux de deux études précédentes (Université de Montréal, 2002, MENV, 2002). L'étude de l'Université de Montréal et du MENV évaluent respectivement la perte de superficie forestière entre 1999 et 2002 à 12 511 ha et 9 775 ha. Ces résultats sont, à des niveaux différents, bien supérieurs à ceux de notre étude, qui s'étend pourtant sur une période plus longue. À notre avis, cet écart ne s'explique pas uniquement par les éléments soulignés précédemment, mais aussi et surtout par les méthodologies employées.

La méthodologie développée par l'Université de Montréal s'appuie sur la comparaison de deux images satellitaires classifiées, saisies à deux dates différentes, au sein d'une matrice de contingence. La méthodologie du MENV est basée sur la classification d'une image multitemporelle produite par fusion des bandes spectrales (canal rouge 0,63 - 0,69 μm) d'images saisies à deux dates différentes, en se limitant aux secteurs forestiers définis par la BDTQ. Notons que dans le cas de l'Université de Montréal, il s'agit d'une classification visant à distinguer le type d'occupation du sol, alors que le ministère s'est appuyé sur une classification visant à distinguer le changement d'occupation du sol.

Sans nous être attardés à une analyse comparative très poussée (mentionnons au passage que ce type d'analyse mériterait d'être mis en œuvre), nous avons néanmoins été en mesure d'effectuer plusieurs observations qui nous amènent à penser qu'à des degrés différents, ces études ont probablement surestimé la perte de superficie forestière réelle.

En observant les résultats de l'étude de l'Université de Montréal, nous avons pu constater de nombreux secteurs ayant été identifiés comme déboisés entre 1999 et 2002, alors que dans le cadre de notre étude, ces mêmes secteurs étaient considérés comme non forestiers en 1999. Il en va de même pour l'étude du MENV, dans laquelle nous avons repéré plusieurs secteurs ayant été classés par erreur comme déboisés. Par ailleurs, l'étude du MENV est partie du principe que la BDTQ offrait une information valide à 100 % sur le couvert forestier, faute de disposer des orthophotographies sources pour en vérifier la précision. Or, comme nous l'avons signalé, la version à laquelle nous avons fait appel, plus récente que celle utilisée par le ministère, inclut pourtant encore de nombreuses erreurs. Pour notre part, nous avons retiré plus de 1 603 ha de surface classée initialement à cause des erreurs contenues dans la BDTQ. Enfin, dans les deux cas, une classification semi-automatique d'images a été réalisée, ce qui induit inévitablement une proportion de pixels mal classés. De plus, le croisement de données satellitaires multi-dates provoque un phénomène de bordure susceptible de générer un taux d'erreurs pouvant être important pour un territoire comme la Montérégie, où le milieu forestier est fortement fragmenté.

Toutefois, et malgré les différentes approches méthodologiques employées, nous avons pu remarquer que la tendance des résultats semble se maintenir. Le tableau 4 ci-après propose un classement des MRC en fonction de l'importance des pertes de superficie forestière en valeur absolue et en pourcentage (1 à 15 par ordre décroissant d'importance). Nous pouvons noter qu'il existe une forte corrélation positive entre les résultats des deux autres études et la nôtre. Nous pouvons constater que les MRC les plus touchées sont sensiblement les mêmes avec les trois méthodes et cela est également vrai pour les MRC les moins touchées par le phénomène.

Tableau 4 : Tableau comparatif des résultats des études sur le déboisement en Montérégie

MRC	Université de Montréal (99-02)				MENV (99-02)				GéoMont (99-04)			
	(ha)	Rang	(%)	Rang	(ha)	Rang	(%)	Rang	(ha)	Rang	(%)	Rang
Acton	- 879	8	- 3,52	7	- 978	4	- 3,7	8	- 796	5	- 2,96	8
Beauharnois-Salaberry	- 133	12	- 3,58	6	- 143	15	- 2,6	12	- 106	15	- 1,93	13
Brome-Missisquoi	- 1 626	2	- 1,72	13	- 839	5	- 0,9	15	- 1 166	2	- 1,26	14
Haute-Yamaska	- 1 110	7	- 2,68	10	- 690	8	- 1,6	14	- 1 014	4	- 2,37	10
Lajemmerais	- 173	11	- 2,20	12	- 227	13	- 3,0	11	- 155	13	- 2,07	12
Vallée-du-Richelieu	165	15	1,42	15	- 376	11	- 3,3	9	- 245	12	- 2,16	11
Bas-Richelieu	- 477	10	- 4,38	5	- 448	9	- 3,3	10	- 524	9	- 4,09	6
Le Haut-Richelieu	- 1 531	3	- 13,49	2	- 749	7	- 6,2	2	- 737	6	- 6,03	3
Le Haut-Saint-Laurent	- 1 251	5	- 3,42	8	- 763	6	- 1,8	13	- 488	10	- 1,13	15
Les Jardins-de-Napierville	- 1 320	4	- 6,07	4	- 1091	2	- 5,3	4	- 1 021	3	- 4,57	5
Les Maskoutains	- 2 303	1	- 10,54	3	- 1534	1	- 6,3	1	- 1 436	1	- 6,14	2
Longueuil	-82	14	- 2,67	11	- 174	14	- 4,6	6	- 134	14	- 3,33	7
Roussillon	-87	13	- 1,41	14	- 396	10	- 6,2	3	- 330	11	- 5,41	4
Rouville	- 1 125	6	- 13,68	1	- 329	12	- 3,8	7	- 538	8	- 6,36	1
Vaudreuil-Soulanges	- 580	9	- 3,23	9	- 1039	3	- 4,7	5	- 631	7	- 2,73	9
Total	-12511		- 3,88		- 9775		- 2,9		- 9 322		- 2,72	

