

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN RESSOURCES RENOUVELABLES

PAR
BRIGITTE BOUCHER
B. SC. (GÉOGRAPHIE-PHYSIQUE)

UN ESSAI D'UTILISATION D'INFORMATION ÉCOLOGIQUE À L'AIDE D'UN
SIG DANS UNE PERSPECTIVE D'AMÉNAGEMENT INTÉGRÉ D'UN
TERRITOIRE FORESTIER: LE CAS DE GIRARDVILLE

NOVEMBRE 1996



Mise en garde/Advice

Afin de rendre accessible au plus grand nombre le résultat des travaux de recherche menés par ses étudiants gradués et dans l'esprit des règles qui régissent le dépôt et la diffusion des mémoires et thèses produits dans cette Institution, **l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** est fière de rendre accessible une version complète et gratuite de cette œuvre.

Motivated by a desire to make the results of its graduate students' research accessible to all, and in accordance with the rules governing the acceptance and diffusion of dissertations and theses in this Institution, the **Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** is proud to make a complete version of this work available at no cost to the reader.

L'auteur conserve néanmoins la propriété du droit d'auteur qui protège ce mémoire ou cette thèse. Ni le mémoire ou la thèse ni des extraits substantiels de ceux-ci ne peuvent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

The author retains ownership of the copyright of this dissertation or thesis. Neither the dissertation or thesis, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

RÉSUMÉ

Cette recherche propose de mettre au point une méthode d'analyse des données écologiques pour répondre aux besoins d'utilisation judicieuse du milieu et pour favoriser l'aménagement intégré des ressources en secteur forestier. Le territoire ciblé couvre une superficie de 207 km² au nord de la région du Saguenay—Lac-Saint-Jean et il est géré notamment par la coopérative forestière de Girardville. Le cadre écologique de référence mis au point pour ce secteur forme la base cartographique et écologique sur laquelle s'appuient les thématiques abordées. Les modèles alors créés traduisent les propriétés intrinsèques du territoire sous forme de potentiels, d'aptitudes ou de risques. À ce propos, nous avons fait appel au système d'information géographique MapInfo dont le rôle a été de saisir, manipuler, analyser les données recueillies et d'en faire des modèles cartographiques. Parallèlement à cette démarche, la télédétection a été utilisée pour obtenir une mise à jour du couvert forestier. Une image Landsat-TM a permis de décrire le territoire de Girardville en 11 classes d'utilisation du sol.

Pour réaliser un modèle intégré des potentiels dans le territoire, quatre volets ont été étudiés: forêt, faune, agriculture et non-intervention. Le volet "forêt" regroupe des interprétations exprimant les possibilités d'exploitation forestière, le choix des essences de reboisement et les possibilités de croissance du peuplier faux-tremble. Il ressort de l'analyse que le territoire de Girardville bénéficie de bonnes possibilités pour l'exploitation forestière, exception faite de quelques secteurs à fort risque d'érosion après déboisement ou à potentiel limité pour la traficabilité. De plus, chaque unité cartographique est associée à un choix d'essence de reboisement parmi l'épinette noire, l'épinette blanche et le pin gris. Le modèle du potentiel de croissance pour le peuplier faux-tremble suggère que le territoire offre de bonnes possibilités pour cette essence. Un second volet propose un exemple de potentiel agricole, par une évaluation des possibilités de culture du bleuet nain. Bien que le territoire affiche en majeure partie un potentiel faible à modéré pour cette activité, il possède quelques unités à fort potentiel. Un volet "faune" est également illustré au moyen d'un exemple, soit celui de la martre d'Amérique. Une première évaluation qui porte sur le potentiel actuel d'habitat pour l'espèce remet en perspective la présence de nombreuses coupes forestières. Les quelques peuplements de résineux matures qui occupent notamment le nord du territoire sont au nombre des sites à potentiel fort. Par contre, il a été possible de démontrer qu'un grand nombre d'unités possèdent les atouts pour soutenir un habitat favorable à la martre d'Amérique. En dernier lieu, un volet "non-intervention" regroupe les unités ayant un potentiel limité pour tout aménagement.

L'ensemble de ces thématiques a été développé à partir de grilles d'interprétation et de pondération des composantes écologiques. Ces modèles ont mené à un découpage du territoire en 12 grandes zones d'aménagements potentiels. On retrouve également des indications quant aux possibilités de vocations prioritaires et secondaires qui y prévalent. La création de ces divers modèles a également mené à la réalisation d'une base de données regroupant les valeurs des interprétations pour chaque topo-système du territoire. Par ailleurs, les documents produits guident les gestionnaires vers une prise de décision stratégique plus éclairée pour un aménagement plus adéquat du milieu.

REMERCIEMENTS

En tout premier lieu, je tiens à remercier très sincèrement mon directeur de recherche, le professeur Majella-J. Gauthier de l'Université du Québec à Chicoutimi, pour l'intérêt soutenu qu'il a su manifester tout au long de ce projet de recherche. Ses nombreux conseils et sa grande disponibilité ont été grandement appréciés. Je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance à mon codirecteur monsieur Jean-Pierre Ducruc, responsable du Service de la cartographie écologique au ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, de même qu'à messieurs Vincent Gérardin et Gérald Audet, pour la collaboration apportée dans la réalisation de ce projet.

Des remerciements sont également adressés au professeur Réjean Gagnon, directeur du Consortium de recherche sur la forêt boréale commerciale, pour la contribution financière accordée à ce projet. Je m'en voudrais de ne pas souligner l'appui fort apprécié du professeur Gilles-H. Lemieux, notamment pour la prise de photographies lors d'un survol aérien du territoire et pour son aide dans la validation de la clé d'interprétation pour le bleuet nain. Un merci particulier à madame Nathalie Laprise, étudiante à la maîtrise en ressources renouvelables, pour son aide et surtout pour le temps qu'elle a su consacrer à différentes étapes du projet. J'aimerais souligner l'aide apportée par madame Marie-Josée Tremblay lors de l'apprentissage du système d'information géographique et par monsieur Claude Chamberland lors de l'élaboration de certaines cartes. Aussi, merci aux gens de la Coopérative forestière de Girardville pour l'assistance accordée lors de visites sur le terrain et pour le prêt de documents. Finalement, je remercie le personnel et les étudiants du laboratoire de géomatique ainsi que toute personne ayant participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

Ce projet de recherche a été subventionné par le Consortium de recherche sur la forêt boréale commerciale, la Fondation de l'UQAC et par une bourse du Programme d'Aide Institutionnelle à la Recherche (PAIR) de l'Université du Québec à Chicoutimi.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
TABLE DES MATIÈRES.....	iv
LISTE DES CARTES	vii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	x
LISTE DES ANNEXES	xiii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I - MISE EN SITUATION.....	3
1.1 Problématique	3
1.1.1 Connaissance écologique du milieu	5
1.1.2 Utilisation polyvalente du territoire.....	6
1.1.3 Le cas de Girardville	8
1.2 Objectifs de l'étude.....	10
CHAPITRE II - TERRITOIRE À L'ÉTUDE	11
2.1 Présentation générale	11
2.2 Description géographique.....	16

CHAPITRE III - DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE ET ANALYSES.....	19
3.1 Présentation du cheminement méthodologique	19
3.2 Actualisation de l'utilisation du territoire au moyen de la télédétection	21
3.2.1 Méthodologie.....	22
3.2.2 Classification du couvert végétal.....	27
3.2.2.1 Résultats	29
3.2.2.2 Validité de la classification.....	36
3.3 Écologie et SIG.....	39
3.3.1 Cadre écologique de référence	39
3.3.1.1 Classification écologique.....	40
3.3.1.2 Cartographie écologique	41
3.3.2 Élaboration des interprétations	44
3.3.3 Système d'information géographique	46
3.4 Cadre écologique de référence de Girardville.....	47
3.4.1 Description des types géomorphologiques	48
3.4.2 Découpage du territoire	48
3.4.3 Les paramètres permanents.....	50
CHAPITRE IV - INTERPRÉTATIONS THÉMATIQUES	56
4.1 La ressource en matière ligneuse	56
4.1.1 Aptitude à la croissance forestière	57
4.1.2 Aptitude du terrain à la traficabilité	60
4.1.3 Risques d'érosion après déboisement.....	63
4.1.4 Potentiel d'exploitation forestière.....	66
4.1.5 Choix des essences de reboisement	70

4.1.6	Potentiel de croissance du peuplier faux-tremble	73
4.2	Le potentiel agricole: la culture du bleuet nain	78
4.2.1	Paramètres de croissance	79
4.2.2	Représentation cartographique des résultats.....	81
4.3	La ressource faunique	81
4.3.1	Choix de l'espèce.....	84
4.3.2	Exigences écologiques de la martre d'Amérique.....	84
4.3.3	Capacité intrinsèque de support du territoire	85
4.3.3.1	Risques de chablis	88
4.3.3.2	Résultats	89
4.3.4	Évaluation de l'habitat.....	91
CHAPITRE V - MODÈLE INTÉGRÉ D'AMÉNAGEMENT POTENTIEL DU TERRITOIRE.....		94
5.1	Découpage du territoire.....	96
5.1.1	Description des secteurs retenus	99
5.2	Remise en valeur des secteurs perturbés	105
CHAPITRE VI - DISCUSSION.....		109
CONCLUSION.....		115
RÉFÉRENCES		117

LISTE DES CARTES

Carte 1.	Localisation du territoire à l'étude.....	12
Carte 2.	Limite du territoire cartographié par le cadre écologique de référence de Girardville.....	13
Carte 3.	Cartographie du couvert végétal.....	30
Carte 4.	Origine des dépôts de surface.....	51
Carte 5.	Déclivité du secteur à l'étude.....	54
Carte 6.	Potentiel de croissance forestière.....	61
Carte 7.	Aptitude du terrain à la traficabilité.....	64
Carte 8.	Risque d'érosion après déboisement.....	67
Carte 9.	Potentiel d'exploitation forestière	69
Carte 10.	Choix des essences de reboisement.....	74
Carte 11.	Potentiel de croissance du peuplier faux-tremble.....	77
Carte 12.	Potentiel de culture du bleuet nain.....	82
Carte 13.	Capacité du milieu à produire un habitat favorable à la martre d'Amérique	90
Carte 14.	Milieux favorables à la martre d'Amérique.....	92
Carte 15.	Possibilités d'affectation	97

Carte 16. Affectation du territoire.....	98
Carte 17. Unités fortement dépourvues de végétation.....	106

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Vue aérienne d'un secteur du territoire de Girardville exempt de coupe forestière	15
Figure 2. Vue aérienne d'un secteur du territoire de Girardville affecté par des coupes forestières récentes.....	15
Figure 3. Schéma synthèse de l'approche méthodologique.....	20
Figure 4. Distribution de fréquence des valeurs de réflectance des bandes spectrales TM3, TM4 et TM5.....	25
Figure 5. Distribution relative des moyennes de valeurs de réflectance des classes cartographiées dans les bandes spectrales TM3, TM4 et TM5.....	28
Figure 6. Structure de l'information de la carte écologique.....	43
Figure 7. Principes à la base de l'élaboration des documents interprétatifs.....	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Principales caractéristiques des données du capteur TM du satellite Landsat.....	23
Tableau 2.	Statistiques des trois bandes spectrales du capteur TM retenues pour la classification.....	26
Tableau 3.	Statistiques descriptives de l'image classifiée	35
Tableau 4.	Matrice de confusion issue de la classification par maximum de vraisemblance des bandes TM3, TM4 et TM5	37
Tableau 5.	Types géomorphologiques cartographiés sur le territoire de Girardville	49
Tableau 6.	Fréquence et superficie des dépôts de surface selon l'origine du type géomorphologique dominant chaque unité cartographique	52
Tableau 7.	Compilation de la classe de drainage dominant chaque unité cartographique.....	52
Tableau 8.	Statistiques relatives aux classes de pente retrouvées sur le territoire de Girardville	53
Tableau 9.	Paramètres considérés pour l'évaluation de l'aptitude à la croissance forestière	59
Tableau 10.	Statistiques relatives à la thématique du potentiel de croissance forestière	61
Tableau 11.	Paramètres affectant la capacité portante du territoire.....	62

Tableau 12. Statistiques relatives à l'aptitude du territoire de Girardville pour la traficabilité	63
Tableau 13. Paramètres considérés pour l'évaluation du risque d'érosion après déboisement	65
Tableau 14. Statistiques relatives au risque d'érosion après déboisement sur le territoire de Girardville.....	66
Tableau 15. Statistiques relatives à la possibilité d'exploitation forestière sur le territoire de Girardville	70
Tableau 16. Grille de recommandations des essences de reboisement pour la zone de la forêt boréale	72
Tableau 17. Statistiques relatives à la thématique du choix des essences de reboisement..	75
Tableau 18. Paramètres considérés pour évaluer le potentiel de croissance du peuplier faux-tremble	76
Tableau 19. Statistiques relatives à la thématique du potentiel de croissance du peuplier faux-tremble sur le territoire de Girardville	78
Tableau 20. Statistiques relatives au potentiel de culture du bleuet nain	81
Tableau 21. Regroupement des types de dépôts du territoire de Girardville.....	86
Tableau 22. Fréquence d'apparition des essences résineuses et pondération des types géomorphologiques selon leur probabilité à soutenir un habitat potentiel pour la martre d'Amérique.....	87
Tableau 23. Facteurs régissant les risques de chablis	89
Tableau 24. Statistiques relatives à l'habitat potentiel de la martre d'Amérique.....	91

Tableau 25. Caractéristiques des secteurs selon les quatre catégories de potentiel d'aménagement.....	100
---	-----

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Description des dépôts de surface du territoire de Girardville

Annexe 2. Extrait du fichier descriptif des données de terrain

Annexe 3. Clés d'interprétation des différentes thématiques abordées

Annexe 4. Grille de pondération pour l'évaluation du potentiel d'exploitation forestière

Annexe 5. Base de données des interprétations du cadre écologique de référence pour chaque topo-système du territoire de Girardville

INTRODUCTION

De nos jours, le concept de développement durable constitue une partie intégrante du discours des intervenants du milieu. En territoire forestier, les interventions liées à l'exploitation et à l'utilisation des ressources s'inscrivent dans cette optique. La prise en charge du développement et de l'aménagement du milieu forestier par les collectivités locales est donc une réalité à laquelle on doit accorder plus d'importance. Ces dernières manifestent un vif intérêt à participer aux diverses phases de développement de leurs ressources, de manière à contribuer à l'atteinte des enjeux socio-économiques et environnementaux actuellement en vigueur.

Dans un premier temps, l'intérêt des intervenants du milieu forestier rejoint celui de l'industrie, c'est-à-dire le développement accru de la matière ligneuse et le rendement soutenu de la forêt. Par ailleurs, l'utilisation des ressources par la population locale ajoute une autre dimension au concept de développement durable à savoir la compatibilité des activités qui s'exercent sur le territoire. Pour en venir à considérer tous ces aspects, il devient nécessaire d'envisager un zonage du territoire où certaines activités seraient privilégiées dans chaque secteur d'aménagement. L'avènement d'outils de gestion et de connaissance du milieu comme le système d'information géographique et la cartographie écologique suscitent un intérêt marqué pour une telle réalisation. Il s'avère donc judicieux de démontrer par une étude de cas, une méthode qui favorise l'évaluation globale du territoire à l'aide de ces outils, pour mener à son aménagement intégré.

Ce document présente en tout premier lieu une description succincte du territoire à l'étude. Ensuite, la démarche méthodologique est exposée. On y aborde successivement les aspects de la télédétection, d'un système d'information géographique et du cadre écologique de référence. Par la suite, les interprétations du territoire de Girardville portant sur les volets "forêt", "faune" et "agriculture" sont développées puis illustrées sous forme de cartes d'aménagement potentiel. Un volet "non-intervention" est ajouté pour regrouper les unités ayant un potentiel limité pour tout aménagement. Enfin, un modèle intégré d'affectations du territoire divise ce dernier en grandes zones où sont mises en valeur une ou plusieurs vocations. Pour terminer, le choix de remise en valeur des secteurs dépourvus de végétation constitue un exemple d'utilisation concrète de l'information écologique.

CHAPITRE I - MISE EN SITUATION

1.1 Problématique

Dès le début des années 80, des difficultés d'approvisionnement en matière ligneuse sont perceptibles au Québec. L'augmentation progressive des récoltes fait basculer l'équilibre entre les besoins de l'industrie et la disponibilité de la matière ligneuse. Le déplacement des opérations forestières vers des aires plus nordiques fait en sorte que de plus vastes superficies doivent être couvertes afin de récolter le bois nécessaire aux usines. L'industrie forestière québécoise est donc aux prises avec un problème d'approvisionnement en matière ligneuse, conséquence directe d'une surexploitation de la ressource et d'une difficulté de régénération forestière engendrée par des coupes abusives et la détérioration des sols. Elle fait face également à des pressions de plus en plus fortes de la part de la population pour que toutes les ressources de la forêt soient gérées sainement (Beauregard et Bouthillier 1992).

À l'échelle du Québec, plus de la moitié des superficies exploitées dans les forêts du domaine public présente des problèmes de régénération des essences désirées. La situation est particulièrement préoccupante au Saguenay—Lac-Saint-Jean, où environ 40 % des forêts coupées à blanc ne se régénèrent pas naturellement (Savard 1989). D'après Vézina et Roberge (1981), les conséquences des coupes abusives sur de grandes superficies sont nombreuses: faible ensemencement, germination réduite des semences, faible survie des jeunes semis, réduction de fertilité, augmentation du ruissellement de surface, disparition des abris et parfois de nourriture pour la faune. Les opérations forestières engendrent également des problèmes de compaction, d'érosion hydrique et de décapage des sols (Chevalier 1993).

Ce portrait montre l'interdépendance des ressources composant le milieu forestier et laisse présager que toute intervention non planifiée entraîne à long terme, de graves conséquences sur le milieu.

Dans son document intitulé "Projet de stratégie", le Gouvernement du Québec (1991a) expose la situation suivante: la récolte accrue de bois entraînée par l'expansion industrielle importante des années 70 et les pertes de matière ligneuse causées par la tordeuse des bourgeons d'épinettes, ont déséquilibré la balance entre la disponibilité de la matière ligneuse et la demande. Ces constats, maintes fois exposés par des chercheurs, font suite à une succession de facteurs mis en cause et faisant foi que la ressource forestière est une ressource renouvelable mais également épuisable.

Afin d'adapter la gestion forestière aux conditions actuelles, le Gouvernement du Québec a adopté plusieurs mesures qui constituent le nouveau régime forestier (Savard 1989). Ce dernier vise la participation de l'utilisateur dans l'aménagement de la forêt en l'assurant un approvisionnement à long terme, tout en l'obligeant à la remise en production du territoire à l'intérieur de règles précises et définies dans le contrat d'approvisionnement et d'aménagement forestier (CAAF) (Chevalier 1993). À l'instar des autres mesures entreprises pour adapter la pratique forestière au contexte actuel, la "Stratégie de protection des forêts" (Gouvernement du Québec 1994) a pour but de concilier la production soutenue de la matière ligneuse et la protection du milieu forestier. Dans l'optique de maintenir les rendements forestiers et les activités socio-économiques existantes, les objectifs visés par cette Stratégie rejoignent trois aspects bien précis: le respect des composantes écologiques du milieu, la mise en valeur et l'utilisation harmonieuse de l'ensemble des ressources de la forêt.

1.1.1 Connaissance écologique du milieu

Le respect des composantes écologiques du milieu à l'intérieur de projets de planification et d'aménagement forestier est une approche déjà bien établie dans plusieurs pays. Au Québec, trois périodes ont marqué l'évolution des travaux d'élaboration de classifications et de cartographies écologiques (Gérardin et Ducruc 1990). D'abord, la phase d'expérimentation explore différentes approches phytosociologiques puis géomorphologiques d'analyse du territoire pour proposer une typologie forestière. Dans les années 1970, les travaux de Jurdant et al. (1972, 1976, 1977) mènent à l'inventaire du capital-nature, établissant ainsi les fondements d'une méthodologie d'inventaire et de cartographie des écosystèmes forestiers. Depuis les années 80, les travaux de cartographie écologique portent davantage sur les aspects d'échelles cartographiques, de niveaux de perception et de transfert de données.

Plusieurs chercheurs ont intégré les caractéristiques écologiques à leurs travaux d'aménagement. Que ce soit au niveau de l'aménagement régional (Veillette et Ducruc 1987, Ducruc et al. 1988), municipal (Ducruc 1992, Falardeau et Gérardin 1995) ou encore périurbain (Bélanger et al. 1983), l'information écologique a su être utilisée pour créer des documents interprétatifs selon différents niveaux de perception. Elle fournit une base de données écologiques suffisante pour évaluer les contraintes, les aptitudes ou les potentiels pour les occupations les plus courantes et/ou les affectations particulières (Bélanger et al. 1983). Toutefois, la contribution des classifications écologiques dans la pratique forestière au Québec demeure présentement limitée. Bélanger et al. (1990) ont effectué une enquête auprès de 32 gestionnaires du milieu forestier pour tenter d'identifier les causes expliquant cette sous-utilisation. Il en ressort que cette documentation ne répond que partiellement aux

besoins exprimés. Les praticiens préféreraient obtenir des évaluations écologiques du territoire. Or, un cadre écologique de référence comporte certes une description et une classification écologique, mais il est bonifié par des interprétations et des guides de terrain adaptés aux conditions du territoire. La préparation de guides de terrain (Gérardin et Ducruc 1987a, Gérardin et Ducruc 1987b, Cauboue 1988, Cauboue et al. 1988), l'élaboration de thématiques associées à l'aménagement forestier (Zarnovican 1977, Veillette et Gérardin 1985, Harvey et Bergeron 1987, Bourque 1989, Jacob et al. 1990, Béland et al. 1992) et l'évaluation de potentiels fauniques (Fréchette et al. 1988, Fréchette 1992) ne sont que quelques exemples de travaux qui ont su démontrer son importance pour l'aménagement d'un territoire forestier. Il est important que dans l'aménagement des forêts, le gestionnaire dispose de toute l'information susceptible de rendre la planification et l'utilisation des forêts telles que la collectivité en tire le maximum de bienfaits et cela d'une façon continue (Zarnovican 1977).

1.1.2 Utilisation polyvalente du territoire

Dans la plupart des forêts en exploitation, la planification forestière ne conduit généralement qu'à la mise en valeur de la matière ligneuse. Face aux problèmes d'approvisionnement de l'industrie et à la pression sociale sans cesse croissante pour utiliser la forêt à des fins autres que l'exploitation proprement dite, une modification des méthodes d'aménagement s'impose. On recherche donc une organisation globale de l'espace forestier, de façon à satisfaire un grand nombre de besoins par un usage équilibré de ses multiples fonctions (Bouthillier in Lafond 1986).

Proposer un aménagement dit intégré d'un territoire à vocation forestière, permet d'optimiser l'exploitation de la matière ligneuse tout en favorisant la protection des autres ressources: la faune, le milieu hydrique et les paysages. En plus de l'intérêt suscité par l'exploitation de la matière ligneuse, les territoires forestiers se prêtent à de multiples activités économiques, éducatives et récréatives. L'exploitation doit alors se faire selon un principe de rendement soutenu et vers un aménagement plus durable qui assure une polyvalence de l'utilisation des forêts (Chevalier 1993). Cette forme d'aménagement ne doit pas viser à l'utilisation maximale de toutes les ressources disponibles sur un même territoire, mais plutôt à soumettre celui-ci à un plan de zonage pour en diversifier l'exploitation. La tâche de l'aménagiste du milieu forestier consiste donc à proposer des combinaisons appropriées d'activités dans le temps et dans l'espace, sans altérer les capacités de renouvellement des ressources. Cette méthode aspire à augmenter la qualité et la quantité des ressources et à permettre à la population d'en tirer des bénéfices (Bouthillier in Lafond 1986).

Une exploitation judicieuse et polyvalente de la forêt, tels sont les voeux des instigateurs du projet expérimental de gestion intégrée des ressources dans les réserves fauniques de Mastigouche et des Laurentides. Mise de l'avant par le Gouvernement du Québec (conjointement par le ministère des Ressources naturelles et le ministère de l'Environnement et de la Faune), cette étude permet de dresser pour ces deux réserves fauniques, un bilan des ressources et de leurs utilisations (Lachance et al. 1993). L'approche retenue consiste à décrire les relations entre certains éléments d'un écosystème et à les traduire dans des modèles permettant la simulation de scénarios d'intervention sur le milieu. Un projet d'aménagement intégré des ressources est également en cours à la forêt expérimentale Montmorency, sous la direction de l'Université Laval. La méthode préconisée à cet endroit consiste à disperser les coupes à blanc de manière à créer une mosaïque de peuplements

d'âges, de dimensions et de compositions diverses (Bélanger 1992). Quelques projets de moindre envergure ont également été développés à l'échelle du Québec. Ils forment pour la majorité, des cas isolés d'aménagement couvrant des territoires plutôt restreints.

L'utilisation des composantes écologiques d'un territoire contribue à une meilleure connaissance du milieu et mène indéniablement à des choix d'affectations plus représentatifs des caractéristiques du territoire. Les potentiels forestiers, agricoles, fauniques, récréatifs de même que les différents usages varient considérablement d'un territoire à l'autre. Dans un tel contexte, la confection de cartes interprétatives à partir de la connaissance écologique permet de cibler les secteurs fragiles à l'exploitation ou à faible potentiel de régénération, comme les pentes fortes ou les sols minces. Les aménagements peuvent alors être orientés en conséquence. L'intégration des différentes cartes peut mener à la réalisation d'un modèle découplant le territoire en grands secteurs d'aménagements potentiels, auxquels sont associés certaines utilisations jugées adéquates. L'affectation attribuée au territoire doit également respecter les plans de zonage existants, offrir des alternatives d'aménagement et surtout proposer des scénarios d'utilisation qui favorisent le renouvellement de la matière ligneuse.

1.1.3 Le cas de Girardville

Les collectivités collaborant à la mise en valeur de leur territoire souhaitent une production accrue et une protection des ressources, pour assurer la pérennité des écosystèmes. La participation active de la population locale confère une dimension sociale aux aspirations écologiques et économiques déjà en cause. C'est ainsi que la mise au point d'outils et de méthodes pour accéder à un aménagement adéquat du milieu s'inscrit dans les fondements de ce projet de recherche.

Il y a quelques années, la coopérative forestière de Girardville a déposé une requête auprès du ministère de l'Environnement du Québec, pour obtenir un cadre écologique de référence d'un territoire dont elle a la responsabilité. Couvrant une superficie de 207 km², ce dernier possède certaines caractéristiques intéressantes pour cette étude. Il s'agit d'un secteur de la forêt boréale commerciale, soumis à une forte pression de coupe et où repose à la fois le pivot de l'économie régionale et le principal milieu d'activité de la collectivité.

La dynamique forestière du secteur environnant la municipalité de Girardville a déjà été soumise à une analyse spatio-temporelle lors d'un projet de recherche réalisé par Fraser (1991). Une évaluation de son potentiel de revalorisation au sein de la coopérative forestière de Girardville ainsi que des possibilités de prise en charge pour un développement durable et viable ont également été traitées.

Le présent projet de recherche s'inscrit dans les fondements de la Stratégie de protection des forêts. Il propose une évaluation des caractéristiques écologiques du territoire de coupe, pour élaborer divers scénarios d'affectation et d'utilisation polyvalente. En raison de l'importance accordée à l'aménagement intégré des ressources, cette démarche cherche à consolider les besoins de plusieurs utilisateurs tant actuels que potentiels. Par ailleurs, l'envergure que peut prendre un tel projet sur un territoire comme celui de Girardville a nécessité de restreindre le choix des thématiques de la façon suivante: l'exploitation de la forêt, la protection d'un habitat faunique, un exemple de potentiel agricole et la non-intervention des sites fragiles. La méthodologie préconisée se trouve adaptée au contexte du territoire ainsi qu'aux données disponibles et peut facilement s'appliquer à d'autres cas. Les différentes interprétations contribuent à accroître la connaissance du territoire et à mieux en

aménager la productivité. Finalement, un plan général d'affectation en grandes zones d'aménagement propose une ou plusieurs alternatives d'utilisation du territoire.

1.2 Objectifs de l'étude

L'objectif général de l'étude est de mettre au point une méthode d'analyse des composantes écologiques du milieu par l'utilisation d'un système d'information géographique (SIG), à titre d'outil d'aide à l'aménagement intégré d'un territoire voué à l'exploitation forestière. De façon plus spécifique, elle comporte un certain nombre d'objectifs en relation à des étapes déterminantes du processus de réalisation. Ceux-ci sont:

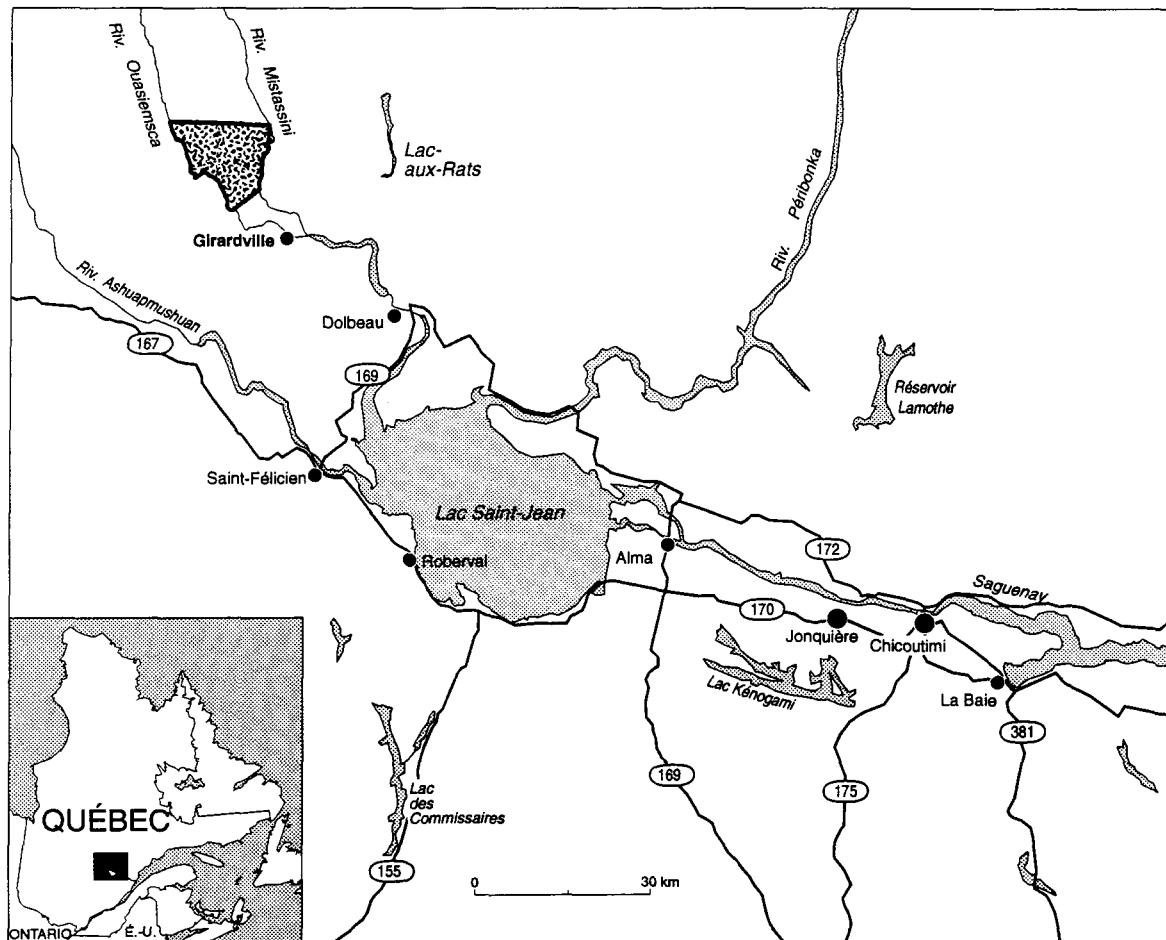
- connaître l'utilisation actuelle du territoire au moyen de la télédétection;
- évaluer la capacité du territoire à soutenir une activité d'exploitation forestière;
- créer différents modèles d'utilisation potentielle du territoire;
- proposer un découpage du territoire en grandes affectations;
- élaborer des scénarios de remise en valeur des secteurs perturbés.

CHAPITRE II - TERRITOIRE À L'ÉTUDE

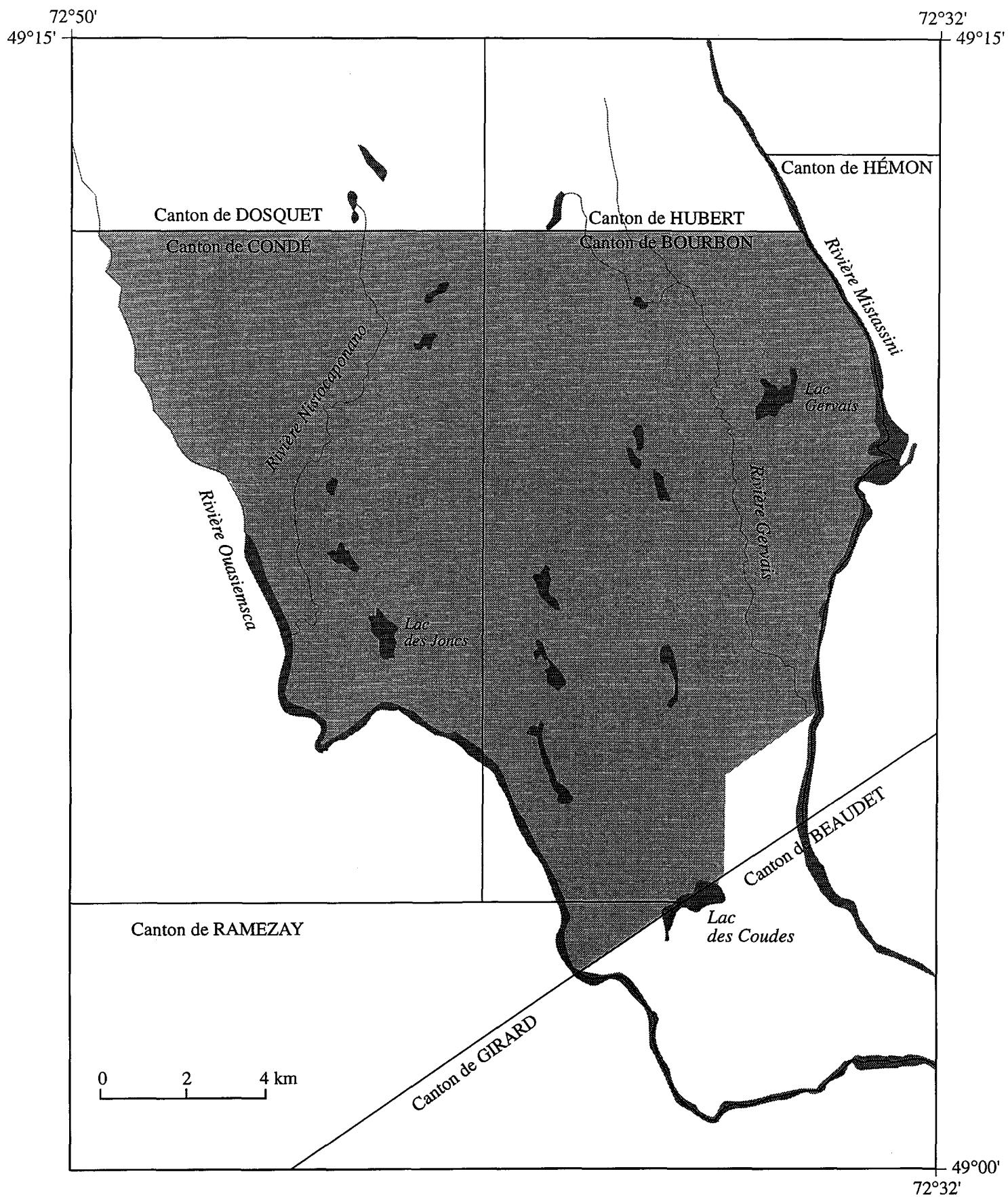
2.1 Présentation générale

Le territoire circonscrit par le cadre écologique de référence est localisé à environ 10 km au nord-ouest de Girardville, une petite localité en bordure nord de l'écoumène du Saguenay–Lac-Saint-Jean (carte 1). Plus spécifiquement, il se retrouve à l'intérieur du rectangle formé par les latitudes 49°03' N - 49°13' N et les longitudes 72°50' O- 73°32' O, totalisant une superficie de 207 km². Ces limites se précisent à l'est par le cours de la rivière Mistassini, à l'ouest par celui de la Ouasiemsca, au sud par la limite du canton de Beaudet et au nord par les limites septentrionales des cantons de Condé et de Bourbon (carte 2). Deux autres rivières de plus faible importance font également partie intégrante du paysage: la rivière Gervais qui se déverse dans la rivière Mistassini et la rivière Nistocaponano, un tributaire de la rivière Ouasiemsca. Le réseau hydrographique se caractérise par la présence de nombreux petits lacs et par plusieurs ruisseaux souvent intermittents.

Situé dans le Bouclier Canadien, le territoire comporte une assise de roches cristallines précambriennes recouvertes presque toujours par des dépôts glaciaires, fluvio-glaciaires, fluviatiles, marins, organiques ou éoliens. Le relief du territoire est faiblement vallonné sauf à l'est et à l'ouest où les épandages de sable donnent un aspect plus plat (Bourque 1989). La carte topographique au 1: 50 000 (EMR 1990) révèle que les endroits les plus élevés culminent à 320 mètres (1 050 pieds). On les retrouve à l'ouest du territoire, près de la limite nord du canton de Condé, ainsi qu'à certains endroits au centre-nord. Les secteurs les plus bas atteignent quant à eux 200 mètres (650 pieds) en bordure des deux principales



Carte 1. Localisation du territoire à l'étude.



Carte 2. Limite du territoire cartographié par le cadre écologique de référence de Girardville.

rivières. La majeure partie du territoire se situe entre 220 et 275 mètres d'altitude (Bourque 1989).

Le climat du territoire est subpolaire à précipitation modérées de l'ordre de 800 mm/année. La durée de la saison de végétation, c'est-à-dire le nombre de jours où la température moyenne est supérieure à 5,6° C, est de 160 jours tandis que le nombre moyen annuel de jours sans gel se chiffre à 100 (Bourque 1989).

Le territoire se trouve au coeur de la forêt boréale. Selon Jurdant *et al.* (1972), le couvert végétal en présence appartient au domaine de la pessière noire à sapin. Thibault (1985) inclut la majeure partie du territoire dans la région écologique des *Basses collines de la rivière Ashuapmushuan* (8h). Ce milieu est caractérisé par une saison de végétation assez courte et un climat régional froid et sec. On y observe souvent après feu, une forêt secondaire dominée par le peuplier faux-tremble sur sols frais et par le pin gris sur sols secs. Une infime partie à l'extrême sud du territoire appartient à la région écologique *Plaine du Lac Saint-Jean* (6a). Bénéficiant d'un climat régional plus chaud, ce milieu favorise la présence de pinèdes grises et de tremblaies sur les stations sèches.

La cartographie de l'inventaire forestier (MER 1990) indique la présence de pessières noires âgées d'environ 90 ans dans le secteur nord (figure 1), ainsi que des pinèdes grises et sapinières de 50 ans localisées plus au sud. On dénombre également plusieurs jeunes pinèdes grises dans le secteur sud-est. Les peuplements mixtes occupent une classe importante, notamment par des associations tels "feuillu intolérant-pin gris" dans le nord et "bouleau blanc-résineux" vers le sud. Exception faite de quelques bétulaies blanches et peupleraies de faible importance, les feuillus forment rarement des peuplements purs. Ces derniers sont



Figure 1. Vue aérienne d'un secteur du territoire de Girardville exempt de coupe forestière.



Figure 2. Vue aérienne d'un secteur du territoire de Girardville affecté par des coupes forestières récentes.

plutôt associés aux forêts mixtes et aux secteurs en régénération sous forme de feuillus intolérants. Dans l'ensemble, le territoire possède de nombreux secteurs de coupes récentes (figure 2) et de zones en régénération. Une description plus détaillée de l'état de la forêt est d'ailleurs présentée au chapitre suivant.

2.2 Description géographique

Le dernier recensement du Canada de 1991 chiffre la population de Girardville à 1 391 individus traduisant une perte importante de 12,2 % par rapport à celui de 1986 (Statistique Canada 1992). Il s'agit là d'une des plus fortes baisses observées au sein de la municipalité régionale de comté (MRC) Maria Chapdelaine, elle-même ayant enregistrée une variation de -2,6 %. Les activités économiques de cette région reposent essentiellement sur l'exploitation de la ressource forestière et l'utilisation de ses produits dérivés. La municipalité de Girardville fait partie de ces villages ruraux impliqués dans les activités forestières, où la population locale a su tisser des liens étroits d'appartenance et de dépendance envers la forêt.

La coopérative forestière de Girardville a pour mission de voir à la gestion du territoire à l'étude. Elle élabore le plan d'aménagement de la forêt, puis assure l'exploitation et l'aménagement des ressources forestières. Les volumes de bois prélevés sont partagés auprès de quatre entreprises bénéficiaires d'un CAAF. La compagnie Alliance dispose de la majeure partie des produits de source résineuse, alors que la compagnie Panneaux Chambord, seconde en terme de volume de bois obtenu, utilise le peuplier faux-tremble et le bouleau blanc. Enfin, les compagnies Scierie CFG et Stella Jones disposent également de la matière résineuse mais à des volumes très inférieurs à ceux de la compagnie Alliance. Le

territoire se retrouve dans l'unité de gestion de Saint-Félicien (25) du ministère des Ressources naturelles (MRN), dans l'aire commune 025-02.

De 1970 à 1983, la société Rexfor a effectué de nombreuses coupes à blanc et coupes par bandes. Ces activités se sont concentrées surtout dans les secteurs centre, centre-sud et centre-ouest (Fraser 1991). Le territoire est donc pourvu d'un réseau routier relativement bien développé (Bourque 1989).

Le secteur de Girardville fait partie du territoire non organisé (TNO) de la MRC Maria Chapdelaine. Le schéma d'aménagement de cette MRC lui confère presque entièrement une vocation récréo-forestière, c'est-à-dire une utilisation des ressources à des fins de récréation, de détente en forêt et de production de matières ligneuses (Gendron et ass. 1987). Une bande longeant la rivière Mistassini se voit attribuer une affectation récréo-touristique. Une forte concentration de chalets y est d'ailleurs localisée. Aussi, les rives de la rivière Ouasiemsca, de son embouchure jusqu'à 150 km en amont, se retrouvent sous le vocable conservation. Il s'agit d'une zone de protection de 60 mètres de part et d'autre de la rivière qui vise la sauvegarde d'éléments pouvant être endommagés par l'activité humaine, dans ce cas précis, l'habitat de la ouananiche.

En résumé, ce territoire gagnerait à être soumis à un aménagement plus rigoureux de ses ressources forestières, ne serait-ce que pour mieux servir les intérêts de la collectivité de Girardville. Certaines démarches ont d'ailleurs déjà été entreprises dans ce sens, notamment par la mise en place d'une coopérative forestière et par la sensibilisation des intervenants à l'importance de la connaissance écologique. L'intérêt suscité par ces derniers pour se procurer un cadre écologique de référence de leur territoire en faisant foi. C'est donc à partir

de cet outil que s'appuient les analyses et les interprétations qui seront réalisées subséquemment.

CHAPITRE III - DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE ET ANALYSES

À la lumière des éléments exposés en avant-propos, il apparaît indispensable de diriger l'aménagement du milieu forestier vers une utilisation plus polyvalente et rationnelle des ressources, le tout appuyé par une prise en compte de la connaissance écologique. La première section de ce chapitre propose une synthèse de l'approche méthodologique retenue, afin de faciliter la compréhension de l'ensemble des composantes utilisées dans notre démarche. Nous retrouvons donc les notions de télédétection et de cadre écologique de référence, lesquelles sont par la suite détaillées dans les sections subséquentes. Enfin, l'information spécifique au cadre écologique de référence du territoire de Girardville est décrite. Nous avons délibérément présenté la dimension méthodologique et l'analyse dans ce même chapitre car ces deux aspects s'intègrent tout au long du processus de recherche.

3.1 Présentation du cheminement méthodologique

Ce projet de recherche associe la cartographie écologique au développement et à l'aménagement d'un territoire forestier, par l'utilisation de la géomatique et de la télédétection. La figure 3 illustre de façon schématisée les lignes directrices de la démarche retenue. Précisons qu'une description complète de la méthodologie employée pour réaliser chacune des sections du modèle se retrouve à la rubrique appropriée. À première vue, il est aisé de saisir les deux embranchements qui composent le schéma. L'information véhiculée par les unités écologiques est utilisée pour mettre au point des clés d'interprétation. Ces dernières formeront des modèles d'aménagement potentiel en vue de créer un découpage du territoire qui reflète bien ses particularités pour toute utilisation. Parallèlement, la télédétection intervient une

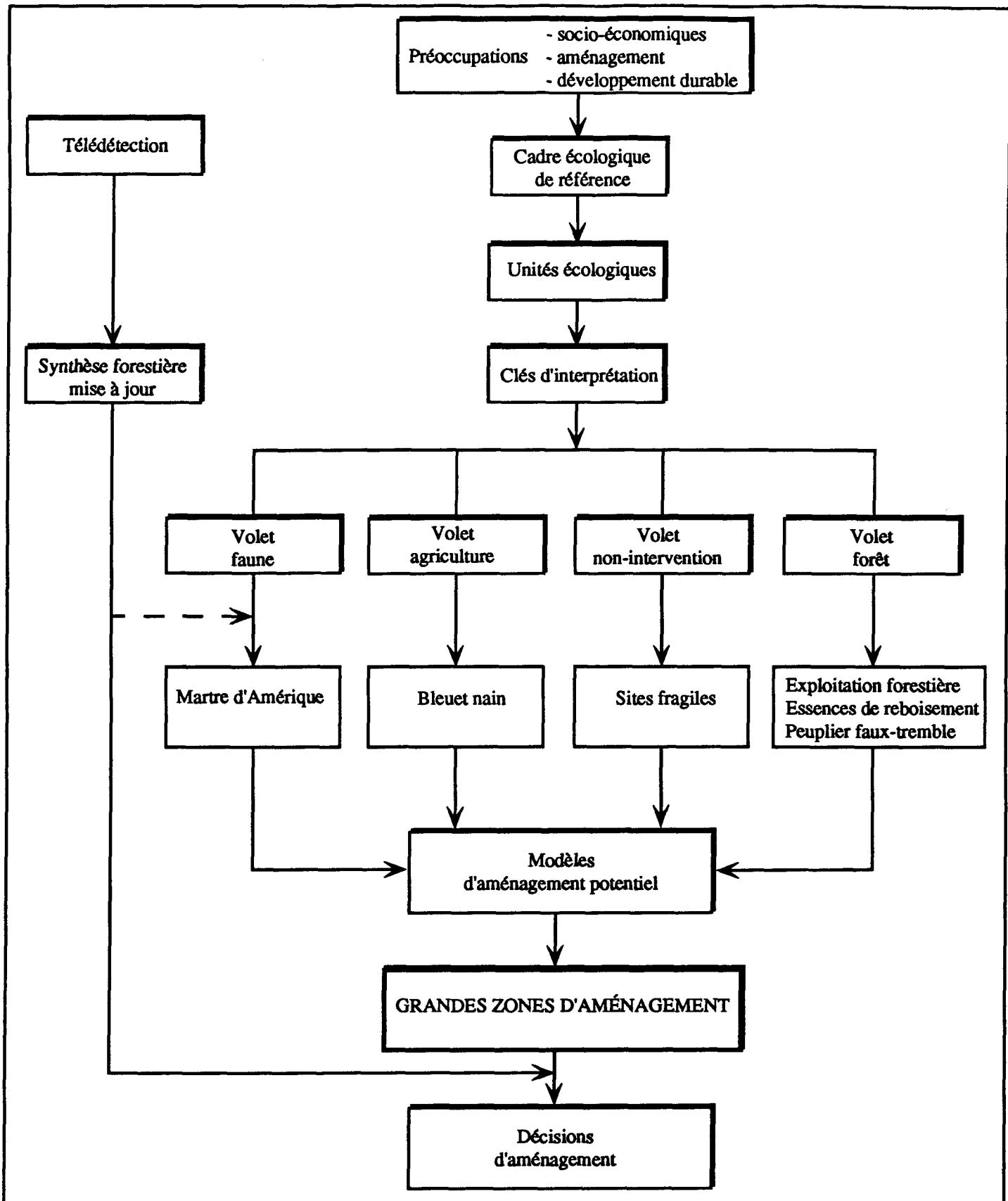


Figure 3. Schéma synthèse de l'approche méthodologique.

première fois lors du traitement du volet faunique, puis à la toute fin lors du choix d'aménagement à effectuer.