Les 3 MRC les plus touchées

Les 3 MRC les moins touchées

4.3 L'utilisation de la base de données des cultures généralisées (BDCG)

Pour tenter d'estimer le niveau de sous-évaluation du phénomène de perte de forêt de notre étude, nous sommes appuyés sur l'utilisation de la BDGC, produit récent de la Financière agricole du Québec (FADQ). Ce produit vectoriel est constitué de polygones représentant les parcelles agricoles assurées dans le programme de la FADQ. Ces polygones ont été généralisés et regroupés selon la culture déclarée par l'assuré. Selon la FADQ, les polygones couvrent environ 90 % du territoire cultivé au Québec.

Cette information présente l'avantage d'identifier les secteurs pour lesquels la méthodologie employée présente des limites, c'est-à-dire ceux qui ont subi une perte forestière et ont depuis été occupés par une culture à fort recouvrement au sol au moment de la saisie de l'image, ce qui les rend, de ce fait, difficiles à distinguer par simple interprétation visuelle. Notre objectif était donc d'évaluer les gains apportés par l'utilisation de la BDCG en quantifiant les pertes forestières identifiées uniquement par l'intermédiaire de la BDCG.

N'ayant eu accès à cette information qu'à la toute fin de l'étude et faute d'avoir pu en évaluer leur fiabilité, nous n'avons effectué des tests que sur deux MRC caractéristiques : les Maskoutains, pour laquelle nous possédions des résultats exhaustifs a priori fiables et le Haut-Saint-Laurent située dans la zone la plus dense du couvert nuageux et présentant de ce fait, une probabilité de sous-estimation plus importante.

Les résultats sont les suivants :

- Pour la MRC des Maskoutains, nous avons identifié des secteurs totalisant 100,4 hectares ayant en moyenne une dimension de 1,2 ha (variance de 2,9 ha). Cela correspond à une perte de superficie forestière de 7 % de plus par rapport aux résultats issus uniquement de l'utilisation de l'image satellitaire, soit 1 536 ha au total qui équivaut à un taux de perte de superficie forestière de 6,57 % au lieu de 6,14 % .
- Pour la MRC du Haut-Saint-Laurent, nous avons identifié des secteurs totalisant 69 hectares ayant en moyenne une dimension de 1 ha (variance de 2 ha). Cela correspond à une perte de superficie forestière supplémentaire de 14 % par rapport aux résultats issus de l'utilisation de l'image satellitaire, soit 556,8 ha au total qui équivaut à un taux de perte de superficie forestière de 1,28 % au lieu de 1,13 %.

En se basant sur ces résultats fragmentaires pour faire une généralisation à l'échelle de la région, nous obtenons entre 652 ha (7 %) et 1 305 ha (14 %) de perte forestière supplémentaire, ce qui nous amène à un taux de perte de superficie forestière de l'ordre de 2,91 % à 3,10 % entre 1999 et 2004 au lieu de 2.72 % indiqué au tableau 3.

CONCLUSION

Dans le cadre de cette étude, nous avons développé une méthodologie qui s'avère efficace pour faire l'évaluation de la perte de superficie forestière tout en évitant de surévaluer le phénomène. Nous avons vu que l'utilisation de données additionnelles telles que la BDCG permettrait certainement d'affiner les résultats en compensant les déficiences liées à la seule utilisation de données satellitaires. De plus, l'emploi de cette donnée permettrait d'évaluer avec plus de précision dans quelle proportion les secteurs déboisés l'ont été à des fins agricoles.

Pour cette raison, nous pensons qu'il serait souhaitable de poursuivre l'intégration des données de la BDCG dans le but de proposer au cours des prochains mois une mise à jour des résultats de l'étude pour l'ensemble de la région.

Malgré le fait que les résultats de l'étude donnent une vision quelque peu conservatrice de la réalité, ses conclusions n'en demeurent pas moins préoccupantes. Compte tenu de la nouvelle réglementation sur les boisés agricoles mise en place à la fin de l'année 2004, cette étude pourrait être utilisée comme base de référence et il serait intéressant de pouvoir réitérer ce type d'analyse dans les prochaines années afin de pouvoir en évaluer l'impact sur le phénomène de perte forestière.

De même, il apparaît que l'étude propose une image fiable de la distribution spatiale du phénomène de perte de forêt à l'intérieur de la Montérégie. Nous avons pu constater, en comparant nos résultats avec les études précédentes, que la tendance à la perte de couvert forestier au sein des MRC identifiées comme étant les plus affectées semble se confirmer. D'autre part, nous pensons que plusieurs analyses pourraient être menées sur la base des informations produites dans cette étude, en particulier celles que nous avons générées par croisement avec la couche de potentiel agricole (ITC) et celles portant sur la composition et l'âge des peuplements forestiers affectés (SIEF).

Enfin, notre souhait était de pouvoir proposer un produit qui soit adapté aux besoins et aux moyens techniques des MRC et des différents acteurs du territoire. C'est pourquoi, en fournissant des résultats dans des formats numériques courants (shapefiles Arcview, tableaux MS Excel et cartes PDF), nous entendons favoriser leur intégration et leur utilisation.

BIBLIOGRAPHIE

Girard, M-C., Girard, C., 1999. Traitement des données de télédétection. Éditions Dunod, Paris, 529p.

Li, T., Beauchesne, P., 2003. Portrait du déboisement pour les périodes 1990-1999 et 1999-2002 pour les régions administratives de la Chaudière-Appalaches, du Centre-du-Québec, de la Montérégie et de Lanaudière (Rapport synthèse). Direction du patrimoine écologique et du développement durable, ministère de l'Environnement du Québec, 35p.

Savoie, C., 2002. Le phénomène de déboisement. Évaluation par télédétection entre le début des années 1990 et 1999, région Montérégie. Direction de l'environnement et du développement durable, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 25p.

Soucy-Gonthier, N., Marceau, D., Delage, M. et al, 2003. Détection de l'évolution des superficies forestières en Montérégie entre juin 1999 et août 2002 à partir d'images satellitaires Landsat-TM. Département de géographie de l'Université de Montréal, Réseau Ligniculture Québec, Institut de recherche en biologie végétale, Faculté de l'aménagement de l'Université de Montréal, 34p. incluant un cd-rom.

ANNEXE 1 : LISTE DES INFORMATIONS CONTENUES SUR LE CD-ROM



Dans le dossier *DOC*, se trouve la documentation de la base de données écoforestières (SIEF) au format Adobe Reader² dans laquelle sont décrits les codes relatifs aux classes d'âges (p.43 et p.44) et aux groupements d'essences (annexe A p. 55 à p.65).



Dans le dossier *COUCHES_NUMERIQUES_SHP*, se trouvent les couches vectorielles au format Arcview Shapefile (NAD83, Modified Transverse Mercator zone 8) pour chacune des MRC ainsi que pour l'ensemble de la Montérégie.



Dans le dossier *TABLEAUX_XLS*, se trouvent les fichiers Excel incluant les statistiques des pertes de superficie forestière par MRC et municipalité (Statistiques_Montérégie.xls contenant 2 feuillets) et les statistiques issues du croisement entre les pertes de superficie forestière avec les données écoforestières (SIEF) et l'inventaire des terres du Canada (ITC) pour la Montérégie et pour chacune des MRC.



Dans le dossier *CARTES_PDF*, se trouvent les cartes des pertes de superficie forestière par MRC au format Adobe Reader

² Pour télécharger gratuitement le logiciel Adobe Reader, visiter le site <http://www.adobe.fr/products/acrobat/readstep2.html>

ANNEXE 2 : DESCRIPTION DES CHAMPS DE LA TABLE D'ATTRIBUTS DES COUCHES NUMÉRIQUES (SHAPEFILES) CONTENUES SUR LE CD-ROM

Periode : Indique la période pendant laquelle la perte de superficie forestière s'est produite (9904 = 1999 à 2004). Les deux premiers chiffres indiquent la date de mise à jour de la couche forestière de la BDTQ.

Id : Identifiant unique du site de perte de superficie forestière. Les lettres identifient la MRC et les chiffres correspondent à l'ordre de création du polygone.

Mrc : MRC sur laquelle est situé le site de perte de superficie forestière.

Munic : Municipalité sur laquelle est situé le site de perte de superficie forestière.

Sup_km2_or : Superficie en kilomètres carrés du polygone forestier d'origine de la BDTQ. Si cette surface est identique à la surface présente dans le champ **Sup_ha_per**, cela veut dire que l'ensemble du boisé initial a disparu.