Les thématiques abordées touchent rappelons-le à quatre volets, qui rejoignent facilement les préoccupations des intervenants du milieu forestier. Le volet forêt traite de plusieurs thématiques, lesquelles mènent à la réalisation des possibilités d'exploitation forestière, du choix des essences de reboisement et du potentiel de croissance du peuplier-faux-tremble. Le volet agriculture pour sa part est représenté par les possibilités de croissance et d'exploitation du bleuet nain. Un exemple d'un potentiel faunique est exposé par le cas de la martre d'Amérique. Finalement, le statut de non-intervention est accordé aux secteurs fragiles à toute forme d'exploitation ou d'aménagement du milieu.

Comme nous pouvons le constater, l'ensemble du projet s'appuie sur l'utilisation et la compréhension de la dynamique prescrite par le cadre écologique de référence pour réaliser différents modèles d'aménagement potentiel (figure 3). En résumé, mentionnons que la connaissance du milieu est obtenue par la cartographie écologique, alors que celle concernant l'utilisation actuelle du territoire provient de la télédétection. Ces deux éléments, d'abord traités de façon indépendante, sont par la suite confrontés aux grandes zones d'aménagements proposés pour dégager les possibilités d'utilisation des ressources à court terme.

3.2 Actualisation de l'utilisation du territoire au moyen de la télédétection

La connaissance du milieu forestier repose essentiellement sur la cartographie de l'inventaire forestier, réalisée à l'échelle du 1: 20 000 par le ministère des Ressources naturelles (MRN). Or, la fréquence moyenne des révisions cartographiques forestières, fixée

à environ 10 ans, affecte grandement la qualité et la pertinence de l'information relative aux incendies, aux coupes et aux traitements sylvicoles (Poirier 1991). Aussi, la précision des inventaires forestiers s'avère insuffisante pour toute planification à court terme des aménagements (Robitaille et Paillé *in* Côté et Caissy 1996). Dans la mesure où il devient nécessaire d'obtenir un portrait de l'état actuel de la forêt, cette cartographie forestière peut s'avérer un outil contraignant. Le détail de la classification reproduit et l'aire minimale des unités cartographiées entraînent des problèmes de logistique dans la gestion des données.

L'outil envisagé pour obtenir un portrait de l'état actuel du territoire de Girardville fait intervenir la télédétection, au moyen de l'analyse et de l'interprétation d'une image multispectrale de type Landsat Thematic Mapper (TM). Cette méthode favorise une généralisation du couvert forestier, une meilleure discrimination des sites de coupes récentes et des zones de régénération, une souplesse à l'égard de la mise à jour éventuelle des données et ce, tout en permettant la couverture de grands territoires et une bonne fréquence d'acquisition de données. Selon Lanciault *et al.* (1994) la fréquence du passage au-dessus d'une même région et la disponibilité de plusieurs bandes spectrales ajoutent au potentiel de ces données pour le suivi de l'évolution forestière. Bolstad et Lillesand (1992) abondent dans le même sens et soulignent les possibilités de classification automatisée d'un territoire. L'image satellitaire permet également d'obtenir une vue synoptique d'un territoire par l'acquisition de scènes de 185 km par 185 km dans le cas des données Landsat-TM.

3.2.1 Méthodologie

L'image utilisée a été captée le 13 septembre 1990 par le satellite Landsat-5. Il s'agit d'un produit géocodé, c'est-à-dire corrigé géométriquement avec une taille de pixel de 25 m à

partir d'une résolution spatiale originale de 30 m au sol, puis géoréférencé selon la grille de projection UTM. Issue du capteur Thematic Mapper, cette image offre un éventail de sept bandes spectrales partagées entre les domaines du visible, du proche infrarouge, de l'infrarouge et de l'infrarouge thermique (tableau 1).

Tableau 1. Principales caractéristiques des données du capteur TM du satellite Landsat.

Bandé	Longueur d'onde (μm)	Région spectrale	Résolution spatiale (m)
TM1	0,45-0,52	vert-bleu	25
TM2	0,52-0,60	vert	25
TM3	0,63-0,69	rouge	25
TM4	0,76-0,90	proche infrarouge	25
TM5	1,55-1,75	moyen infrarouge	25
TM6	10,4-12,5	infrarouge thermique	100
TM7	2,08-2,35	moyen infrarouge	25

Source: Campbell (1987)

Plusieurs études ont déjà mis en valeur le potentiel et les limites des données Landsat-TM pour la cartographie et l'inventaire de la végétation (Nelson *et al.* 1984, Benson et De Gloria 1985, Shen *et al.* 1985, Horler et Ahern 1986, Hopkins *et al.* 1988, Moore et Bauer 1990). Le degré de précision des classifications alors réalisées varie de 50 % à 90 %, selon qu'ils procèdent à une cartographie générale du couvert végétal avec reconnaissance des feuillus et des résineux ou à une cartographie plus fine détaillant jusqu'à l'essence. Généralement, la validation des résultats s'est effectuée à partir de relevés de terrain précis, évalués de pair avec l'imagerie satellitaire. La complexité du territoire à cartographier, l'influence de la topographie dans le cas de terrains accidentés ainsi que le choix des bandes spectrales sont au nombre des facteurs énumérés par ces auteurs pour expliquer les écarts de résultats.

Parmi les recommandations faites lors de travaux de classification de la forêt boréale, l'utilisation d'au moins une bande du visible (0,4-0,7 μm), une bande du proche infrarouge (0,7-1,3 μm) et une bande du moyen infrarouge (1,3-3,0 μm) fait l'unanimité (Nelson et al. 1984, Benson et De Gloria 1985, Sheffield 1985, Horler et Ahern 1986). La bande du visible TM3 (rouge) est souvent retenue pour la cartographie des composantes de la forêt (Benson et De Gloria 1985, Horler et Ahern 1986, Matejek et Dubois 1988). Elle correspond à une région d'absorption de la lumière par la végétation (Hopkins et al. 1988), et est peu sensible à l'effet de l'atmosphère lors de l'acquisition des données (Beaubien 1994). La bande TM4 (proche infrarouge) établit la meilleure différenciation entre les feuillus et les résineux (Shen et al. 1985), tandis que la bande TM5 (moyen infrarouge) devient complémentaire pour la discrimination des types de couverts forestiers (Hopkins et al. 1988). Les bandes du visible produisent quant à elles peu de contraste dans les milieux forestiers, mais permettent une bonne différenciation entre les secteurs boisés et non boisés.

La figure 4 illustre au moyen d'histogrammes de fréquence, l'indice de réflectance émis par les pixels dans les trois bandes spectrales retenues pour fin de classification. La bande TM3 démontre une faible répartition des données, en affichant une courbe unimodale peu étalée englobant à la fois la végétation et l'eau. La bande TM4 se décrit par une courbe à trois modes relativement bien définis, représentant dans l'ordre l'eau (valeur numérique d'environ 9), la forêt résineuse dite mature (valeur numérique près de 40) et les secteurs de végétation à tendance feuillue (valeur numérique d'environ 65). Cette courbe présente le meilleur étalement, particulièrement pour la végétation. En ce qui concerne la bande TM5, ses valeurs se distribuent selon une courbe bimodale représentant l'eau puis l'ensemble de la végétation avec une bonne définition des secteurs dénudés de végétation (valeurs numériques supérieures à 90). Le tableau 2 reprend les statistiques de ces trois histogrammes. Ainsi, les

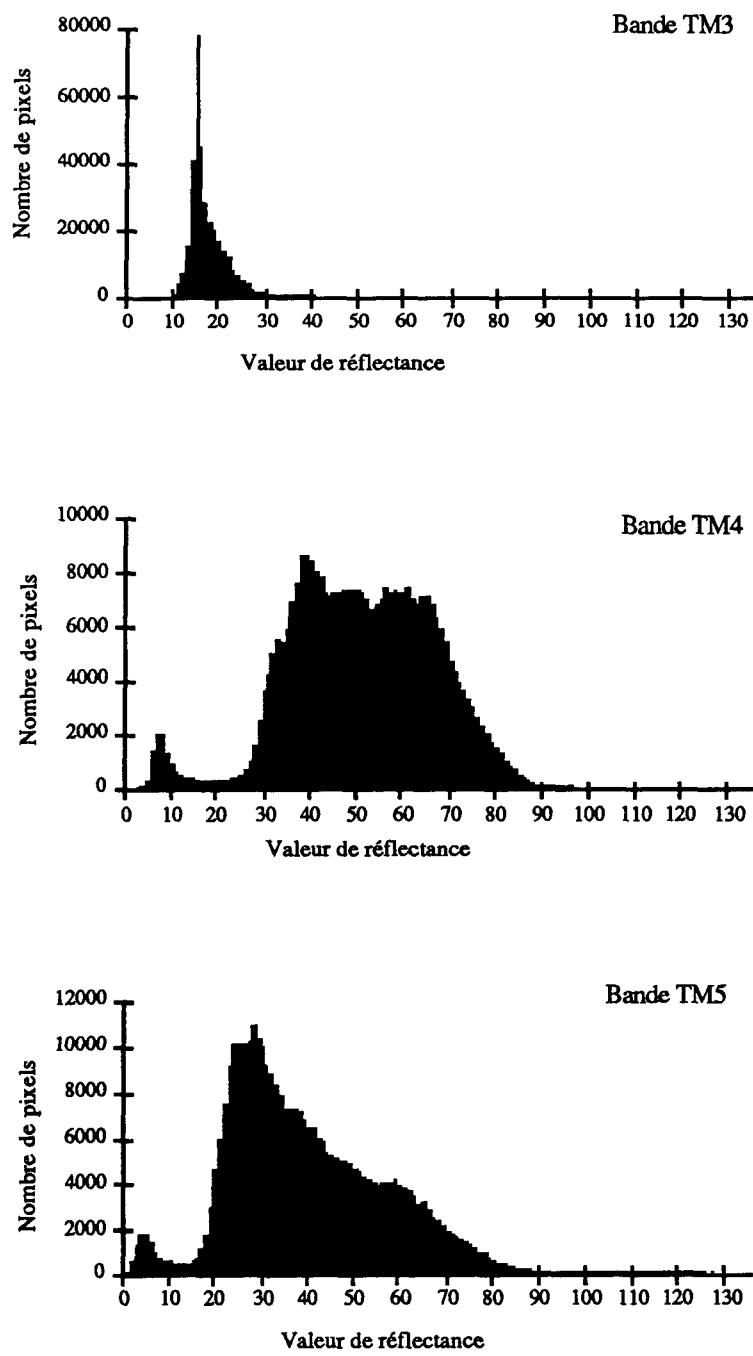


Figure 4. Distribution de fréquence des valeurs de réflectance des bandes spectrales TM3, TM4 et TM5.

bandes spectrales dans l'infrarouge (TM4-TM5) offrent une bonne discrimination du couvert végétal, tandis que la bande TM3 ajoute l'information relative au sol dénudé.

Tableau 2. Statistiques des trois bandes spectrales du capteur TM retenues pour la classification.

Bandes spectrales	Moyenne	Médiane	Écart-type	Étendue des valeurs numériques
TM3	17,4	16	4,9	8-114
TM4	50,8	51	15,8	0-109
TM5	39,7	37	17,0	0-150

La classification du couvert végétal est réalisée à l'aide du système de traitement numérique EASI/PAGE 5.3 (PCI 1994). Dans le cas présent, une classification dirigée de l'image au moyen de sites d'entraînement est effectuée. Elle consiste à définir des classes de signatures puis à classifier chacun des pixels en fonction de celles-ci. Pour ce faire, la visualisation des trois bandes accentuées par un étalement de contraste linéaire est réalisée pour favoriser une meilleure utilisation de la palette de 256 teintes. La reconnaissance du milieu et la caractérisation des patrons de couleurs sont par la suite guidées par des cartes forestières (MER 1990), des photos aériennes noir et blanc au 1: 15 000 (1989) et des photos couleurs prises lors d'un survol à basse altitude du territoire en 1991. Des sites d'entraînement représentant chaque type de couvert végétal à cartographier sont circonscrits sur l'image satellite. Dans certains cas, plus d'une classe s'avèrent nécessaires pour bien cerner un élément sur l'ensemble du territoire. C'est le cas entre autre pour le pin gris. Des facteurs tels la différence de densité, de classe de hauteur, de distribution spatiale ou de pureté du peuplement peuvent alors être mis en cause. Une classification basée sur l'algorithme du maximum de vraisemblance est effectuée sur l'image. Enfin, l'application d'un filtre de type

"sieve" sur l'image classifiée permet d'éliminer les unités trop petites (dans ce cas, moins de 3 pixels de superficie) en leur attribuant la valeur de la classe environnante.

3.2.2 Classification du couvert végétal

Chaque composante du milieu possède une signature spectrale particulière, c'est-à-dire une façon qui lui est propre de réagir aux différentes longueurs d'onde du spectre électromagnétique. Exprimé par des valeurs de réflectance, le comportement des classes cartographiées est illustré dans les trois bandes spectrales retenues (figure 5). On y observe que la bande du visible (TM3) propose un bon discernement entre la végétation et les secteurs dénudés. Les coupes récentes (CO1 et CO2) de même que les secteurs dénudés de végétation (DE1 et DE2) se dégagent des autres éléments par des moyennes de réflectance supérieures. Dans le domaine du proche infrarouge (TM4), les classes constituées d'essences résineuses possèdent les valeurs de réflectance les plus faibles; suivent dans l'ordre, les secteurs dénudés puis les milieux à tendance feuillue. Il est à noter que l'albédo de surface des dépôts de sable contenus dans la classe PE2 affecte grandement la valeur moyenne attribuée à celle-ci, ce qui permet de bien la dissocier de la classe PE1. Ce phénomène s'estompe dans la région du moyen infrarouge (TM5), alors que les deux moyennes des valeurs de réflectance spectrale deviennent comparables. Il faut remarquer que la bande TM5 présente des résultats semblables à ceux de la bande TM3 pour l'ordre de distribution des éléments, avec toutefois un meilleur étalement des valeurs de réflectance.

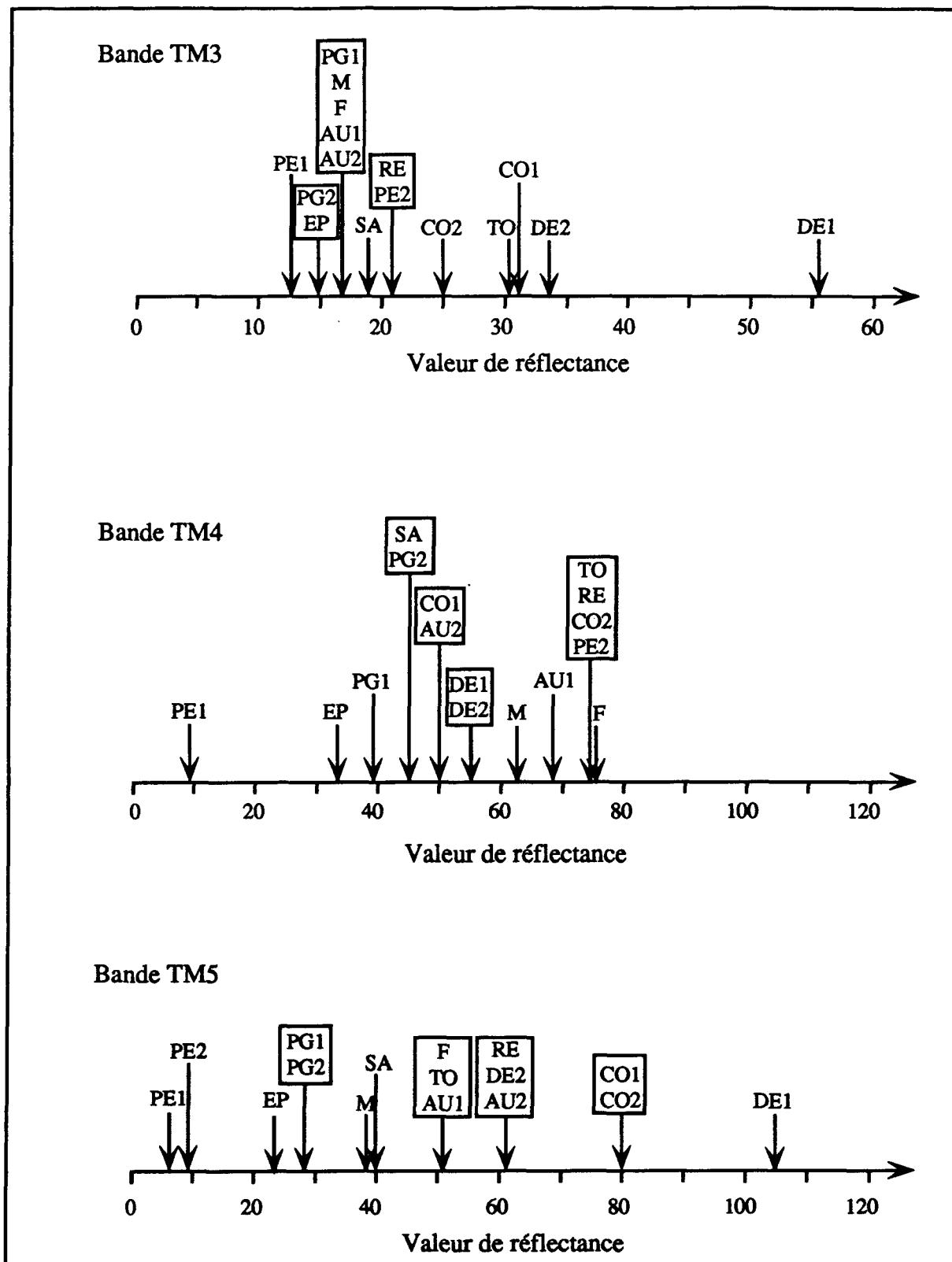


Figure 5. Distribution relative des moyennes de valeurs de réflectance des classes cartographiées dans les bandes spectrales TM3, TM4 et TM5.
(la description des codes utilisés pour chaque classe se retrouve dans les pages suivantes)

3.2.2.1 Résultats

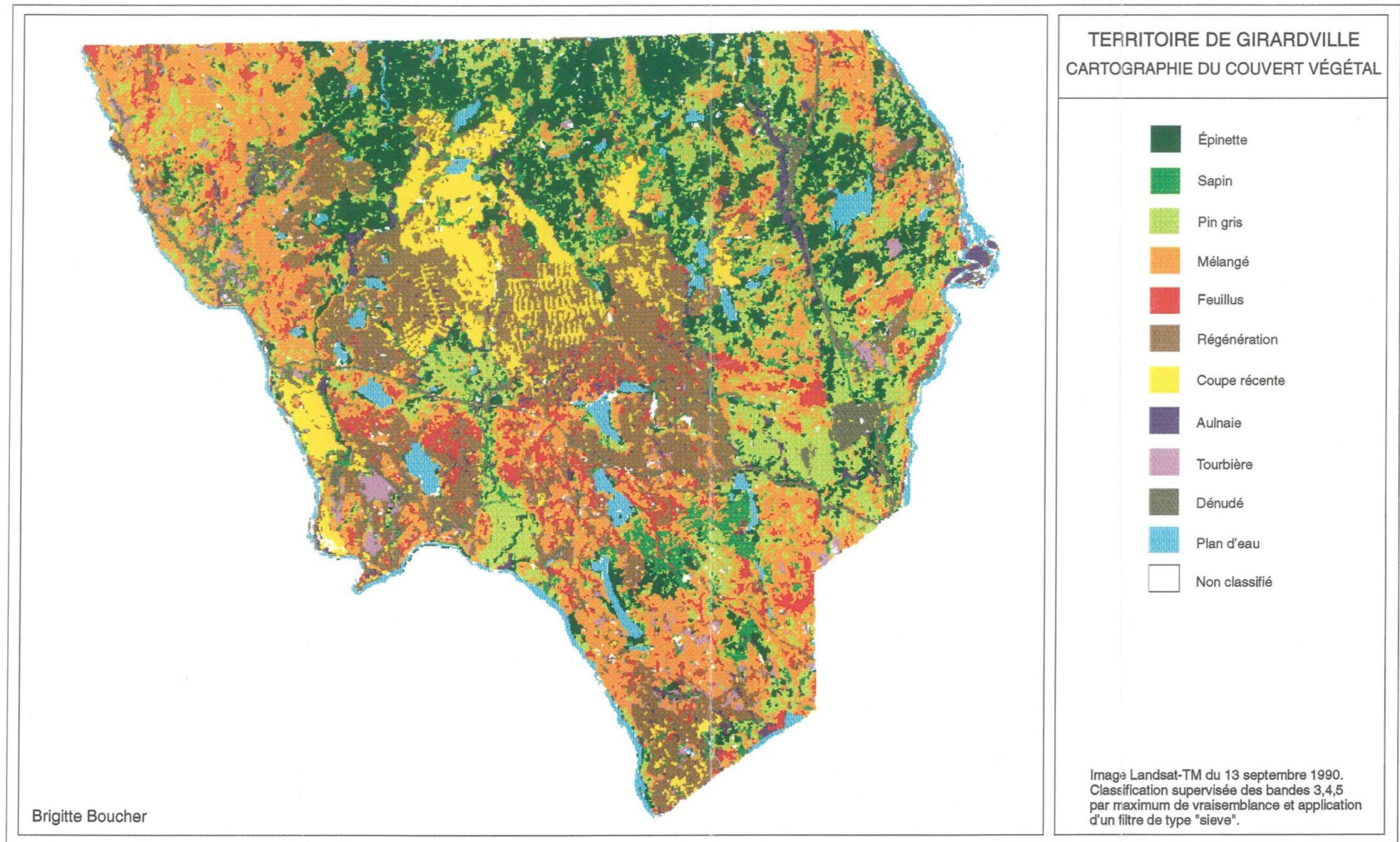
La cartographie retenue propose une généralisation du territoire par une synthèse des classes de couvert (carte 3). Une description sommaire des 16 classes initiales permet de mieux connaître le contenu de celles-ci.

Épinette (EP)

Cette classe contient les peuplements purs et matures d'épinette noire, de densité généralement supérieure à 60 %. Elle englobe également les groupements matures de résineux dominés par l'épinette noire (par exemple: E(Sa)). Les pessières noires encore intactes se rencontrent au centre-nord du territoire, près de la limite septentrionale du territoire à l'étude. Également plusieurs petits îlots sont distribués ça et là, mais leur superficie demeure de faible importance.

Sapin (SA)

Parmi les résineux cartographiés, le sapin est l'essence avec la plus faible distribution. Il est par conséquent difficile d'obtenir une bonne caractérisation spectrale de cette essence à l'intérieur du territoire. En effet, seulement quelques sites soutiennent des peuplements purs de sapin. L'image classifiée présente la distribution du sapin en peuplements purs au centre-sud du territoire et en groupements dominants dans le secteur nord. Certaines stations composées de peuplements mixtes à tendance résineuse sont également cartographiées dans cette catégorie.



Pin gris 1 (PG1)

La première classe de pin gris englobe la majeure partie de la distribution de cette essence. Elle regroupe entre autre chose l'ensemble des peuplements matures et purs situés près de la rivière Mistassini.

Pin gris 2 (PG2)

Cette classe reflète surtout la distribution du pin gris en tant que groupement dominant. Elle s'associe à la portion nord du territoire. Parfois, certains secteurs qualifiés de "résineux" sur la carte forestière se retrouvent inclus dans cette catégorie. Il en est de même pour certains sites dits "mélangés à tendance résineuse". Puisqu'il s'agit de cas isolés couvrant de faibles superficies et que l'essence pin gris est tout de même présente, cette classe demeure sous le vocable de "pin gris".

Mélangé (M)

De caractère hétérogène, cette classe regroupe des éléments variés. En premier lieu, l'ensemble des sites présentant un couvert mixte y est cartographié; on les retrouve au nord-ouest et au nord-est du territoire. Des anciennes coupes forestières âgées d'environ 20 ans et qui ont atteint un stade avancé de régénération sont également identifiées à l'intérieur de cette classe. C'est le cas de l'extrême sud et du centre du territoire. Aussi, certains résineux de faible densité (25 %) sont cartographiés dans cette catégorie.

Feuillus (F)

Malgré la dominance d'essences résineuses sur le territoire, on retrouve plusieurs bétulaies blanches et tremblaies. Elles sont distribuées, particulièrement en bordure des peuplements

identifiés comme "mélangés" et originant d'anciennes coupes. Les feuillus intolérants, installés dans les secteurs en régénération sont également inclus dans cette classe.

Régénération (RE)

Une seule classe de régénération est retenue pour la cartographie. Elle comprend essentiellement les secteurs d'anciennes coupes totales âgées pour la plupart entre 5 et 15 ans et qui ont évolué vers une régénération à tendance feuillue. Quelques anciennes coupes âgées d'environ 20 ans et qui n'ont pas réussi à établir une bonne régénération sont également incluses dans cette classe. La partie centrale du territoire, très exploitée par le passé, compose la classe de régénération.

Coupe récente 1 et Coupe récente 2 (CO1 et CO2)

Ces deux classes consistent en des secteurs dépourvus de végétation des suites d'une exploitation forestière récente (moins de 5 ans). Généralement, il s'agit de coupes par bande portant l'appellation CT87 ou CT88 sur la carte forestière. À l'occasion, des sites de coupes CT77 ou CT79 (le long de la rivière Ouasiemsca) sont demeurés dénudés, ces milieux n'étant pas favorables à la reprise de la végétation et ce, même après 15 ans. La seconde classe de coupe récente (CO2) se distingue de la première par la présence d'un peu de végétation.

Aulnaie 1 (AU1)

La distribution linéaire de cet élément entraîne une grande variation spectrale des valeurs de réflectance des sites d'entraînement. Également, la différence de largeur des aulnaies fait en sorte qu'il devient difficile de bien les cerner à l'intérieur d'une seule classe. Dans ce cas-ci, la classe AU1 regroupe les aulnaies situées en bordure de la rivière Gervais, à l'est du territoire.

Aulnaie 2 (AU2)

Les îles de la rivière Mistassini envahies par des aulnes s'inscrivent dans cette classe. On retrouve également quelques sites dans les secteurs en régénération.

Tourbière (TO)

Cette classe regroupe l'ensemble des milieux humides exempts de superficies boisées. Ils se concentrent principalement à l'ouest et au sud du territoire.

Dénudé 1 (DE1)

Caractérisant des secteurs totalement dépourvus de végétation, cette classe identifie notamment une scierie localisée au sud-est du territoire ainsi que certaines sections de routes et de chemins forestiers.

Dénudé 2 (DE2)

Cette classe regroupe la quasi totalité des routes et chemins forestiers ainsi que des secteurs de coupes récentes.

Plan d'eau 1 (PE1)

L'ensemble des lacs, les deux principales rivières (Mistassini et Ouasiemsca) ainsi que quelques sections de ruisseaux ou petites rivières sont cartographiés dans cette classe.

Plan d'eau 2 (PE2)

Une seconde classe de plan d'eau a dû être définie suite à la présence de hauts-fonds dans les deux principales rivières. Des bancs de sable ayant une très grande réflectance spectrale augmentaient l'albédo de surface et venaient fausser la classification.

Non classifié (NC)

Plusieurs facteurs peuvent expliquer la présence de pixels dits "non classifiés". D'abord, il peut s'agir de milieux de transition tels les habitats riverains, où la présence combinée du milieu aquatique et de la végétation adjacente donne au pixel une valeur de réflectance particulière. Cette dernière ne correspond pas alors aux valeurs retrouvées à l'origine dans l'un de ces milieux. Il en est de même pour les secteurs de coupes par bandes où la résolution spatiale devient un facteur limitatif. Spécifions que la catégorie NC n'occupe que 2,8 % du territoire.

Le tableau 3 présente la superficie et le pourcentage d'occupation des différentes classes sur l'ensemble du territoire de Girardville. Par ces données, on constate que les milieux résineux matures sont les plus importants et constituent environ le tiers (36,6 %) du territoire. On les retrouve principalement distribués le long de la limite septentrionale du territoire. Les secteurs perturbés (coupe récente, régénération et dénudé) sont second en couvrant 25,1 % du territoire actuel, suivis par la classe de peuplements mélangés qui compose 20,2 % de la superficie totale. Les éléments non productifs ou impropre à l'exploitation forestière (aulnaie, tourbière) occupent 6,1 % du territoire tandis que les plans d'eau et les pixels non classifiés comptent pour 6,2 %. Ce secteur peut donc être décrit comme une forêt fortement affectée par les activités d'exploitation. Rappelons que ces résultats proviennent d'une image prise en 1990. Depuis lors, il est possible que plusieurs secteurs soient devenus des coupes récentes ou aient évolué vers la classe de régénération.

Tableau 3. Statistiques descriptives de l'image classifiée.

Classe	Nombre de pixels	Superficie (ha)	Occupation (%)
Épinette	44 685	2 793	13,5
Sapin	22 640	1 415	6,8
Pin gris 1	33 828	2 114	10,2
Pin gris 2	20 140	1 259	6,1
Mélangé	66 938	4 184	20,2
Feuillus	19 339	1 209	5,8
Régénération	47 378	2 961	14,3
Coupe récente 1	12 938	809	3,9
Coupe récente 2	7 520	470	2,3
Aulnaie 1	8 851	553	2,6
Aulnaie 2	4 607	288	1,4
Tourbière	6 856	428	2,1
Dénudé 1	1 886	118	0,6
Dénudé 2	13 489	843	4,0
Plan d'eau 1	9 784	612	2,9
Plan d'eau 2	1 543	96	0,5
Non classifié	9 428	589	2,8
Total	331 850	20 741	100,0

3.2.2.2 Validité de la classification

La validation de la classification a d'abord été effectué par une analyse de la distribution des éléments en comparaison avec les différents documents disponibles, en l'occurrence les cartes forestières et les photos aériennes du territoire. Il se peut que des écarts de cartographie surgissent entre les différents produits. Dans la plupart des cas, ils peuvent s'expliquer par le fait que le capteur possède une résolution au sol de 25 mètres et que certains éléments, particulièrement ceux arborant une distribution linéaire, se confondent avec les éléments environnants. Il en est de même pour les secteurs dits de transition, c'est-à-dire des milieux hétérogènes où plusieurs éléments caractérisent un type de milieu (par exemple: les mélangés). Un secteur fortement perturbé comme celui de Girardville rend difficile la recherche de sites d'entraînement homogènes et suffisamment denses, surtout dans le cas des feuillus et du sapin.

Une autre méthode utilisée pour vérifier la validité des résultats repose sur l'évaluation de la différenciation entre les sites d'entraînement. Selon celle-ci, on peut retracer pour chaque classe, l'attribution donnée aux pixels des sites d'entraînement et ensuite calculer leur précision à l'intérieur de la classification. L'ensemble des résultats est présenté à l'intérieur d'une matrice de confusion (tableau 4), où il est possible de calculer l'exactitude de la classification. La classe NC (non classifié) est créée suite à la présence d'erreurs dites d'omission, associées aux pixels non classés dans une des catégories disponibles. Les éléments de la diagonale de la matrice dénombrent les pixels correctement classifiés (Bonn et Rochon 1992). La mesure de l'exactitude de chaque classe s'établit par le rapport de l'élément de la diagonale sur le nombre

Tableau 4. Matrice de confusion issue de la classification par maximum de vraisemblance des bandes TM3, TM4 et TM5.

CLASSIFICATION													TOTAL	% CORRECT
EP	SA	PG	M	F	RE	CO	AU	TO	DE	PE	NC			
EP	991	1	39	2	-	-	1	11	-	4	3	17	1 069	93
SA	-	102	2	-	-	-	-	6	-	-	-	-	110	93
PG	5	4	313	2	-	-	-	-	-	7	-	1	332	94
M	-	-	4	472	86	9	-	-	3	-	-	3	577	82
F	-	5	-	19	384	10	-	10	1	-	-	1	430	89
RE	-	1	-	1	48	835	17	12	7	3	-	14	938	89
CO	-	-	-	-	4	1 236	1	-	59	-	-	7	1307	95
AU	4	27	2	3	6	4	2	501	-	1	-	8	558	90
TO	-	-	-	-	-	-	-	267	2	-	-	11	280	95
DE	-	1	-	-	3	8	5	1	-	828	-	21	867	96
PE	29	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1 031	65	1 128	91
NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	1 029	141	360	499	527	870	1 261	544	278	905	1 034	148	7 596	

Précision globale 92 %

Précision moyenne 90 %

EP: Épinette

F: Feuillus

TO: Tourbière

SA: Sapin

RE: Régénération

DE: Dénudé

PG: Pin gris

CO: Coupe récente

PE: Plan d'eau

M: Mélangé

AU: Aulnaie

NC: Non classifié

total de pixels définissant le site d'entraînement. Ce calcul est reporté dans la colonne de droite de la matrice sous l'appellation "% correct". Les résultats varient de 82 % pour la classe de mélangé (M) à 96 % pour celle des plans d'eau (PE), avec un degré de précision moyen de 90 %. L'exactitude de l'ensemble de la classification peut être établie par le rapport entre la somme des éléments de la diagonale (6 960) et la somme de tous les pixels considérés (7 596), ce qui donne 92 %. L'ensemble des résultats démontre une bonne utilisation des sites d'entraînement pour la classification. Les quelques sites offrant une moins bonne allocation de pixels peuvent pour leur part être justifiés par la grande variabilité de l'élément ou par la similitude entre certaines classes.

Il est évident qu'une comparaison de l'image classifiée à une grille précise de données de terrain ayant une maille identique à la taille du pixel TM, aurait amené la valeur de la précision dans la matrice de confusion comparable à celle retrouvée dans la littérature. Une meilleure connaissance de la vérité-terrain, combinée à un échantillonnage aléatoire de points de contrôle au sol auraient pu bonifier le nombre de classes mais également créer une plus grande confusion entre les milieux.

Ces résultats quantifient d'abord le territoire en terme de superficie boisée et non boisée pour exprimer l'état de couverture au sol. Ils permettent également d'obtenir un ordre de grandeur de la proportion des essences en présence et de leur distribution spatiale. Enfin, l'utilisation actuelle du sol est une information nécessaire à tout projet d'aménagement, dans la mesure où elle informe des possibilités qu'offre le territoire à court terme et permet de planifier les travaux à long terme. La cartographie du couvert végétal intervient ultérieurement dans l'évaluation du potentiel faunique. Elle devient également un facteur déterminant dans l'affectation à privilégier suite au découpage du territoire en grandes zones d'aménagement.

3.3 Écologie et SIG

Aborder l'aménagement polyvalent d'un territoire voué à l'exploitation forestière sans porter préjudice à l'écosystème forestier, nécessite une connaissance approfondie des éléments qui le composent. À juste titre, l'information écologique décrit les propriétés intrinsèques d'un territoire et renseigne sur ses potentiels ou ses vulnérabilités à l'égard d'un aménagement particulier. Un cadre écologique de référence devient alors un document incontournable qui agit autant à titre de base de référence cartographique que méthodologique.

3.3.1 Cadre écologique de référence

Le cadre écologique de référence est un outil qui permet de connaître un territoire et d'en évaluer le potentiel par la connaissance et l'analyse des paramètres écologiques permanents (Bourque 1989). Il est axé sur une approche globale du milieu naturel qui en fait un cadre polyvalent unique pour fins d'analyse. L'information alors véhiculée provient de l'interprétation et de l'analyse des composantes écologiques d'un territoire. Son élaboration débute par une analyse de la documentation existante et une photo-interprétation. Des travaux de terrain sont requis pour la prise de relevés écologiques et la vérification cartographique. Le cadre écologique de référence constitue donc un outil polyvalent d'interprétation et d'analyse des caractéristiques physiques et biologiques du territoire (Veillette et Ducruc 1987). Il est composé de quatre éléments: une classification des milieux, leur cartographie, des documents interprétatifs et des guides de terrain. Les quelques notes présentées ci-dessous fournissent quelques précisions quant au contenu de la classification et de la cartographie écologique.

3.3.1.1 Classification écologique

La classification écologique consiste à établir et à exprimer les relations qui existent entre les différentes composantes abiotiques et biotiques du territoire (Ducruc *et al.* 1988). Les principales variables à la base de cette classification peuvent être regroupées sous les thèmes de bioclimat, dépôt de surface, régime hydrique du sol et topographie (Gérardin et Ducruc 1990b). Lors des relevés de terrain, plusieurs informations relatives à la végétation sont également considérées. Ces annotations concernent trois aspects:

- la composition floristique des groupements végétaux (analyses phytosociologiques et phytoécologiques);
- la structure des groupements végétaux (physionomie, densité, hauteur);
- la dynamique des groupements végétaux.

Bioclimat

Le bioclimat traduit l'effet global du climat sur le couvert végétal (Gérardin et Ducruc 1990, Ducruc 1992). Il est responsable des variations journalières et saisonnières des flux d'énergie, d'humidité et de matière (Ducruc 1991b). Il se définit par région écologique, soit une unité de climat régional homogène qui contrôle ou induit une physionomie, une composition floristique et une dynamique végétale spécifique (Veillette et Gérardin 1985).

Dépôt de surface

Plusieurs éléments caractérisent le dépôt de surface: l'origine du dépôt, son épaisseur au-dessus de l'assise rocheuse, sa texture et enfin sa pierrosité, laquelle est évaluée en termes d'abondance et de dimension des pierres (Ducruc 1991b).

Régime hydrique

Le régime hydrique informe de la disponibilité en eau, de l'apport en éléments nutritifs et du degré d'aération d'un sol. Il est traduit sous forme de classes de drainage proposées par la Commission canadienne de pédologie (C.C.P. 1983). À l'intérieur de conditions bioclimatiques et physiques identiques, le drainage interne d'un sol peut être influencé par des variables topographiques comme la situation topographique, la forme du terrain, la déclivité et la longueur de la pente (Ducruc 1991b). Il comprend le drainage vertical et le drainage oblique. Le drainage vertical réfère à la vitesse d'évacuation de l'eau de pluie à l'intérieur du dépôt. Le drainage oblique se rapporte à la circulation interne de l'eau le long des pentes; il exprime surtout l'enrichissement en éléments nutritifs de cette eau au fur et à mesure de sa descente dans la pente (Gérardin 1989).

Topographie

La position de la pente, sa forme, sa longueur, sa déclivité et son exposition constituent l'ensemble des variables retenues pour traduire la topographie. Elle est divisée en huit classes exprimant à la fois la déclivité de la pente (en pourcentage) et le type de surface (simple ou complexe). Son action agit sur l'écoulement de l'eau à l'intérieur du sol et peut également modifier le climat régional.

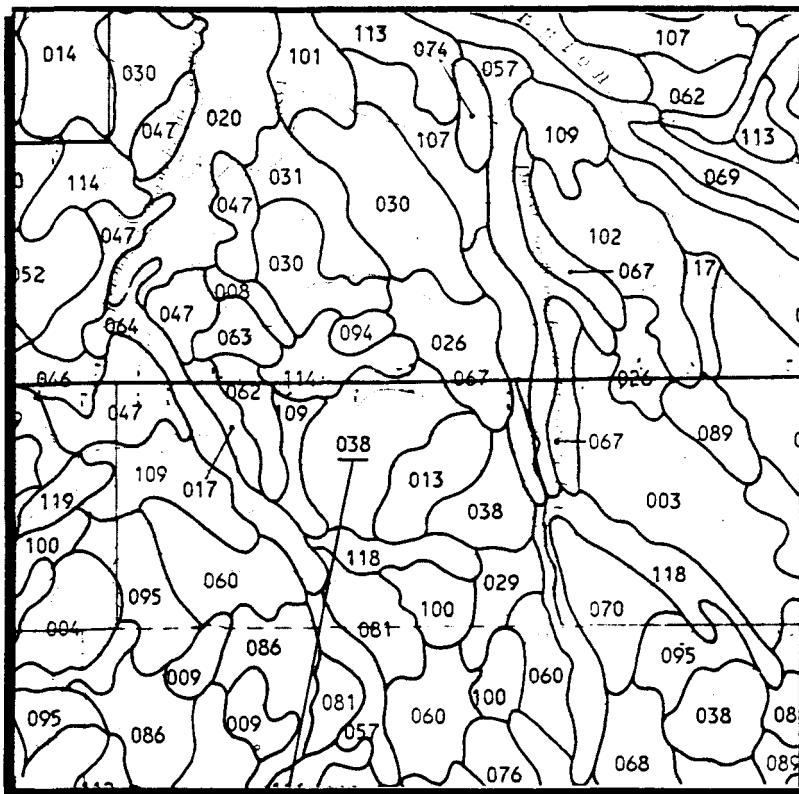
3.3.1.2 Cartographie écologique

La cartographie écologique propose une représentation visuelle de la répartition et de l'organisation spatiale des types géomorphologiques d'un territoire donné, tel que définis par la classification écologique (Lafond *et al.* 1992). Elle fournit le cadre géographique de référence à l'analyse et à l'évaluation des propriétés intrinsèques du territoire (Ducruc *et al.*

1988). Le type géomorphologique forme le milieu physique de base de la cartographie écologique. Il correspond à une portion de territoire caractérisée par la même combinaison de dépôt de surface et de drainage interne du sol (Ducruc 1991a, Ducruc 1992). Le découpage des unités cartographiques se fait essentiellement par photo-interprétation. La réalisation des cartes s'appuie sur des critères visibles de la photographie où sont soulignés les changements ou les discontinuités dans la topographie et la morphologie du terrain (Lafond *et al.* 1992). Ainsi, le découpage cartographique est permanent et devient la référence spatiale commune à l'ensemble des intervenants (Falardeau et Gérardin 1995).

L'unité de base de la cartographie du territoire de Girardville porte le nom de topo-système. Il s'agit d'une portion de territoire définie par un modèle particulier de types géomorphologiques (Veillette et Gérardin 1985). Toute unité composée de caractéristiques écologiques identiques se voit attribuer le même numéro d'identification. Le territoire est donc cartographié par plusieurs topo-systèmes de récurrence variable.

La description des unités cartographiques se fait par une évaluation en pourcentage d'occupation spatiale des types géomorphologiques qui composent chaque unité (Lafond *et al.* 1992). Cette évaluation est réalisée au moyen de clés ou de grilles de photo-interprétation, établies à partir des caractéristiques topographiques et morphologiques des types géomorphologiques échantillonnées sur le terrain (Lafond *et al.* 1992). Le fichier descriptif présente l'ensemble des caractéristiques de chaque unité cartographique. La figure 6 illustre la structure de l'information de la carte écologique. Le numéro d'identification du topo-système établit le lien de correspondance entre la carte et le fichier descriptif. Le nom de l'unité est exprimé par le caractère dominant des trois paramètres permanents que sont le dépôt, le



(extrait de Bérubé et Ducruc, 1990)

LE FICHIER DESCRIPTIF

Région écologique	Unité cartographique			Types géomorphologiques				Recouvrement (%)			
	Numéro	Nom	Fréquence	TG1	TG2	TG3	TG4	P1	P2	P3	P4
Beauce 3e	038	1A / 2 / C	11	1A/2	1A/3	1A/3*	1A/2*	70	10	10	10
	057	1A/5*/B	17	1A/5*	1A/4*	1A/3*		60	20	20	
	065	3BG/23/a	1	3BG/23	3AS/23*	3AS/45*		50	40	10	
	074	4BL/23/A	6	4BL/23	4BL/45			90	10		

LES DESCRIPTEURS (légende partielle)

LES DÉPÔTS DE SURFACE	LE DRAINAGE DU SOL	LES PENTES
<p>1A : till régional indifférencié épais (>0,5m)</p> <p>1S : till local épais dérivé de schistes (>0,5m)</p> <p>2AG : fluvioglaciaire de contact</p> <p>4BL : glacio-lacustre argilo-limoneux</p> <p>4BF : glacio-lacustre sablonneux</p>	<p>1 : excessif (sol très sec)</p> <p>2 : bon (sol sec)</p> <p>3 : modéré (sol frais)</p> <p>4 : imparfait (sol très frais)</p> <p>6 : très mauvais (sol saturé)</p>	<p>Pentes simples (surface régulière)</p> <p>A- pente nulle</p> <p>B- pente faible</p> <p>C- pente modérée</p> <p>Pentes multiples (surface irrégulière)</p> <p>a- unité faiblement ondulée</p> <p>b- unité fortement ondulée</p> <p>c- unité faiblement vallonnée</p> <p>Déclivité (%)</p> <p>de 0 à 5</p> <p>de 5 à 10</p> <p>de 10 à 15</p>

Figure 6. Structure de l'information de la cartographie écologique.

(tiré de Ducruc 1991b)

drainage et la pente (Bourque 1989). Une description des types géomorphologiques constituant l'unité et leur pourcentage de recouvrement respectif complète la base de données.

3.3.2 Élaboration des interprétations

Un certain nombre de méthodes d'analyse ont déjà été éprouvées lors de différents travaux de recherche portant spécifiquement sur l'exploitation des données du cadre écologique de référence (Veillette et Gérardin 1985, Fréchette *et al.* 1988, Bourque 1989, Fréchette 1992, Falardeau et Gérardin 1995). La méthodologie préconisée dans ce projet s'inspire de ces travaux, tout en apportant quelques modifications pour rencontrer les objectifs fixés. La figure 7 décrit les principales étapes guidant l'élaboration d'une thématique. Tout d'abord, les données de la classification sont confrontées aux exigences d'une utilisation particulière, ce qui permet d'allouer une valeur propre à chaque type géomorphologique. Dans le cas présent, chaque type de dépôt et chaque classe de drainage sont pondérés selon l'importance accordée dans l'interprétation. Exprimées selon une échelle de 1 (très faible) à 5 (très élevé), ces évaluations sont par la suite combinées pour déterminer la valeur propre du type géomorphologique (de 1 à 25). Les résultats des interprétations abordées dans ce projet sont présentés sous forme de grille d'interprétation à l'annexe 3. L'étape suivante consiste à calculer la valeur attribuable à l'unité cartographique. Ce calcul s'effectue en considérant la valeur pondérée et le pourcentage d'occupation de chaque type géomorphologique. Ducruc *et al.* (1988) ont représenté ce calcul par la formule suivante:

$$AP_A = ((AP_{TG1} * P_{TG1}) + (AP_{TG2} * P_{TG2}) + \dots + (AP_{TGn} * P_{TGn}))$$

AP_A valeur d'aptitude de l'unité cartographique A

AP_{TGn} valeur d'aptitude accordée au n^e type géomorphologique de l'unité A

P_{TGn} pourcentage d'occupation du n^e type géomorphologie de l'unité A

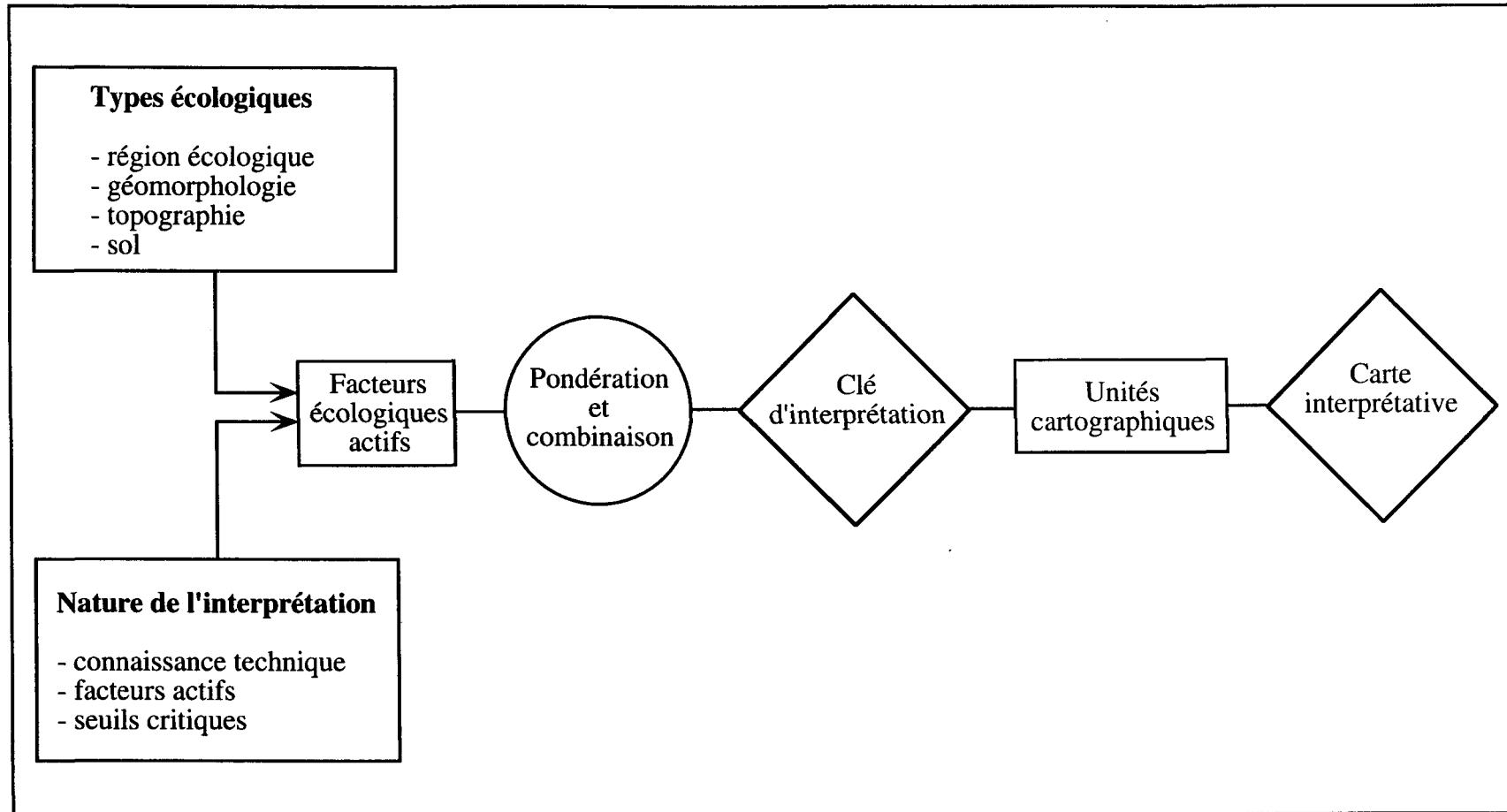


Figure 7. Principes à la base de l'élaboration des documents interprétatifs.