Sup_ha_per : Superficie en hectares du site de perte forestière. Un hectare équivaut à une surface de 100 m x 100 m, soit 10 000 m². Un kilomètre carré équivaut à une surface de 1 000 m x 1 000 m, soit 1 000 000 m² et 100 hectares.

Code : Le code *BOIS* désigne des secteurs qui étaient, à la date de référence, couverts en grande majorité par des arbres. Le code *MIXTE* désigne des secteurs dont la proportion de couvert arboré est variable. Ces secteurs ont subi soit une coupe, soit un défrichage, ou une combinaison des deux.

Statut : Indique si la perte est située à l'intérieur du zonage agricole (A), à l'extérieur du zonage agricole (U), ou en partie (AU). Une remarque cependant ; Il est nécessaire de prendre en compte la marge d'erreur inhérente au croisement entre les polygones de perte de superficie forestière et ceux du zonage agricole de la CPTAQ dont la précision spatiale n'est pas homogène.

ANNEXE 3 : DESCRIPTION DES CLASSES AGRICOLES DE L'ITC (ARDA)

L'inventaire des terres du Canada (ITC) est un relevé du potentiel des terres et de leur utilisation. Il est conçu pour servir de base à la planification dans l'utilisation des ressources de l'agriculture, de la forêt, de la récréation et de la faune. En 1963, le gouvernement fédéral approuvait le programme d'inventaire des terres du Canada, dans le cadre de la Loi sur l'aménagement rural et le développement agricole (ARDA).

Pour plus d'informations, visiter le lien suivant : <http://www.irda.qc.ca/sols/arda.htm>

Classe 1 : Les sols de cette classe n'ont pas de limites quant aux types de culture. Les sols sont profonds, de bien drainés à moyennement bien drainés, retenant bien l'humidité et sont, à l'état vierge, riches en éléments nutritifs pour les plantes. Ils peuvent être gérés et cultivés sans difficultés. Lorsqu'ils sont bien gérés, ces sols bénéficient d'une productivité modérée à élevée pour une grande variété de cultures.

Classe 2 : Les sols de cette classe ont des limites modérées restreignant le type de cultures ou demandent des pratiques de conservation modérées. Les sols sont profonds et retiennent bien l'humidité. Les limitations sont modérées et les sols peuvent être gérés et récoltés sans difficultés. Lorsqu'ils sont bien gérés, ces sols bénéficient d'une productivité modérée à élevée pour une grande variété de cultures.

Classe 3 : Les sols de cette classe ont des limites assez importantes restreignant le type de cultures ou demandent des pratiques de conservation modérées. Les limites sont plus importantes que pour les sols de la classe 2. Elles affectent une ou plusieurs pratiques telles que la période et la facilité des labours, des semences et des récoltes, le choix des cultures et la méthode de conservation. Lorsqu'ils sont bien gérés, ces sols bénéficient d'une productivité modérée à élevée pour une grande variété de cultures.

Classe 4 : Les sols de cette classe ont des limites importantes restreignant le type de cultures et demandent des pratiques de conservation modérées. Ces limitations affectent de façon importante un ou plusieurs des facteurs suivants : la période et la facilité des labours, des semences et des récoltes, le choix des cultures et la méthode de conservation. Ces sols bénéficient d'une productivité faible à bonne pour une grande variété de cultures, mais peuvent avoir une productivité élevée pour certaines cultures adaptées.

Classe 5 : Les sols de cette classe ont des limites très importantes restreignant le type de cultures annuelles et des mesures d'amélioration des cultures sont envisageables. Ces limitations sont telles que les sols sont inaptes à une production agricole soutenue. Les sols peuvent produire des cultures

indigènes ou adaptées et peuvent être améliorés mécaniquement. Ces pratiques d'amélioration peuvent consister en coupe des buissons, culture, semences, fertilisation, drainage ou irrigation.

Classe 6 : Les sols de cette classe ne peuvent que produire des cultures de fourrages vivaces et les pratiques d'amélioration ne sont pas possibles. Ces sols peuvent soutenir un pâturage pour les animaux de ferme, mais les possibilités d'amélioration sont difficiles et non pratiques par les techniques agricoles. Ces sols peuvent ne pas réagir aux mesures d'amélioration ou la période de pâturage peut y être très courte.

Classe 7 : Les sols de cette classe ne peuvent pas supporter la culture ou le pâturage. Cette classe comprend aussi les terres rocheuses, les régions sans sol et les surfaces d'eau trop petites pour être montrées à l'échelle des cartes.

Classe 8 : Régions non classifiées.

Classe 0 : Sols organiques. (Non présents dans les classes de possibilités).

ANNEXE 4 : COMBINAISON COLORÉE D'UNE IMAGE LANDSAT 7 ETM+ DU 14 AOÛT 2002