(Gérardin et Ducruc 1990)

La carte interprétative est créée en remplaçant dans le fichier descriptif de la carte écologique, le type géomorphologique, par sa valeur interprétative (Ducruc 1992). Dans une situation où la topographie s'avère un élément déterminant dans l'interprétation, un facteur de correction est appliqué aux unités cartographiques concernées. La représentation cartographique des résultats est proposée en cinq classes. Par la suite, on fait intervenir l'information sur l'utilisation actuelle du territoire ainsi que les dimensions socio-économiques pour prendre les décisions d'aménagement et de gestion du territoire (Ducruc 1992). Cette démarche constitue la base de la plupart des thématiques abordées, bien que certaines spécifications puissent être ajoutées au moment de présenter le thème.

3.3.3 Système d'information géographique

Dans des domaines tels l'aménagement des ressources naturelles et l'environnement, le système d'information géographique (SIG) représente un outil privilégié de recherche et de gestion. L'appellation SIG est utilisée pour désigner les logiciels alliant les capacités de gestion de base de données relationnelles, de cartographie numérique et d'analyse spatiale (Beaulieu *et al.* 1990). Qualifié d'outil intégrant les moyens d'acquisition et de gestion de données à référence spatiale, il permet également de combiner les outils géomatiques aux autres technologies numériques comme la télédétection, la modélisation et la simulation.

Bien que le SIG possède un potentiel de traitement de l'information à caractère spatial, il permet la manipulation d'une quantité phénoménale de données et facilite l'interrogation des bases de données pour ensuite à partir de ces résultats, en faire la représentation cartographique. L'utilisation d'un SIG ouvre la voie à une multitude de possibilités pour la gestion de l'ensemble des ressources et des activités en milieu forestier. L'intégration des

diverses informations, la superposition de données, l'outil informatique, le traitement et la conservation des données sont quelques-unes des possibilités qui s'offrent aux gestionnaires (Gouvernement du Québec 1991b).

La présente étude met à contribution les caractéristiques du SIG Mapinfo (Mapinfo Corporation 1994). Le fichier numérique de la carte écologique se retrouve associé à plusieurs bases de données descriptives du territoire à partir d'un lien commun en occurrence le nom des unités cartographiques. L'information issue de l'interprétation de l'image satellitaire est également intégrée au SIG. Par exemple, le découpage cartographique provenant de la carte écologique a été superposé à l'image classifiée du territoire pour obtenir une estimation de l'utilisation du sol de chaque unité cartographique, par tranches de 10 %.

Les nombreuses requêtes d'analyse s'effectuent par le biais d'un système de gestion de bases de données relationnelles, alors que les résultats sont exprimés à la fois sous forme de représentation cartographique, de compilations statistiques et de restucturation des bases thématiques. Tous les résultats obtenus lors des interprétations sont ajoutés à la base de données pour quantifier, sous forme de pourcentage, la valeur attribuée à chaque unité. L'utilisateur peut alors sélectionner une unité cartographique et en connaître la superficie, la composition écologique, la description du couvert végétal ainsi que les valeurs de potentiel associées.

3.4 Cadre écologique de référence de Girardville

En 1987, la Direction de la conservation et du patrimoine écologique du ministère de l'Environnement du Québec (maintenant le ministère Environnement et Faune) entreprit la

réalisation d'un cadre écologique de référence pour le territoire de Girardville. La connaissance écologique a d'abord été obtenue par la classification et la cartographie écologique du territoire au 1: 50 000 (Audet et Ducruc 1988). Bourque (1989) a par la suite produit un document synthèse comprenant une description succincte des données écologiques, plusieurs interprétations liées à l'aménagement forestier et un guide de terrain.

3.4.1 Description des types géomorphologiques

Le territoire à l'étude est décrit par la combinaison de 63 types géomorphologiques d'origine génétique très variée: glaciaire, fluvio-glaciaire, fluviatile, marine, éolienne, organique ou affleurement rocheux. Le tableau 5 reprend les types géomorphologiques identifiés sur le territoire de Girardville. On y remarque qu'une grande variété de ceux-ci sont d'origine glaciaire (8 types) et organique (5 types). Aussi, deux types géomorphologiques caractérisent les affleurements rocheux alors que les milieux d'origine éolienne et marine sont représentés par un seul type. Une description détaillée des types de dépôts de surface du territoire est proposée à l'annexe 2.

3.4.2 Découpage du territoire

La cartographie écologique du territoire de Girardville permet de reconnaître quelque 191 topo-systèmes à l'échelle du 1: 50 000. En considérant la récurrence de ces topo-systèmes, le territoire totalise 650 polygones dont 39 correspondent aux principaux plans d'eau. Le topo-système #128 (1a/2/A) a le plus grand nombre de récurrence; il apparaît 28 fois sur le territoire. Par ailleurs, rares sont les unités composées d'un seul type

Tableau 5. Types géomorphologiques cartographiés sur le territoire de Girardville.

DÉPÔTS	DRAINAGE															
	1	16	2	2*	23	23*	3	3*	4	4*	45	45*	5	5*	6	6*
sable fin loameux >50 cm, 20%<p<50%	1a			•	•			•	•	•						
sable fin loameux 30-50 cm, 20%<p<50%	1aR	•		•	•			•								
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ay	•		•				•		•						
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ayR	•		•												
sable fin- drumlins >50 cm, 20%<p<50%	1d			•				•								
sable moyen 50%<p<80%	1f							•	•	•					•	
champs de blocs et tourbe	1fp												•			
till, sable fin 50%<p<80%	1h	•		•				•	•				•			
sable fin à très fin >50 cm, p<5%	2bf	•		•				•				•				
sable fin à très fin 30-50 cm, p<5%	2bfR			•												
sable moyen à sable gravier, 20%<p<50%	2bg	•		•				•			•					
sable moyen à sable gravier, p<5%	2bm	•		•				•			•					
alluvions - dominance limon	3al											•				
alluvions - dominance sable	3as							•			•				•	
sable fin >50 cm, p<5%	3bf			•				•								
limon argileux à limon sableux	51			•				•	•				•			
humus 30-50 cm	7cR					•										
tourbe >1 m	7p												•	•		
tourbe épaisse boisée	7pB												•	•		
tourbe mince 0,4 à 1 m	7t														•	
tourbe mince boisée	7tB												•	•		
sable fin >50 cm	9b	•		•												
roc et mat. org. < 10 cm	R	•														
roc et tourbe	R7			•												

Classes de drainage

- 1 excessif
- 16 varié
- 2 bon
- 23 bon à modéré
- 3 modérément bon
- 4 imparfait
- 45 imparfait à mauvais
- 5 mauvais
- 6 très mauvais
- * drainage oblique

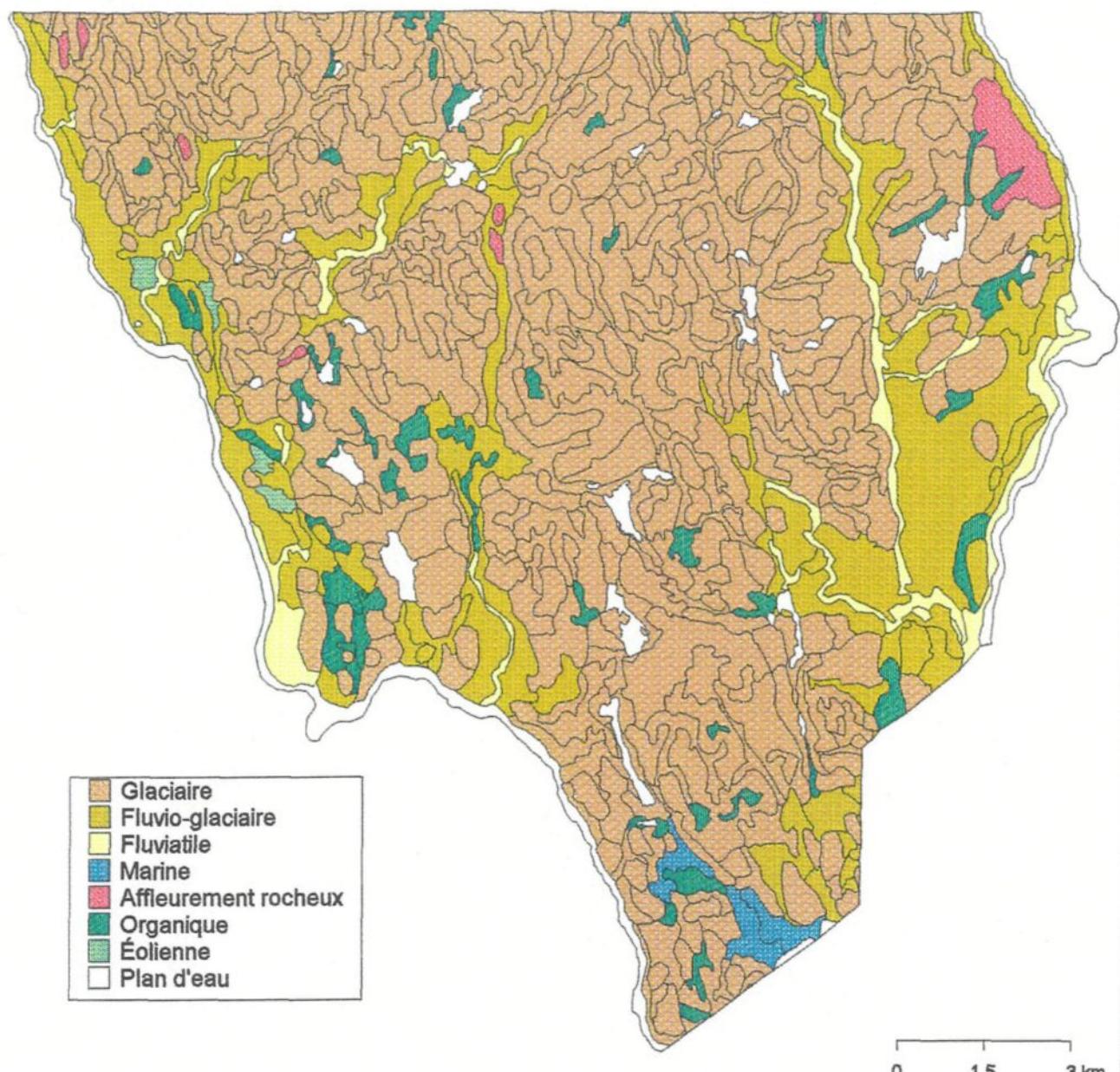
géomorphologique. Seulement trois topo-systèmes s'avèrent homogènes: (#118 - 7pB/6/A), (#156 - 1a/2/b) et (#173 - 7p/6/A); ils sont très peu présents (12 unités) sur le territoire et occupent de faibles superficies.

3.4.3 Les paramètres permanents

La consultation de la carte écologique permet de dégager les grands traits caractéristiques du territoire de Girardville pour connaître l'importance et la distribution spatiale des paramètres permanents (Boucher et Gauthier 1993). Les unités cartographiques sont pour la plupart hétérogènes; des cartes illustrant la texture des dépôts, leur épaisseur ou la classe de drainage semblent alors plus représentatives en utilisant le type géomorphologique dominant. Or, ce dernier reflète parfois un recouvrement d'à peine 10 % de plus que le second type, alors que pour certains aucun type géomorphologique n'est dominant. C'est le cas de six topo-systèmes qui, en incluant leur récurrence, représentent 16 unités cartographiques.

L'origine du dépôt de surface dominant chaque unité est tout de même cartographiée pour exprimer la tendance générale du territoire (carte 4), alors que le tableau 6 reprend cette information sous forme de compilation. On remarque la prépondérance de matériaux d'origine glaciaire (68,6 % de la superficie) sur l'ensemble du territoire, alors que ceux d'origine fluvioglaciaire (17,2 % de la superficie) occupent surtout les sites en bordure des deux principales rivières. Les dépôts d'origine fluviatile et marine, caractérisés par des textures fines, sont associés à 22 unités. Les types géomorphologiques d'origine éolienne (0,3 %) ainsi que les affleurements rocheux (1,0 %) ne sont dominants que dans 12 unités. Finalement, les milieux organiques ne couvrent que de faibles superficies, soit 3,7 % du territoire.

ORIGINE DES DÉPÔTS DE SURFACE



Source: Carte écologique (MENVIQ, 1988)

Brigitte Boucher

Carte 4

Tableau 6. Fréquence et superficie des dépôts de surface selon l'origine du type géomorphologique dominant chaque unité cartographique.

Origine	Fréquence	Superficie (ha)	Pourcentage d'occupation
Glaciaire	453	14 219,85	68,6
Fluvio-glaciaire	74	3 570,81	17,2
Fluviatile	19	707,47	3,4
Marine	3	162,96	0,8
Affleurement rocheux	8	216,93	1,0
Organique	50	776,12	3,7
Éolienne	4	70,71	0,3
Plan d'eau	39	1 017,96	4,9

Les caractéristiques de drainage du territoire se trouvent présentées uniquement sous forme de compilation. L'information relative au drainage dominant chaque unité cartographique est exprimée selon six classes. Le tableau 7 reprend cette information et permet de constater que plus de la moitié du territoire de Girardville offre des sites bien drainés. Peu de sites ont un drainage excessif (11 unités; 0,6 % de la superficie) alors que 11,3 % de la superficie à l'étude est constituée d'unités n'assurent pas un drainage adéquat.

Tableau 7. Compilation de la classe de drainage dominant chaque unité cartographique.

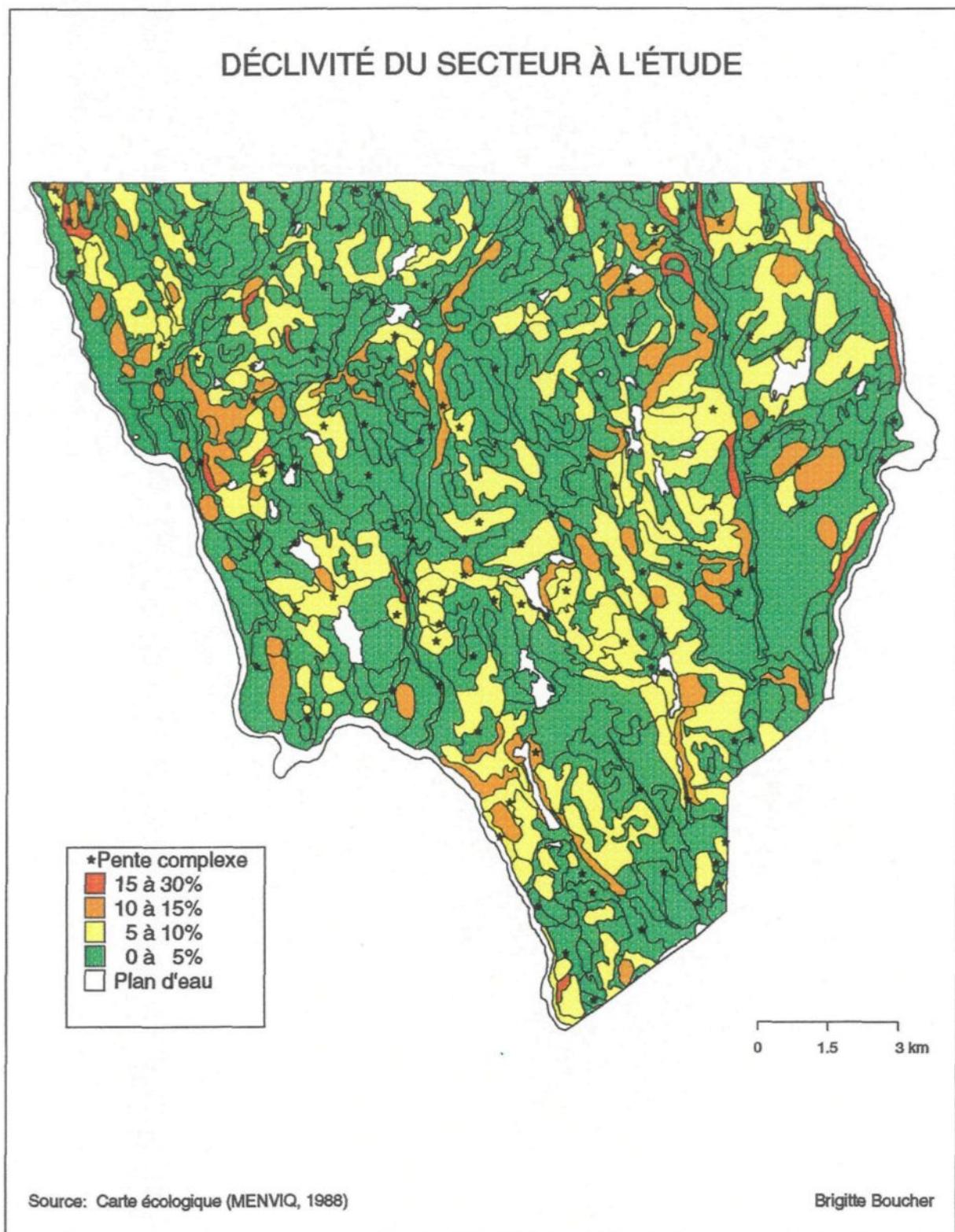
Drainage	Classe	Fréquence	Superficie (ha)	Pourcentage d'occupation
Excessif	1	11	121,45	0,6
Bon	2	340	11 125,25	53,6
Modérément bon	3	106	4 047,64	19,5
Imparfait	4	72	2 093,10	10,1
Mauvais	5	40	1 701,56	8,2
Très mauvais	6	42	635,85	3,1
Plan d'eau	-	39	1 017,96	4,9

La pente constitue le seul paramètre évalué globalement par unité cartographique. Ainsi, la représentation cartographique qui découle de cet élément donne une vision globale des classes de pente en présence et de leur distribution (carte 5). Le territoire de Girardville possède dans l'ensemble une topographie peu accidentée, où règne une dominance d'unités n'excédant pas 5 % de déclivité. Trois secteurs renferment une plus forte concentration d'unités à pente faible (5 à 10 %) et à pente modérée (10 à 15 %). Il s'agit du centre-est, de l'extrême sud-ouest et du nord-ouest du territoire. Le tableau 8 montre que seulement 16 unités sont qualifiées de pente forte sur le territoire, ce qui représente un peu plus de 1 % de la superficie totale. On en retrouve quelques-unes en bordure de la rivière Mistassini, les autres étant des cas isolés dispersés sur le territoire. Dans l'ensemble, 63,0 % du territoire a une déclivité inférieure à 5 %, près de 24 % se retrouve dans des secteurs de pentes faibles alors que 7,2 % offre des pentes modérées.

Tableau 8. Statistiques relatives aux classes de pente retrouvées sur le territoire de Girardville.

Déclivité	Classe	Fréquence	Superficie (ha)	Pourcentage d'occupation
0-5 %	A	244	8 134,46	39,2
0-5 %	a	135	4 944,06	23,8
5-10 %	B	47	1 215,52	5,9
5-10 %	b	107	3 682,49	17,8
10-15 %	C	58	1 345,13	6,5
10-15 %	c	4	149,66	0,7
15-30 %	D	16	253,53	1,2
15-30 %	d	-	-	-
Plan d'eau		39	1 017,96	4,9

A, B, C, D: pentes simples (surfaces régulières)
a, b, c, d: pentes multiples (surfaces irrégulières)



Ce portrait du territoire de Girardville met en évidence ses particularités écologiques. De façon générale, il peut être décrit comme un secteur peu accidenté, constitué principalement de dépôts d'origine glaciaire bien drainés, mais également ponctué d'unités d'origine organique dont le drainage est déficient et de quelques unités à pente forte. Puisque l'ensemble des caractéristiques de chaque unité est considérée lors de l'évaluation des interprétations, on doit s'attendre à ce que certains de ces traits se traduisent dans les valeurs de potentiel attribuées. Par ailleurs, quelques unités arborant certaines caractéristiques particulières demeureront probablement limitées à toute forme d'aménagement. Elles formeront par conséquent la catégorie de sites fragiles et seront restreintes à un statut de non-intervention.

CHAPITRE IV - INTERPRÉTATIONS THÉMATIQUES

Un rendement soutenu de la forêt et une utilisation polyvalente du milieu; telles sont les deux préoccupations qui ont guidé le choix des thématiques à réaliser. Puisque l'information écologique exprime les caractéristiques écologiques du milieu qui régissent le développement et la croissance du couvert végétal, on peut affirmer qu'elle devrait jouer un rôle déterminant dans l'évaluation d'un site pour un aménagement. Dans une telle éventualité, les données du cadre écologique de référence permettent d'évaluer les potentiels, aptitudes et sensibilités du milieu qui traduisent les propriétés intrinsèques à l'égard de certaines activités. De plus, la nature de l'information véhiculée n'est pas sujette à des modifications dans le temps. Le découpage du territoire associé à cette classification du milieu demeure donc unique et permanent. D'autres données comme l'utilisation du sol, peuvent par la suite venir ajouter une perspective d'évolution et de changement du milieu.

Les thématiques abordées dans ce chapitre sont développées à partir des données écologiques et de la méthodologie exposée au chapitre précédent. Les grilles d'interprétation créées à cette fin sont quant à elles regroupées à l'annexe 3. Les interprétations portent principalement sur la récolte de la matière ligneuse tandis que des exemples relatifs au potentiel agricole et au potentiel faunique viennent compléter l'étude.

4.1 La ressource en matière ligneuse

L'importance accordée à la ressource forêt dans un territoire en exploitation forestière se reflète par des préoccupations d'approvisionnement et de renouvellement de la

matière ligneuse. Gérardin (1989) analyse cinq grands facteurs écologiques qui modèlent la forêt et en contrôlent l'usage. Parmi ceux-ci, notons principalement le climat régional, le relief et le matériau géologique de surface. La relative compréhension de l'action de ces facteurs sur le milieu permet d'envisager l'aménagement d'un territoire forestier. Il s'avère donc nécessaire de développer une bonne connaissance écologique de l'écosystème forestier concernant la productivité des sols forestiers et leur sensibilité aux interventions humaines (Lafond *et al.* 1992).

Dans ce projet, l'évaluation de la ressource forêt s'appuie sur les données du cadre écologique de référence, indépendamment de l'utilisation actuelle du sol. Les interprétations à caractère physique sont:

- le risque d'érosion après déboisement;
- l'aptitude à la traficabilité.

Celles à caractère biologique sont:

- l'aptitude à la croissance forestière;
- les essences recommandées pour le reboisement;
- le potentiel de croissance du peuplier faux-tremble.

4.1.1 Aptitude à la croissance forestière

Le climat, le sol et le bagage génétique des espèces sont au nombre des facteurs qui ont une influence sur la croissance forestière (Zarnovican 1977, Cauboue 1988, Gérardin 1989). En transposant ces facteurs au cas de Girardville, on constate que le régime

bioclimatique est un élément homogène pour l'ensemble du territoire. Le bagage génétique quant à lui se révèle un paramètre impondérable, voire impossible à évaluer dans cette étude. Le sol demeure donc le seul facteur applicable au modèle d'aptitude à la croissance forestière et constitue par le fait même la base de l'analyse. Son rôle en est un de premier plan puisqu'il contrôle la production brute d'un écosystème forestier, notamment au niveau de l'apport en éléments nutritifs et de la capacité de rétention en eau.

Il faut d'abord souligner que la notion d'aptitude à la croissance forestière telle qu'employée ici, ne traduit pas la production en terme de volume de bois disponible. Elle réfère uniquement à la capacité du milieu à produire de la matière ligneuse. C'est ainsi que les facteurs les plus aptes à favoriser la croissance de la végétation sont regroupés en vue de déterminer un seuil optimal de croissance.

Veillette et Gérardin (1985) puis Jacob et al. (1990) ont élaboré des clés d'interprétation pour évaluer l'aptitude à la croissance forestière en fonction de la nature du dépôt de surface et le drainage du sol (tableau 9). Selon ces derniers, un dépôt à texture fine est souvent associé à un sol plus riche en minéraux, donc préférable pour la croissance forestière. L'épaisseur du dépôt est aussi un facteur important puisqu'elle permet une meilleure disponibilité en eau et en minéraux pour les plantes. De plus, la présence d'un drainage oblique améliore grandement la qualité d'un site en favorisant un apport supplémentaire de minéraux.

Tableau 9. Paramètres considérés lors de l'évaluation de l'aptitude à la croissance forestière.

Paramètres	Potentiel élevé	Potentiel faible
Drainage vertical	bon à modérément bon	excessif ou très mauvais
Drainage oblique	présent	absent
Texture du sol	fine	grossière
Épaisseur du dépôt	épais	mince
Pierrosité	faible	élevée

La grille d'interprétation conçue à partir de ces informations, suggère que la croissance forestière soit maximale sur les sols bien drainés (classe 2) et modérément bien drainés (classe 3), surtout en situation de drainage oblique. Les drainages excessifs (classe 1) ou très mauvais (classe 6) ne peuvent généralement pas assurer une bonne croissance de la forêt. Un potentiel très faible leur est alors attribué. Nous avons vu précédemment qu'un type de dépôt doit idéalement combiner les caractéristiques d'épaisseur, de texture fine et de faible pierrosité. Dans le contexte du territoire de Girardville, les dépôts de sable loameux (1a, 1aR) et ceux de sable à texture fine à très fine (2bf, 2bfR, 3bf, 9b) semblent les plus convenables. Les dépôts de sables fins associés à la moraine délavée (1f) et ceux de sables moyens provenant de la moraine de fonte (1h) possèdent une très bonne texture pour la croissance forestière. Par contre, la pierrosité élevée (de 50 à 80 %), principale caractéristique de ces dépôts, limite son potentiel à un niveau "modéré". Les milieux d'origine organique et ceux constitués d'affleurement rocheux offrent peu d'intérêt et obtiennent par conséquent un potentiel "très faible" pour la croissance forestière.

La représentation cartographique du potentiel de croissance forestière fait l'objet de

la carte 6. Dans l'ensemble, le territoire de Girardville offre un bon potentiel de croissance forestière. Les statistiques de la classification du territoire (tableau 10) expriment bien ce constat, en attribuant à plus de 66 % des unités cartographiques un bon potentiel (élevé et très élevé). La plupart des unités à potentiel faible (10,7 % de la superficie) et à potentiel très faible (4,2 % de la superficie) sont concentrées dans la portion nord-ouest du territoire; seulement quelques cas isolés apparaissent dans le sud et près de la rivière Mistassini.

Tableau 10. Statistiques relatives à la thématique du potentiel de croissance forestière.

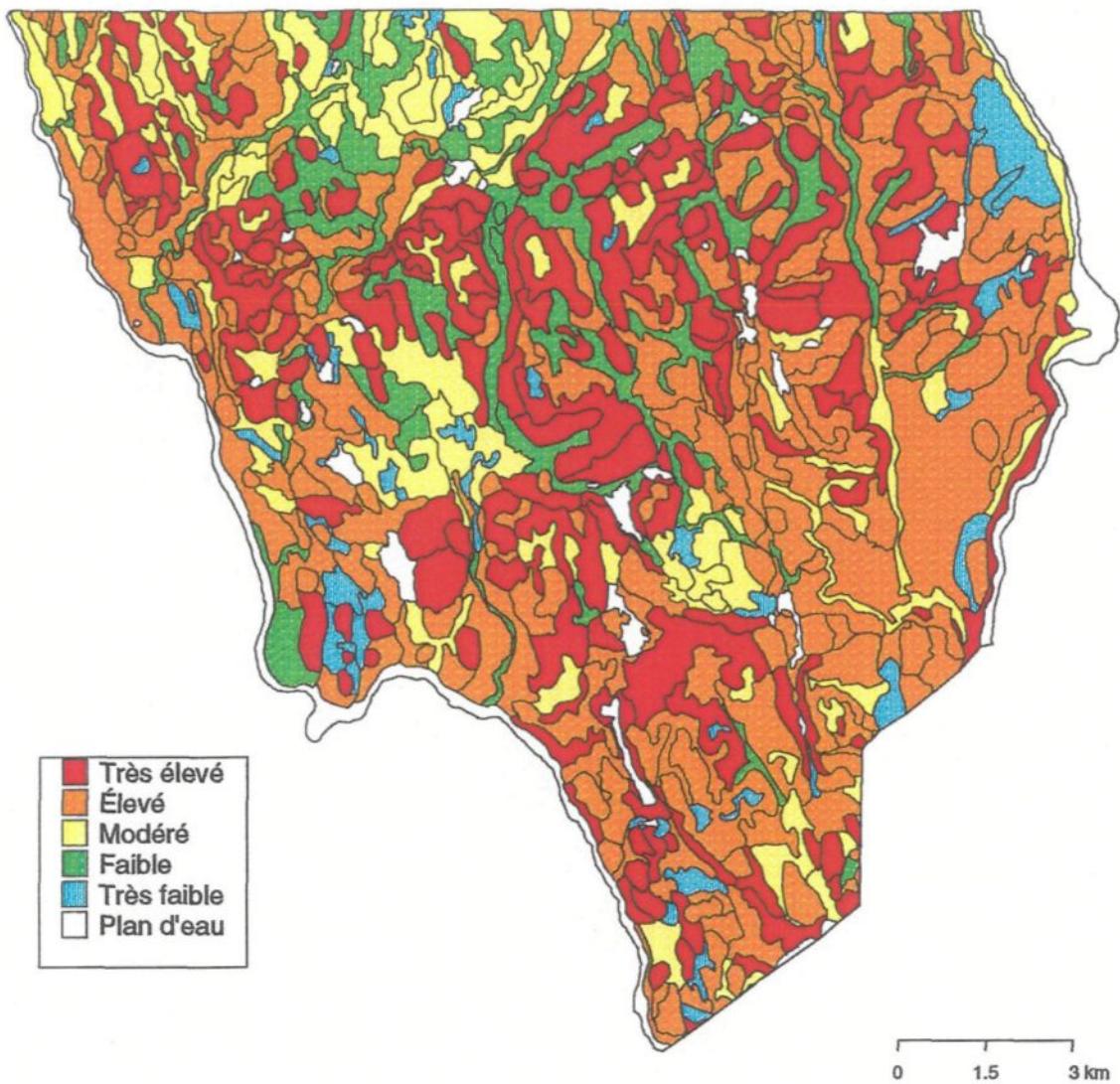
Potentiel	Fréquence	Superficie (ha)	Pourcentage d'occupation
Très élevé	190	5 850,37	28,2
Élevé	220	7 895,01	38,1
Modéré	98	2 885,40	13,9
Faible	55	2 217,51	10,7
Très faible	48	876,56	4,2
Plan d'eau	39	1 017,96	4,9

4.1.2 Aptitude du terrain à la traficabilité

L'exploitation forestière d'un territoire nécessite l'utilisation d'équipements lourds pour y effectuer divers travaux sylvicoles. Il s'avère donc important de cibler les habitats fragiles du milieu afin de réduire les risques inhérents à cette pratique. Dans un tel contexte, la notion de traficabilité se définit comme étant la capacité portante du milieu pour la circulation de la machinerie lourde hors du réseau routier existant.

L'évaluation de l'aptitude à la traficabilité s'appuie sur deux principes: la capacité

POTENTIEL DE CROISSANCE FORESTIÈRE



Source: Carte écologique (MENVIQ, 1988)

Brigitte Boucher

Carte 6

portante des types géomorphologiques et la topographie du terrain. Les paramètres du cadre écologique de référence qui régissent la capacité portante d'un territoire sont résumés au tableau 11. Un drainage excessif assure au sol une bonne capacité de soutien en réduisant les risques d'affaissement, alors qu'un matériel stable et rigide en minimise les risques de compaction. Aussi, une texture grossière sous forme de dépôt mince à forte pierrosité allie la meilleure combinaison de facteurs pour exprimer une bonne capacité portante. En ce qui concerne la topographie, Jurdant *et al.* (1972) soulignent que la circulation s'avère plus difficile sur les sols humides et dans les endroits à topographie accidentée avec de nombreux affleurements rocheux.

Tableau 11. Paramètres affectant la capacité portante du territoire.

Paramètres	Potentiel élevé	Potentiel faible
Nature du dépôt	minérale	organique
Épaisseur du dépôt	mince	épais
Pierrosité du sol	élevée	faible
Texture du sol	grossière	fine
Drainage	excessif	très mauvais

Source: Jacob *et al.* (1990)

La grille d'interprétation réalisée pour le territoire de Girardville confère aux classes de drainage excessif et bon, les meilleures valeurs. Pour les types de dépôts, ce sont les affleurements rocheux (R, R7), les sables et graviers d'origine fluvio-glaciaire (2bg, 2bm) et les sables à forte pierrosité (1f, 1h) qui obtiennent les meilleures valeurs. Les textures très fines (3al, 5l) ainsi que les dépôts d'origine organique sont à proscrire de toute circulation par la machinerie lourde.

La topographie constitue un facteur limitatif dans le déplacement de la machinerie lourde. Alors, chaque unité dont la pente est supérieure à 15 % est rétrogradée vers une classe de potentiel plus faible. Selon la carte 7, la majorité des unités offre un potentiel modéré pour la traficabilité. Il existe peu d'unités à potentiel très élevé (N=42), elles sont localisées à l'extrême nord-ouest du territoire et occupent 4,7 % de la superficie à l'étude (tableau 12). Une bande étroite longeant la rivière Mistassini et une autre bordant la section nord de la rivière Ouasiemsca soutiennent une quantité appréciable d'unités à potentiel élevé.

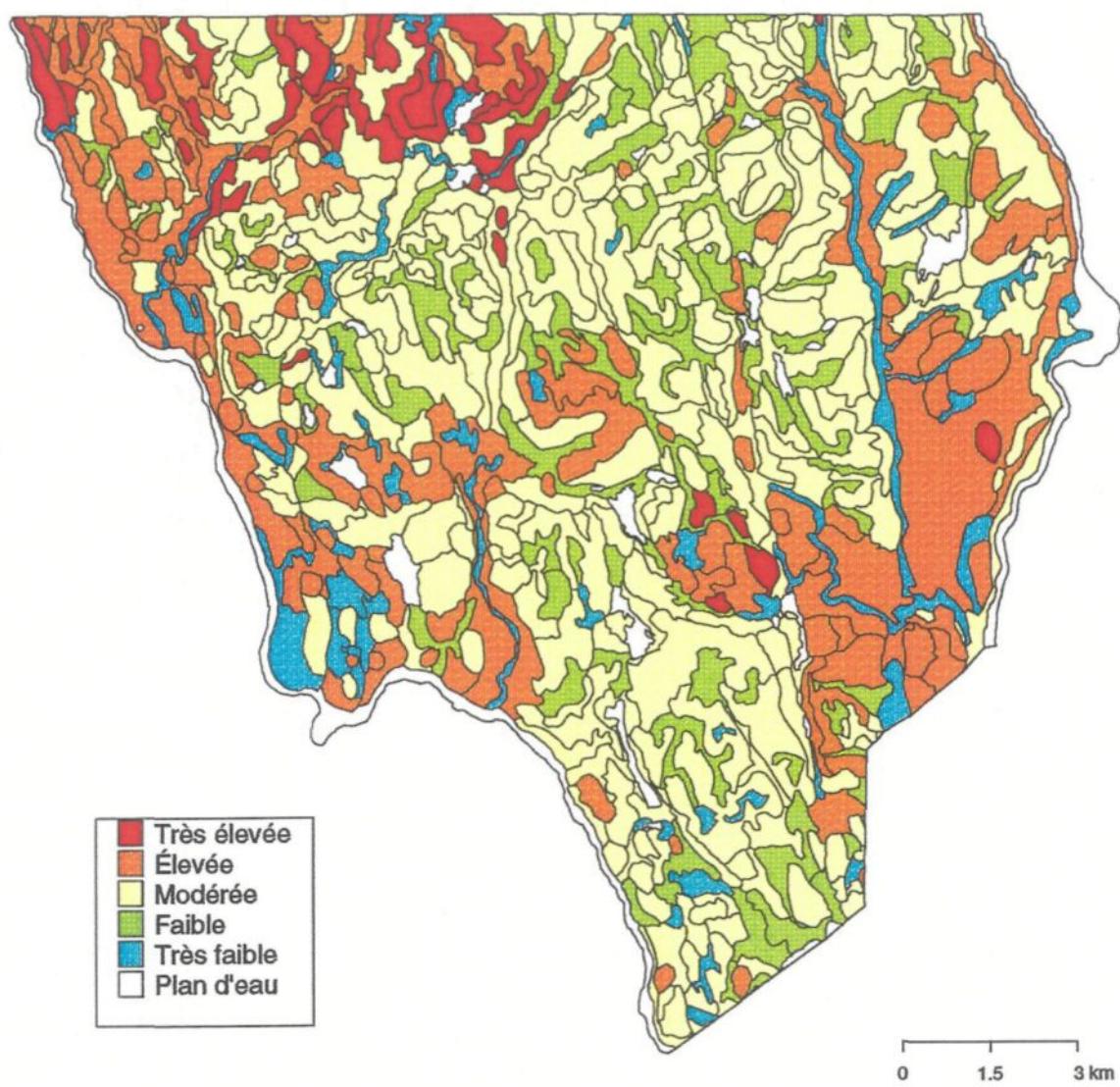
Tableau 12. Statistiques relatives à l'aptitude du territoire de Girardville pour la traficabilité.

Potentiel	Fréquence	Superficie (ha)	Pourcentage d'occupation
Très élevé	42	976,05	4,7
Élevé	134	5 102,40	24,6
Modéré	285	9 697,70	46,7
Faible	87	2 646,58	12,8
Très faible	63	1 302,12	6,3
Plan d'eau	39	1 017,96	4,9

4.1.3 Risques d'érosion après déboisement

Certains milieux dépourvus de végétation deviennent instables et vulnérables à l'érosion par les eaux de surface, suite à un manque de protection. Un territoire en exploitation forestière est particulièrement sensible à ce phénomène puisqu'il est soumis à de grandes perturbations de son régime hydrique. Il est donc essentiel de connaître les secteurs sensibles à l'érosion afin de les considérer en tant que contraintes, lors des prises de

APTITUDE DU TERRAIN À LA TRAFICABILITÉ



Source: Carte écologique (MENVIQ, 1988)

Brigitte Boucher

décisions relatives à certaines pratiques d'aménagement (Jurdant *et al.* 1972).

L'évaluation du risque d'érosion après déboisement repose sur les caractéristiques du sol, les conditions de drainage et la déclivité des unités cartographiques (tableau 13). Les drainages obliques et les dépôts minces à texture fine augmentent considérablement les risques d'érosion. La pente constitue un autre facteur déterminant; les unités cartographiques qui ont une pente supérieure à 15 % sont alors déplacées vers une classe supérieure de risque d'érosion.

Tableau 13. Paramètres considérés pour l'évaluation du risque d'érosion après déboisement.

Paramètres	Risque élevé	Risque faible
Pierrosité	faible	élevée
Texture du sol	fine	grossière
Épaisseur du dépôt	mince	épais
Nature du dépôt	minéral	organique
Drainage oblique	présent	absent
Déclivité	forte	faible

Adapté de: Jacob *et al.* (1990)

La grille d'évaluation du territoire attribue des risques d'érosion très élevés aux dépôts composés d'argile et de limon (3al, 5l) ainsi qu'aux dépôts minces (1ayR, 1aR, 2bfR). Les milieux organiques (7p, 7pB, 7t, 7tB) et les affleurements rocheux (R, R7) ne présentent aucun risque d'érosion. Les classes de drainage 2*, 23* et 3* sont au nombre de celles à fort risque d'érosion.

Le territoire de Girardville possède peu de risque d'érosion après déboisement, à

l'exception d'une section en bordure de la rivière Mistassini (carte 8). Selon le tableau 14, plus de 51,8 % du milieu présente un risque modéré d'érosion après déboisement, alors que 42,0 % du territoire ne comporte pratiquement pas de risque. Les quelques unités à risque correspondent à des secteurs de forte pente et couvrent seulement 1,3 % de la superficie totale.

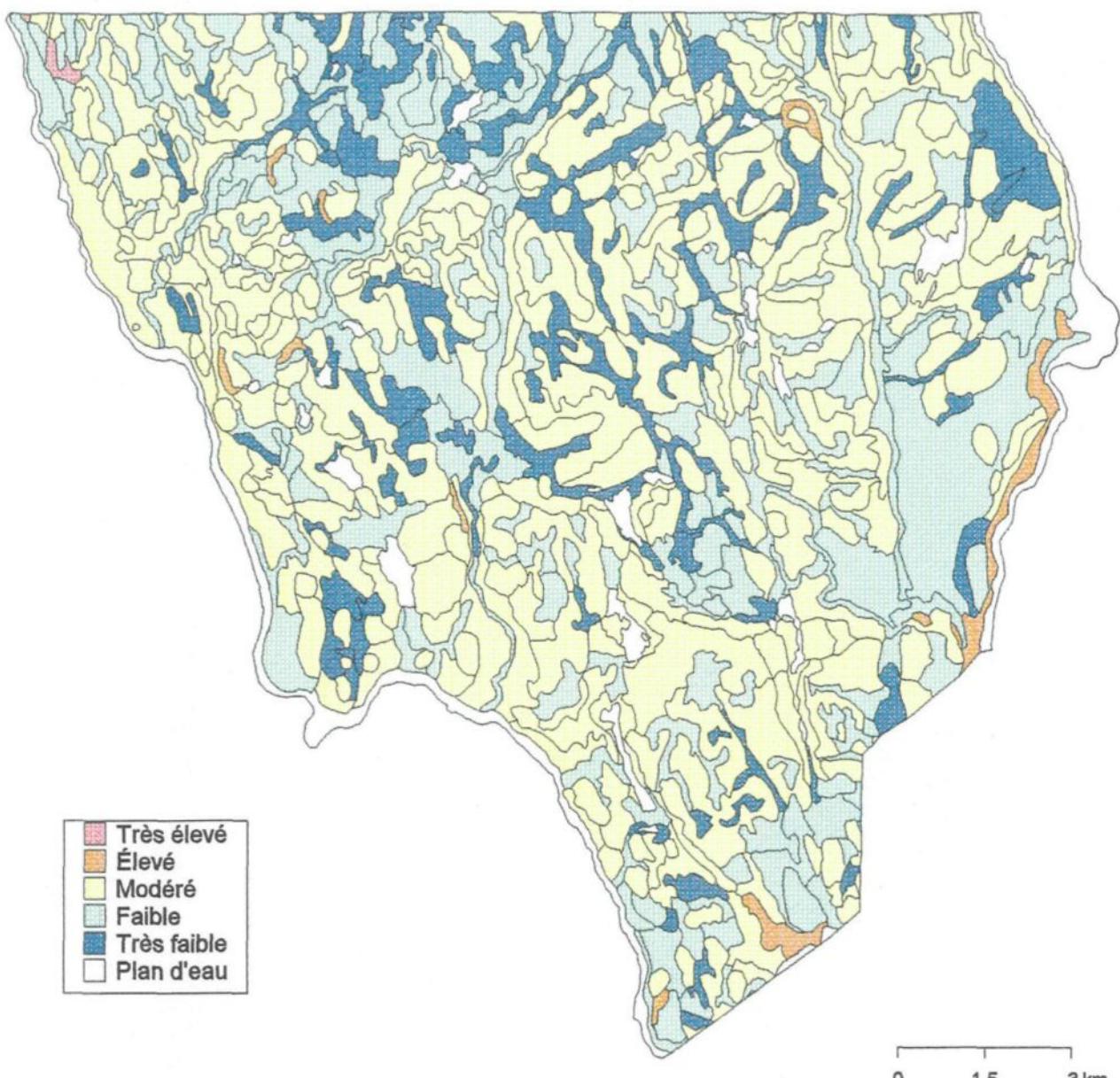
Tableau 14. Statistiques relatives au risque d'érosion après déboisement sur le territoire de Girardville.

Risque	Fréquence	Superficie (ha)	Pourcentage d'occupation
Très élevé	2	22,87	0,1
Élevé	12	244,22	1,2
Modéré	321	10 758,73	51,8
Faible	193	6 212,93	30,0
Très faible	83	2 486,10	12,0
Plan d'eau	39	1 017,96	4,9

4.1.4 Potentiel d'exploitation forestière

Créer une thématique en cernant les particularités du milieu à l'intérieur d'un modèle, sensibilise le gestionnaire du territoire à toute éventualité conséquente à l'exploitation forestière. Il peut alors dans certains secteurs, adapter les méthodes de prélèvement de la matière ligneuse. Avant d'affecter un territoire à l'exploitation forestière, il apparaît important de prendre connaissance des limites du terrain à l'égard d'une telle activité. Nous sommes d'ailleurs à même de constater que plusieurs de ces secteurs éprouvent des difficultés de régénération.

RISQUE D'ÉROSION APRÈS DÉBOISEMENT



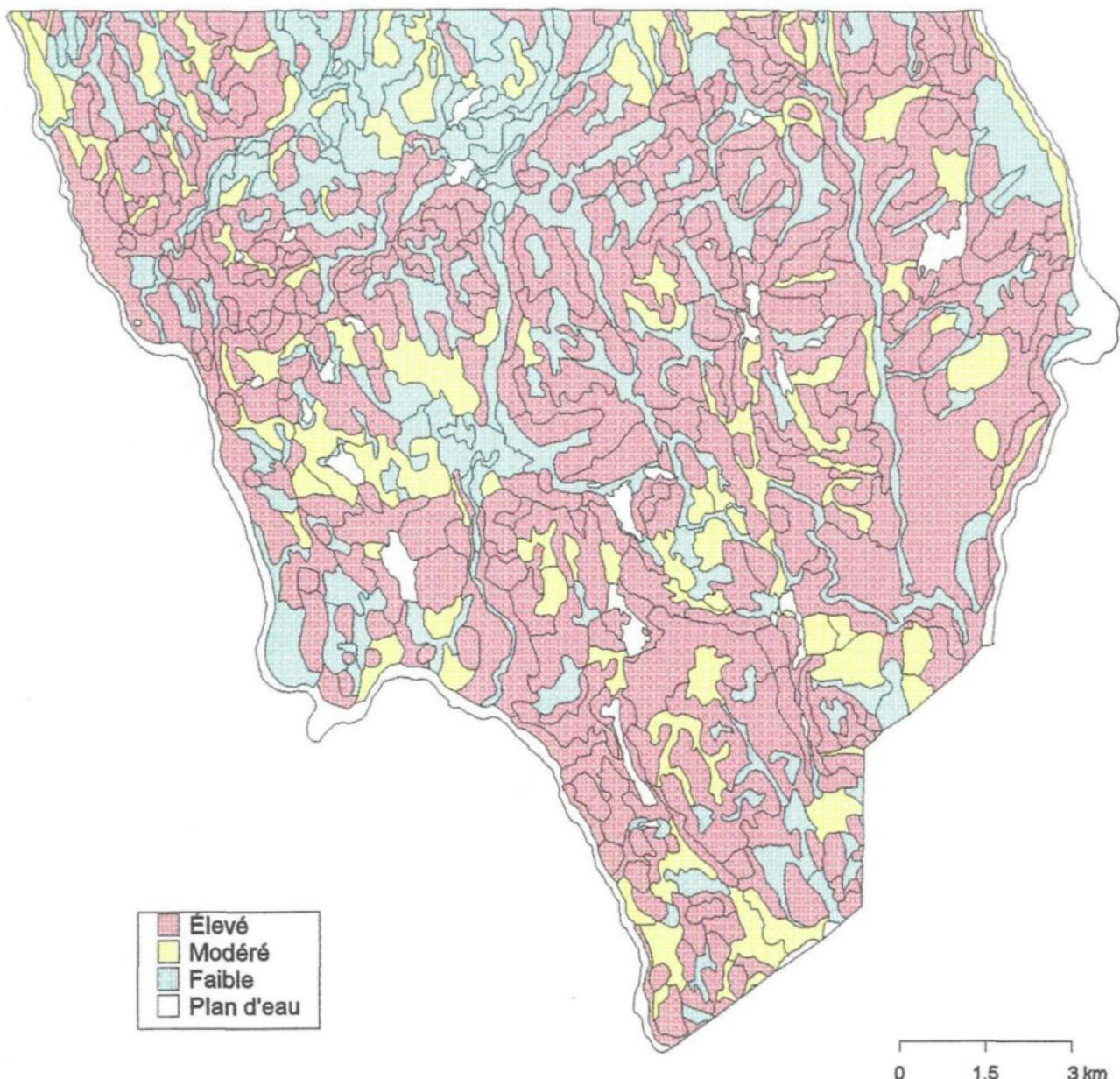
Source: Carte écologique (MENVIQ, 1988)

Brigitte Boucher

Le terme potentiel d'exploitation forestière exprime les possibilités du terrain pour cette pratique. L'analyse des composantes du milieu contribue à l'évaluation du potentiel d'exploitation forestière du territoire de Girardville, par l'intégration des cartes interprétatives: *potentiel de croissance forestière, aptitude pour la traficabilité et risque d'érosion après déboisement*. Il s'agit donc d'identifier les secteurs présentant à la fois le moins de contraintes physiques et un bon potentiel de croissance. Chaque unité est classifiée en fonction des valeurs obtenues lors des trois interprétations. Une grille de pondération avec toutes les possibilités de classification est présentée à l'annexe 4. Dans le cas présent, le potentiel de croissance forestière a préséance sur les deux autres critères, en vertu de l'importance du processus de régénération des secteurs de coupe forestière. De plus, des alternatives d'aménagement peuvent être considérées pour atténuer l'effet du risque d'érosion et adapter la mécanisation aux milieux plus fragiles. Il en demeure que les sites présentant un bon potentiel de croissance et des contraintes importantes à l'exploitation forestière, obtiennent une valeur diminuée. Les secteurs alliant peu de contraintes à l'aménagement et un faible potentiel de croissance forestière se retrouvent avec une valeur de potentiel faible.

La carte 9 illustre les résultats obtenus pour le territoire de Girardville. Elle rend état des contraintes soulignées par chaque thématique en limitant les possibilités d'aménagement dans certains secteurs. Le territoire de Girardville offre une assez bonne distribution de son potentiel pour la pratique de l'exploitation forestière. Ainsi, plus de 58,2 % de la superficie à l'étude présente un potentiel élevé (tableau 15). Les unités à potentiel modéré (14,0 % de la superficie) sont quant à elles dispersées sur le territoire, alors que certaines unités à potentiel faible (22,9 % de la superficie) sont souvent associées aux habitats riverains des ruisseaux et des petites rivières du territoire. On retrouve

POTENTIEL D'EXPLOITATION FORESTIÈRE



Source: Carte écologique (MENVIQ, 1988)

Brigitte Boucher

Carte 9

également une concentration d'unités à faible potentiel à l'extrême nord du territoire.

Tableau 15. Statistiques relatives à la possibilité d'exploitation forestière sur le territoire de Girardville.

Potentiel	Fréquence	Superficie (ha)	Pourcentage d'occupation
Élevé	349	12 074,94	58,2
Modéré	101	2 897,86	14,0
Faible	161	4 752,05	22,9
Plan d'eau	39	1 017,96	4,9

4.1.5 Choix des essences de reboisement

La planification du reboisement nécessite la sélection des essences à privilégier et des sites à restaurer. Le choix de la bonne essence de reboisement s'avère un déterminant pour le succès d'une plantation (Bourque 1989). Cette étape est toutefois souvent laissée pour compte en optant pour l'essence la plus prisée par l'industrie. On se retrouve alors avec des plantations à faible taux de croissance dans certains secteurs. L'analyse des caractéristiques écologiques du milieu permet d'espérer un meilleur rendement des plantations, par l'identification au préalable des essences adéquates sur un site.

Considérant la situation géographique du territoire à l'étude, Bourque (1989) propose trois essences de reboisement jugées pertinentes. Il crée une clé d'interprétation pour l'épinette noire, l'épinette blanche et le pin gris, en plus de proposer une synthèse du choix des essences de reboisement préférables à chaque type géomorphologique. Dans le cas présent, une recommandation est faite par unité cartographique. Les exigences

écologiques de croissance d'abord identifiées par Cauboue et Malenfant (1988) puis adaptées au territoire de Girardville par Bourque (1989) sont prises en considération pour créer la thématique. Ces informations servent de base de référence et viennent guider les valeurs de pondération.

L'épinette noire s'accommode d'une variété de dépôts mais elle atteint son développement optimal sur un sol minéral assez profond à texture plutôt fine. Les textures grossières sont plutôt à proscrire (Cauboue et Malenfant 1988). Pour le drainage, les classes de type excessif et très mauvais sont à éviter. L'épinette blanche s'accommode d'une grande variété de sols, mais les textures extrêmement fines et les textures très grossières lui conviennent moins bien (Cauboue et Malenfant 1988). Les sites bien drainés et modérément bien drainés sont recommandés pour cette essence, alors qu'un drainage imparfait peut être convenable. Les drainages excessifs, mauvais et très mauvais sont à éviter. Le pin gris pousse généralement dans les sols à texture plutôt sablonneuse et bien drainés. Il offre d'ailleurs un potentiel plus élevé de rendement dans les sables fins, des sables loameux et des loams sableux (Cauboue et Malenfant 1988). Les classes de drainage bon et modérément bon sont recommandées pour cette espèce. Un drainage excessif peut également être convenable alors qu'un drainage imparfait, mauvais ou très mauvais est à proscrire.

Cauboue (1988) propose une grille du choix des essences de reboisement spécifique à la zone de la forêt boréale. Élaborée à partir des paramètres de texture et de drainage, elle fait état des essences recommandées ou dites convenables pour chaque combinaison de facteurs. Une adaptation de cette synthèse considère les trois essences retenues pour l'interprétation (tableau 16). Les sites plus restrictifs au développement de la forêt

deviennent inadéquats pour le reboisement. En résumé, l'épinette noire exige donc un milieu à drainage modérément bon ou imparfait, alors que l'épinette blanche préfère un bon drainage. Le pin gris préfère quant à lui des sols beaucoup mieux drainés que les deux autres essences. Les textures fines et très fines de sol sont préférées pour l'épinette noire et l'épinette blanche, alors que pour le pin gris les textures grossières semblent plus adéquates.

Tableau 16. Grille de recommandations des essences de reboisement pour la zone de la forêt boréale.

		Classes de drainage				
Texture	Rapide (1)	Bon (2)	Modéré (3)	Imparfait (4)	Mauvais (5)	Très mauvais (6)
Très fine	-	EPN EPB	EPN EPB	EPN EPB	EPN	-
Fine	EPN	EPN EPB	EPN EPB	EPN (EPB)	EPN (EPB)	-
Moyenne	(PIG)	PIG EPN EPB	PIG EPN EPB	EPN (EPB)	EPN	-
Grossière	(PIG)	PIG EPN EPB	PIG EPN EPB	EPN (EPB)	EPN	-
Très grossière	(PIG)	PIG	PIG	(EPN)	(EPN)	-

Source: Cauboue (1988)

() essence convenable EPN épinette noire
 EPB épinette blanche
 PIG pin gris

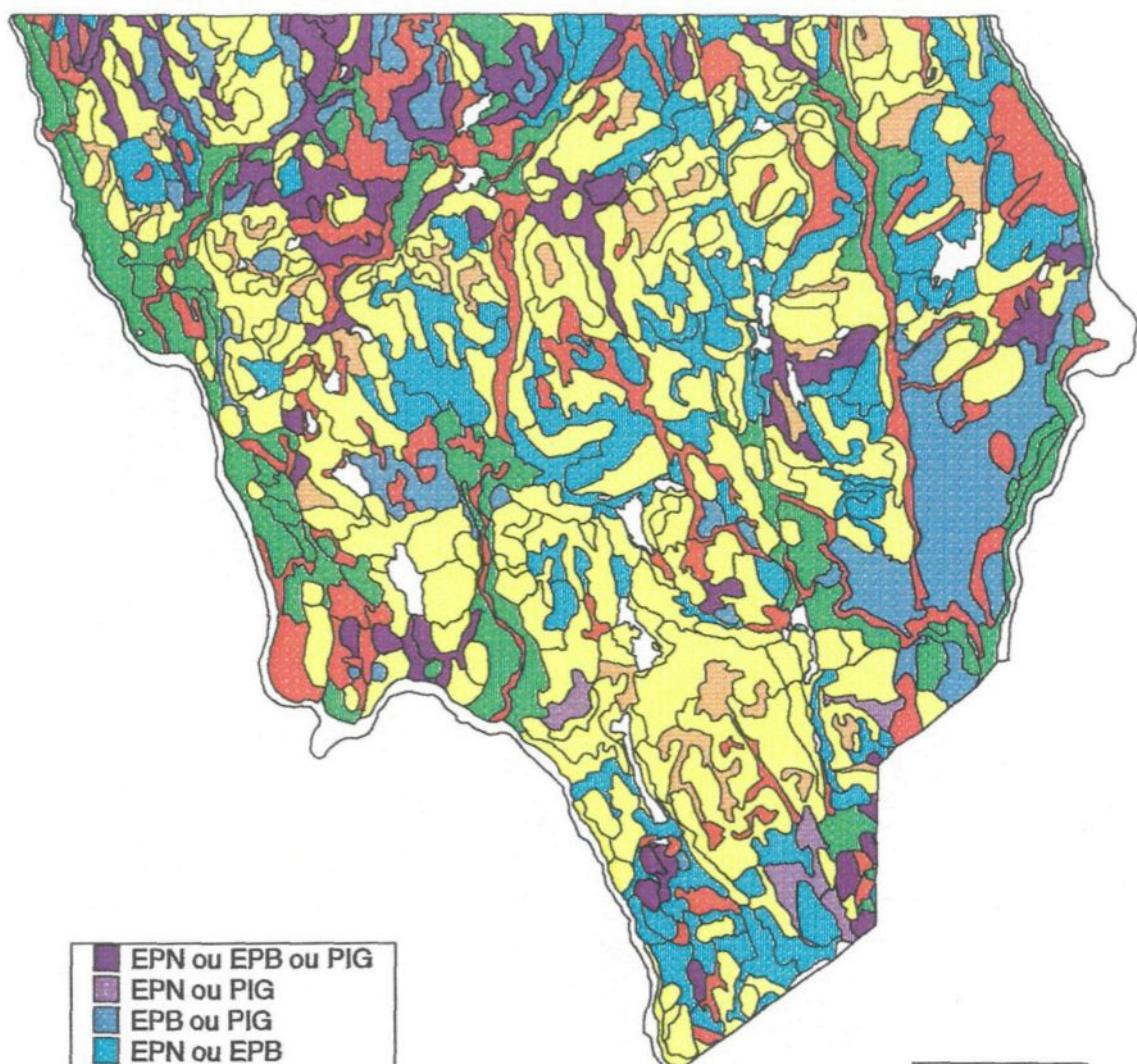
Une comparaison des potentiels respectifs de croissance obtenus par les trois essences étudiées sert à orienter le choix de l'essence de reboisement. Les résultats de la thématique (carte 10) sont exprimés selon huit possibilités de reboisement. Chaque unité cartographique se voit attribuer l'essence qui a obtenu une meilleure valeur de potentiel. Plus d'une essence peuvent également être recommandées pour un site, lorsque celui-ci offre des valeurs de potentiels de croissance semblables. Enfin, le vocable "non recommandable" est utilisé dans le cas où une unité n'offre pas suffisamment d'aptitudes pour le reboisement. Ce dernier regroupe la plupart des dépôts organiques, les affleurements rocheux de même que les sites à drainage déficient.

Le tableau 17 propose une compilation des résultats obtenus lors de la classification. On y dénombre 48 unités (7,5 % de la superficie totale) n'affichant aucune préférence quant aux trois essences de reboisement proposées, alors que plus de 50 % du territoire favorise une seule essence de reboisement. De façon générale, l'épinette blanche (EPB) convient à 243 unités cartographiques, soit 37,5 % de la superficie du territoire de Girardville. Le pin gris (PIG) est adéquat pour 57 unités (11,0 % de la superficie), alors que l'épinette noire (EPN) est préférable dans seulement 30 unités (3,2 % du territoire). Enfin, soulignons que 95 unités s'avèrent inadéquates pour le reboisement par les trois essences considérées (11,7 % du territoire).

4.1.6 Potentiel de croissance du peuplier faux-tremble

L'intérêt portée à cette thématique provient de la forte demande d'approvisionnement en peuplier faux-tremble qui existe dans la région environnante de Girardville. D'ailleurs, un des bénéficiaires du territoire, l'usine Panneaux Chambord,

CHOIX DES ESSENCES DE REBOISEMENT



Source: Carte écologique (MENVIQ, 1988)

Brigitte Boucher

Tableau 17. Statistiques relatives à la thématique du choix des essences de reboisement.

Essences	Fréquence	Superficie (ha)	Pourcentage d'occupation
EPN ou EPB ou PIG	48	1 550,15	7,5
EPN ou PIG	5	178,40	0,9
EPB ou PIG	42	1 595,86	7,7
EPN ou EPB	91	3 249,30	15,7
PIG	57	2 273,95	11,0
EPB	243	7 778,62	37,5
EPN	30	675,94	3,2
Non recommandé	95	2 422,63	11,7
Plan d'eau	39	1 017,96	4,9

utilise cette essence pour la fabrication de panneaux gaufrés (Bourque 1989). L'évaluation du potentiel de croissance du peuplier faux-tremble permet donc de connaître les possibilités du milieu en vue d'un approvisionnement en matière ligneuse. Les intervenants du milieu peuvent alors consulter les deux modèles pour en tirer les bénéfices dans leurs décisions d'aménagement.

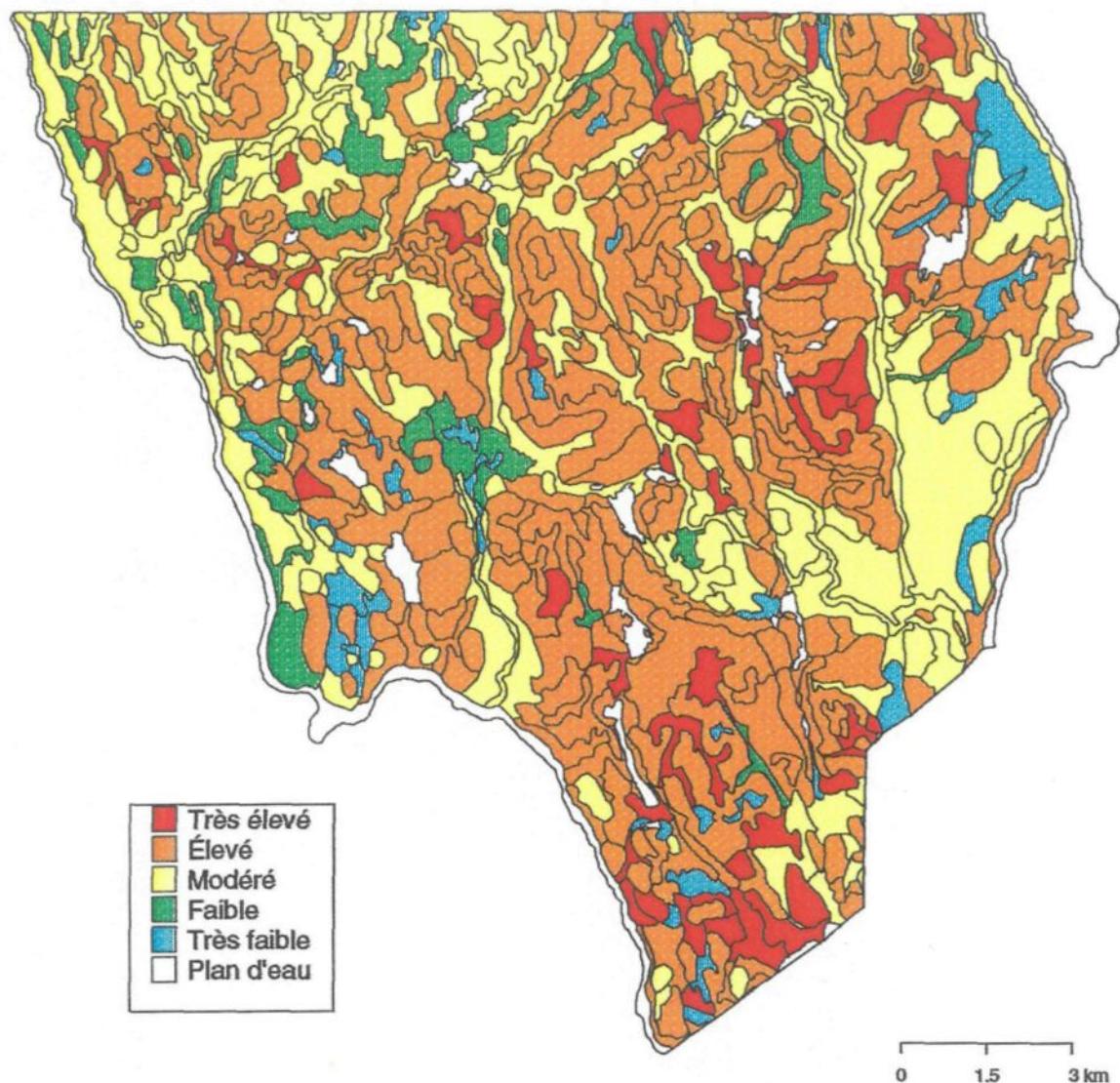
L'élaboration de la clé d'interprétation repose sur les paramètres identifiés par Bourque (1989) (tableau 18). Un dépôt épais, une texture fine et une faible pierrosité forment la meilleure combinaison de caractéristiques. Les drainages "modérément bon" sont favorables à l'essence, alors que les drainages plutôt mauvais sont à éviter.

Tableau 18. Paramètres considérés pour évaluer le potentiel de croissance du peuplier faux-tremble.

Paramètres	Potentiel élevé	Potentiel faible
Texture du sol	fine	grossière
Épaisseur du dépôt	épais	mince
Pierrosité	faible	élevée
Drainage	modérément bon	très mauvais
Drainage oblique	présent	absent

La grille d'interprétation pondère les éléments en privilégiant les dépôts 1a, 1ay, 1d, 2bf, 3al, 3as, 3bf et 5l. Les sites à drainage bon, modérément bon et imparfait sont meilleurs pour la croissance de l'essence, surtout en présence d'un drainage oblique. Les résultats cartographiques sont présentés à la carte 11, alors que les statistiques font l'objet du tableau 19. Bien que le territoire de Girardville montre dans l'ensemble une bonne aptitude pour la croissance du peuplier faux-tremble, il devient restrictif dans certains secteurs. Tel est le cas pour une partie de l'extrême nord, une bande étroite longeant la rivière Ouasiemsca et un secteur près de la rivière Mistassini, qui regroupent pour ainsi dire une grande proportion d'unités à potentiel modéré et faible. L'extrême sud du territoire semble particulièrement appropriée pour la croissance de l'essence.

POTENTIEL DE CROISSANCE DU PEUPLIER FAUX-TREMBLE



Source: Carte écologique (MENVIQ, 1988)

Brigitte Boucher

Tableau 19. Statistiques relatives à la thématique du potentiel de croissance du peuplier faux-tremble sur le territoire de Girardville.

Potentiel	Fréquence	Superficie (ha)	Pourcentage d'occupation
Très élevé	56	1 491,35	7,2
Élevé	291	10 044,09	48,4
Modéré	184	6 350,82	30,6
Faible	36	1 028,55	5,0
Très faible	44	810,04	3,9
Plan d'eau	39	1 017,96	4,9

4.2 Potentiel agricole: la culture du bleuet nain

L'idée d'intégrer la possibilité de culture du bleuet nain à l'intérieur d'un modèle d'utilisation polyvalente du milieu forestier ramène les notions d'aménagement intégré et d'utilisation rationnelle des ressources abordées précédemment. De prime abord, accorder de l'importance à un volet de potentiel agricole dans un territoire en exploitation forestière peut sembler une idée saugrenue. Mais, replacée dans son contexte de milieu polyvalent qui assure un rendement soutenu de la forêt au sein d'une collectivité participant à son développement local, elle reprend toute son importance. L'exploitation forestière nécessite une utilisation à long terme du territoire en raison de la durée du cycle de récolte. Or, une bleuetière en exploitation présente un cycle de récolte plus court, ce qui favorise un rendement supérieur à brève échéance et rentabilise l'utilisation du milieu. Par ailleurs, le territoire de Girardville possède de nombreux secteurs dépourvus de végétation, dont certains éprouvent des problèmes de régénération. Une utilisation de ces derniers à d'autres fins pourrait donc s'avérer une alternative intéressante.

L'industrie du bleuet constitue une activité économique fort importante à l'échelle régionale (Gauthier 1986). L'exploitation actuelle de plusieurs bleuetières en périphérie du lac Saint-Jean et même à proximité de la municipalité de Girardville et du territoire de la Coopérative laisse entrevoir une qualité de sol propice à la culture du bleuet nain. L'aménagement de bleuetières s'effectue souvent sur des terrains agricoles abandonnés ou sur le site d'anciennes forêts. Au Québec, elles ont notamment pris la place d'anciens peuplements de pins gris (Blatt et Hall 1989). Plusieurs autres milieux peuvent être acceptables pour ce type d'aménagement, sans pour autant être associés à des pinèdes grises. La carte écologique s'avère dans ce cas intéressante pour localiser ces stations susceptibles d'être réaménagées ou aménagées en bleuetières (Payette et Lavoie 1969). Elle permet de reconnaître les secteurs associant une texture de sol et un régime hydrique adéquat pour la croissance du bleuet nain. De plus, les indications quant à la pente et la topographie rencontrées informent sur les possibilités de mécanisation nécessaires à l'exploitation.

4.2.1 Paramètres de croissance

L'analyse des possibilités du territoire pour le bleuet nain exige dans un premier temps une évaluation de son potentiel de croissance et de culture. L'emplacement idéal pour obtenir une bonne production de bleuet nain doit répondre à un certain nombre de critères, lesquels selon la littérature (Payette et Lavoie 1969, Blatt et Hall 1989) peuvent être identifiés comme suit :

- faible topographie ou surface légèrement ondulée;
- sols légers, bien drainés;

- faible pierrosité;
- substrat sablonneux avec une fraction grossière dominante;
- absence de blocs;
- bonne densité de plants de bleuets nains à l'état sauvage.

La pierrosité constitue un facteur limitatif à l'emplacement d'une bleuetière en restreignant les possibilités de mécanisation du site. La densité des plants à l'état sauvage est généralement un bon indicateur du potentiel d'un site pour la culture du bleuet nain. Cette donnée n'est toutefois pas considérée lors de l'interprétation car elle n'est pas disponible dans le cadre écologique de référence.

Selon la grille d'interprétation, les dépôts d'origine fluvio-glaciaire (2bm, 2bf, 2bfR) et d'origine éolienne (9b), caractérisés par des sables moyens, fins et très fins à pierrosité inférieure à 5 %, constituent les meilleurs sites pour la culture du bleuet nain. Les classes de drainage bon, bon à modéré et modérément bon obtiennent une très bonne valeur de potentiel. Un drainage imparfait peut également convenir alors que les autres classes de drainage sont à éviter.

L'ordination des types géomorphologiques ne constitue toutefois que la base de l'évaluation, puisque la topographie intervient dans l'évaluation des possibilités de culture du bleuet nain. Les unités cartographiques composées d'une pente modérée ou d'une surface faiblement vallonnée (10 à 15 %), ainsi que celles à pente forte ou à surface fortement vallonnée (15 à 30 %) sont diminuées d'une classe de potentiel.

4.2.2 Représentation cartographique des résultats

La cartographie du potentiel de culture du bleuet nain montre les aptitudes du territoire et les secteurs fragiles à ce type d'aménagement (carte 12). La majeure partie du territoire de Girardville offre un faible potentiel pour l'aménagement de bleuetières. Il n'existe aucune unité à potentiel très élevé et seulement 14,0 % du territoire affiche un potentiel élevé (tableau 20). Toutefois, ces unités se regroupent pour former deux secteurs intéressants: une bande étroite le long de la rivière Ouasiemsca puis un secteur, celui-là plus important en terme de superficie, le long de la rivière Mistassini. Un examen sommaire de la carte et de l'image satellitaire classifiée permet d'associer dans plusieurs cas, les pinèdes grises aux meilleures unités cartographiques pour la culture du bleuet. Ce constat concorde avec la littérature citée précédemment, faisant foi de la présence de plusieurs bleuetières sur d'anciens peuplements de pins gris.

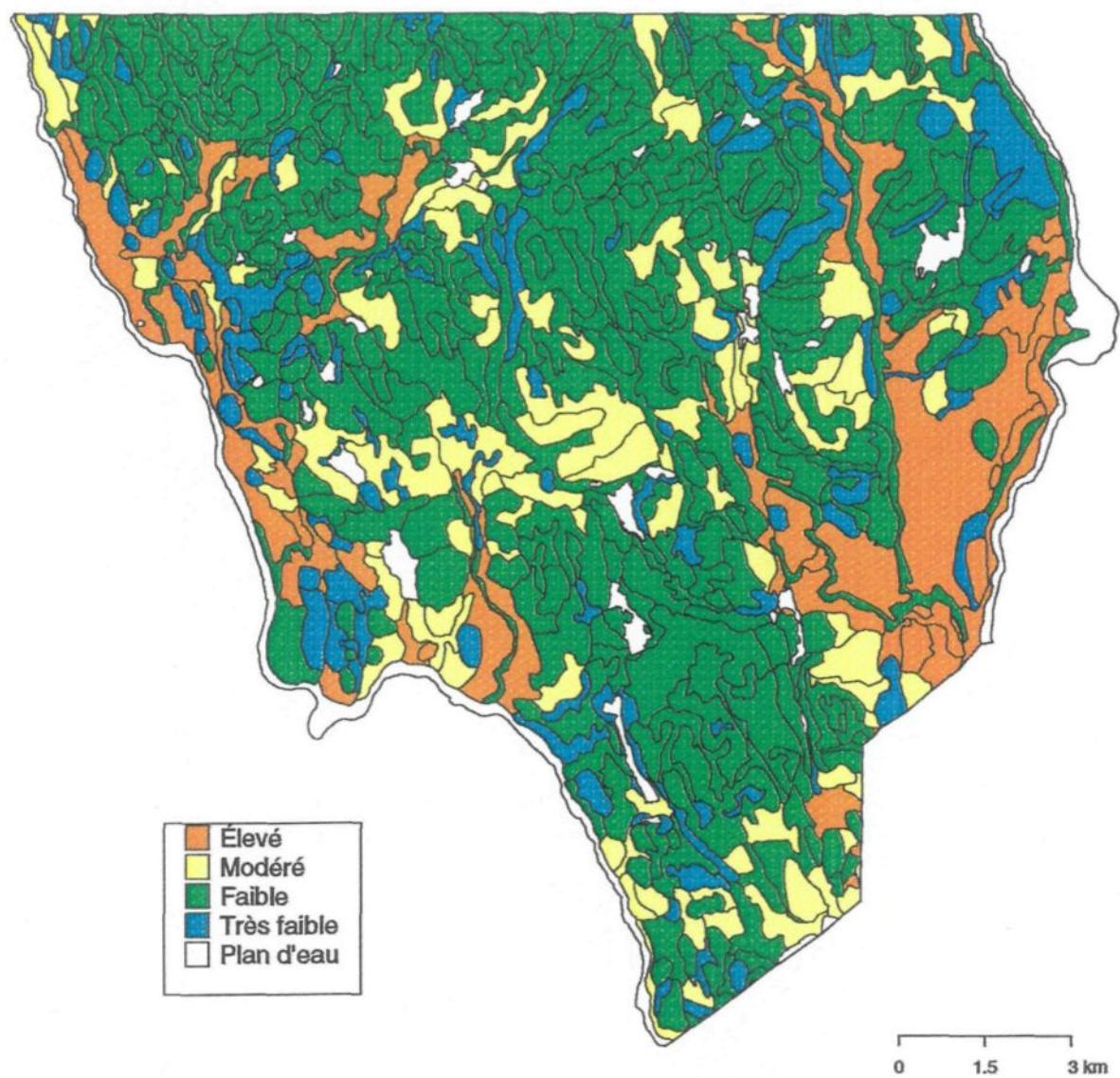
Tableau 20. Statistiques relatives au potentiel de culture du bleuet nain.

Potentiel	Fréquence	Superficie (ha)	Pourcentage d'occupation
Très élevé	-	-	-
Élevé	57	2 905,32	14,0
Modéré	100	3 083,45	14,9
Faible	335	11 453,78	55,2
Très faible	119	2 282,30	11,0
Plan d'eau	39	1 017,96	4,9

4.3 La ressource faunique

L'évaluation du potentiel faunique d'un territoire fait ressortir toute la complexité du

POTENTIEL DE CULTURE DU BLEUET NAIN



Source: Carte écologique (MENVIQ 1988)

Brigitte Boucher

domaine forestier et des nombreux écosystèmes en présence. Définir un potentiel faunique amène à identifier les exigences des espèces concernées en termes d'abri et de nourriture, d'en déterminer les disponibilités, puis de quantifier la capacité de support du milieu. Conséquemment, un aménagement forestier qui favorise le maintien de ces éléments fournira un habitat approprié pour l'espèce.

La capacité de support d'un milieu est évaluée à partir de l'état actuel du couvert forestier et ne traduit que rarement la valeur intrinsèque du milieu (Fréchette 1992). Plusieurs outils peuvent être mis à contribution pour déterminer les besoins des espèces fauniques et calculer la capacité de support d'un milieu. À juste titre, la méthode d'évaluation basée sur un indice de qualité d'habitat (IQH) permet d'exprimer la qualité des habitats disponibles à partir de variables propres aux besoins des espèces cibles. Or, la création de ce modèle exige une connaissance détaillée du couvert végétal en présence et nécessite par le fait même une réévaluation continue de l'habitat selon les modifications apportées au territoire. D'après Fréchette (1992), baser les évaluations fauniques sur les paramètres de la végétation limite les applications subséquentes à long terme. Pour connaître les possibilités du territoire, il nous faut plutôt avoir recours à une évaluation de ses capacités intrinsèques. L'information écologique fournit un élément de réponse aux besoins de connaissance du milieu qui soutient le couvert forestier.

Dans le cadre de ce projet, plusieurs facteurs sont mis en relation pour obtenir un portrait global de la situation pour une espèce. Tout comme pour les autres thématiques évaluées précédemment, le découpage imposé par la cartographie écologique sert de base à l'évaluation du potentiel actuel et intrinsèque du secteur à l'étude. La cartographie écologique permet de maintenir un seul et même découpage du territoire et ainsi faciliter

l'élément de comparaison entre les différentes cartes thématiques.

4.3.1 Choix de l'espèce

Dans le cadre de cette étude, la martre d'Amérique est l'espèce retenue pour fins d'analyse. Le type d'habitat qu'elle privilégie l'associe souvent à la forêt boréale, de sorte que la situation géographique du territoire de Girardville laisse présager de bonnes possibilités d'habitats pour l'espèce. De plus, la martre d'Amérique constitue une des espèces ciblée par le projet expérimental de gestion intégrée en milieu forestier dans les réserves fauniques de Mastigouche et des Laurentides (Lachance *et al.* 1993). L'élaboration d'un IQH pour la martre d'Amérique constitue une des réalisations de ce projet (LaRue 1993). Il repose sur l'analyse des cartes forestières et de données relatives à la proportion de débris ligneux. Cette méthode ne pourra être utilisée dans ce projet, puisque la cartographie de la végétation réalisée ne peut fournir suffisamment d'information relative à la proportion de débris ligneux et à la densité des tiges. Toutefois, les principales exigences de l'espèce et les critères d'évaluation de l'habitat proposés par LaRue, servent de base de référence pour l'élaboration de la thématique.

4.3.2 Exigences écologiques de la martre d'Amérique

La martre d'Amérique fréquente les forêts conifériennes matures ainsi que les forêts mixtes à dominance résineuse (Fréchette *et al.* 1988). Elle affectionne particulièrement ces milieux puisqu'ils lui procurent une protection contre les prédateurs et minimisent l'accumulation de neige au sol. Les peuplements feuillus et les milieux ouverts sont pour

l'accumulation de neige au sol. Les peuplements feuillus et les milieux ouverts sont pour leur part très peu prisés.

Le stade de développement de la végétation est un critère important à considérer dans la définition de l'habitat de la martre. Les classes de hauteur 1, 2 et 3 (plus de 12 mètres) et les classes de densité A et B (plus de 60 %) caractérisent l'habitat. La classe de densité C (40 à 60 %) est également prise en considération car elle est représentative des densités de couvert forestier retrouvées dans ce secteur de la forêt boréale. Enfin, les arbres tombés, les souches et les chicots favorisent les déplacements sous le couvert de neige et permettent à l'animal de traquer ses proies plus facilement (Chevalier 1993).

4.3.3 Capacité intrinsèque de support du territoire

Cette étape propose d'évaluer, à partir des données du cadre écologique de référence, la capacité du milieu à soutenir un habitat favorable à la martre d'Amérique. Le potentiel faunique réfère alors à la capacité d'un type géomorphologique à supporter l'habitat d'une espèce (Fréchette et al. 1988). Les caractéristiques du couvert végétal connues par l'intermédiaire des types phisyonomiques décrits sur les fiches de terrain, constituent la base de l'élaboration de la clé d'interprétation. La compilation des fréquences d'association entre les types géomorphologiques et les types phisyonomiques informe des possibilités d'habitat pour la martre d'Amérique. Le nombre de relevés de terrain (N=141) ne permet pas d'obtenir un éventail de toutes les combinaisons de dépôts/drainage retrouvées sur la cartographie du territoire. Une fusion de certains types géomorphologiques s'impose donc, par un regroupement des types de dépôts exprimant des

similitudes de texture (tableau 21). Les drainages sont également regroupés en quatre classes:

- sol très sec (1)
- sol frais (2-3)
- sol humide (4-5)
- sol très humide (6)

tandis que tous les drainages obliques sont traités ensemble.

Tableau 21. Regroupement des types de dépôts du territoire de Girardville.

Classes	Types de dépôts
Till	1a; 1aR; 1d; 1ay; 1ayR
Sables et graviers	2bg; 2bm; 1f; 1fp; 1h
Sables fins	2bf; 2bfR; 3as; 3bf; 9b; (4dF); (3bfR)
Argile et limon	3al; 5l; (5a); (1e)
Tourbe	7cR; 7p; 7pB; 7t; 7tB
Roc	R; R7

Note: les dépôts entre parenthèses () n'apparaissent que sur les relevés de terrain.

Un extrait du fichier descriptif des données de terrain est présenté à l'annexe 2. Il consiste en une description du couvert végétal effectuée lors de l'échantillonnage des 141 points de contrôle. La compilation de ces données est présentée au tableau 22. La fréquence ainsi que la distribution des divers types phisyonomiques permettent d'allouer à chaque classe de types géomorphologiques, une classe de potentiel. De façon générale, les

Tableau 22. Fréquence d'apparition des essences résineuses et pondération des types géomorphologiques selon leur probabilité à soutenir un habitat potentiel pour la martre d'Amérique.

dépôt/drainage	N	F	densité/hauteur								Σ structure	Potentiel martre					
			EN	PG	SB	Σ R	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3		
Till (1)	5	1	2	2	0	4				1						1	modéré
Till (2-3)	47	22	17	5	3	25				1	1	4	8			14	fort
Till (2-3)*	11	7	1	1	2	4				1			1			2	fort
Till (4-5)	2	0	2	0	0	2				1			1			2	fort
Till (4-5)*	1	1	0	0	0	0							0			0	fort
Sables et graviers (1)	5	0	0	5	0	5										0	modéré
Sables et graviers (2-3)	12	0	5	7	0	12					2	3	5			5	fort
Sables et graviers (2-3)*	1	0	0	0	1	1					1		1			1	fort
Sables et graviers (4-5)	1	0	1	0	0	1						1			1		fort
Sables et graviers (4-5)*	1	0	1	0	0	1						1			1		fort
Sables fins (1)	6	0	0	6	0	6				1			1			2	modéré
Sables fins (2-3)	14	2	3	7	2	12				3		2	3			8	fort
Sables fins (2-3)*	1	1	0	0	0	0										0	fort
Sables fins (4-5)	1	0	1	0	0	1										0	modéré
Argile et limon (1)	5	1	0	4	0	4				1			3			4	fort
Argile et limon (2-3)	11	5	2	2	2	6				1	1	1	1			3	fort
Argile et limon (4-5)	1	0	0	0	1	1										0	fort
Roc (1)	3	0	0	3	0	3										0	faible
Tourbe (6)	8	1	7	0	0	7							5			5	fort
(6*)	3	1	1	0	1	2				1						1	fort

N : récurrence des types de couvert

F : essences feuillus (bouleau blanc et peuplier faux-tremble)

EN : épinette noire

PG : pin gris

SB : sapin baumier

Σ R : somme des essences résineuses

dépôts à drainage excessif obtiennent un potentiel modéré, alors que les autres classes de drainage offrent un potentiel fort. La plupart des types de dépôts obtiennent une valeur de potentiel élevé. Même les dépôts organiques retrouvés sur le territoire favorisent la formation de milieux boisés à dominance résineuse et à densité acceptable pour l'espèce, alors que seuls les dépôts constitués d'affleurements rocheux obtiennent une mention de potentiel faible. En vue de procéder à une appréciation globale de chaque unité, les trois degrés de potentiel attribués précédemment lors de l'analyse des données sont remplacés respectivement par les valeurs 5, 3 et 0. Ces valeurs permettent de faire intervenir le pourcentage d'occupation de chaque type géomorphologique formant l'unité cartographique.

4.3.3.1 Risques de chablis

La possibilité de chablis, définie comme étant la susceptibilité des arbres à être renversés par le vent, constitue un atout particulier pour l'habitat de la martre d'Amérique. Les types géomorphologiques répondant à ce critère obtiennent une meilleure valeur de classement. Selon Fréchette *et al.* (1988), quatre paramètres peuvent être déterminants dans la définition d'un risque de chablis: l'épaisseur du dépôt, la pierrosité, le drainage et le drainage oblique (tableau 23). Il faut cependant noter que la minceur du dépôt importe davantage que les autres facteurs. Pour cette raison, la pondération des types géomorphologiques pour le risque de chablis est la suivante:

- risque élevé: 1 fp/45; 7cR/23*; R/1; R7/16
- risque modéré: 1ayR/1; 1ayR/2; 2bfR/2
- faible risque: tous les autres types géomorphologiques.

La présence d'une pente excédant 30 % augmente grandement les risques de chablis, alors

les unités cartographiques répondant à ce critère sont mises dans une classe de risque supérieur.

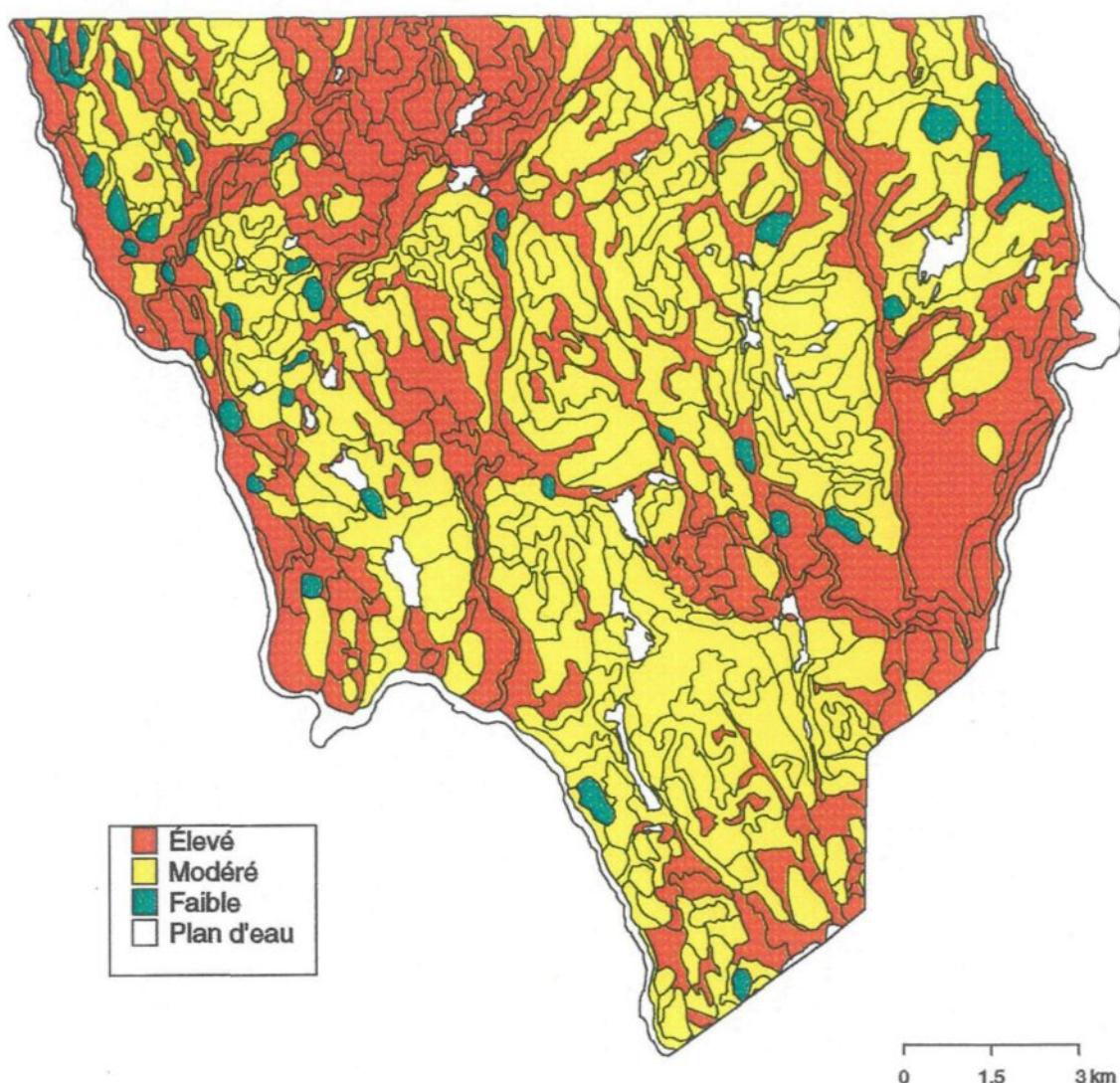
Tableau 23. Facteurs régissant les risques de chablis.

Facteurs	Risque élevé	Risque faible
Épaisseur du dépôt	mince	épais
Pierrosité du sol	forte	faible
Drainage	mauvais	excessif
Drainage oblique	présence	absence

4.3.3.2 Résultats

La combinaison des résultats obtenus lors des analyses de la capacité de support et des risques de chablis du territoire donne la capacité intrinsèque d'habitat pour la martre d'Amérique. La distribution spatiale des résultats est illustrée à la carte 13 alors que les statistiques de cette thématique apparaissent au tableau 24. Le territoire recèle de nombreux secteurs favorables à soutenir un habitat pour l'espèce. En effet, 38,9 % de la superficie totale se trouve qualifiée de potentiel fort, comparativement à 3,1 % de potentiel faible.

CAPACITÉ DU MILIEU À PRODUIRE UN HABITAT FAVORABLE À LA MARTRE D'AMÉRIQUE



Source: Carte écologique (MENVIQ, 1988)

Brigitte Boucher

Tableau 24. Statistiques relatives à l'habitat potentiel de la martre d'Amérique.

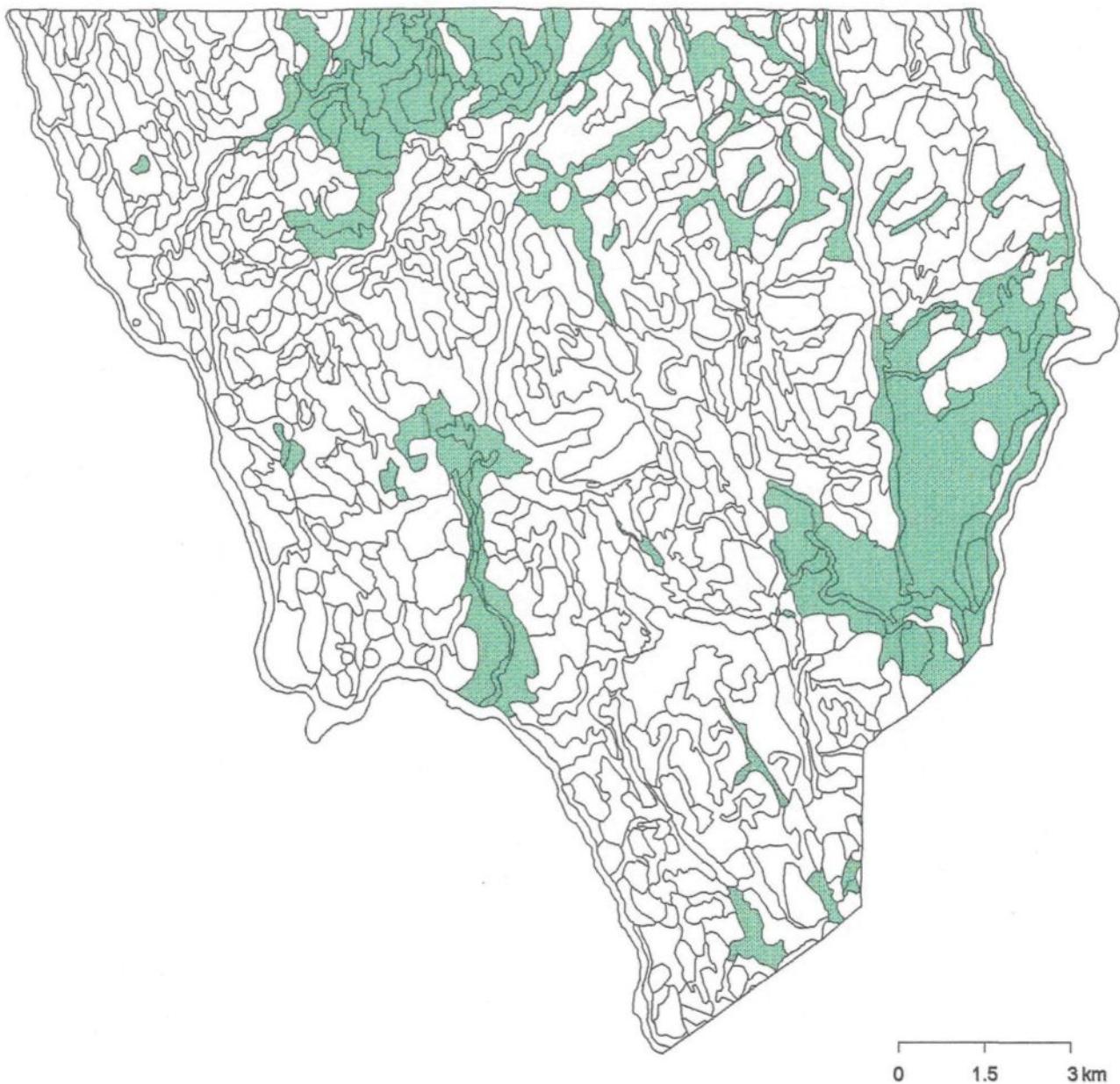
Potentiel	Fréquence	Superficie (ha)	Pourcentage d'occupation
Fort	218	8 060,51	38,9
Modéré	354	11 029,32	53,2
Faible	39	635,02	3,1
Plan d'eau	39	1 017,96	4,9

4.3.4 Évaluation de l'habitat

Le potentiel actuel d'habitat repose sur les strates forestières, c'est-à-dire la capacité immédiate du couvert forestier à fournir nourriture, gîte et protection pour l'animal à court terme (Fréchette 1992). Nous avons vu précédemment que l'évaluation de l'état actuel du couvert provient de l'interprétation de l'image Landsat-TM. Pour en venir à déterminer les possibilités d'habitat à court terme, il faut cibler les unités cartographiques constituées par au moins 50 % de peuplements matures à dominance résineuse. C'est ainsi que 229 polygones conviennent à ce critère soit une superficie de 7 889,65 hectares (38,0 %).

La connaissance de l'utilisation du sol qui prévaut actuellement à l'intérieur des unités écologiques en comparaison avec le potentiel intrinsèque en présence, permet de poser un diagnostic éclairé sur les aménagements souhaitables pour un milieu donné (Fréchette *et al.* 1988). La combinaison de ces deux éléments donne la distribution des secteurs présentant à la fois un potentiel à court et à plus long terme (carte 14). Au total, 100 unités représentant 19,6 % de la superficie totale (4 074 hectares) répondent à ces deux critères. Ces unités se regroupent en trois secteurs: la limite nord-ouest du territoire, une section bordant la portion sud de la rivière Mistassini puis une plus petite partie dans la

MILIEUX FAVORABLES À LA MARTRE D'AMÉRIQUE



Sources: Image Landsat-TM (1990)
Carte écologique (MENVIQ 1988)

Brigitte Boucher

section sud-ouest.

Au terme des différentes thématiques réalisées dans ce chapitre, il apparaît évident que plusieurs unités peuvent se prêter aux aménagements proposés. Une certaine régionalisation du territoire pointe déjà à l'horizon mais, avant toute chose une évaluation comparative des résultats obtenus lors des interprétations doit s'effectuer de manière à en déterminer précisément les vocations plausibles.

CHAPITRE V - MODÈLE INTÉGRÉ D'AMÉNAGEMENT POTENTIEL DU TERRITOIRE

L'augmentation sans cesse constante de la fréquentation du milieu forestier et de l'exploitation de ses ressources nécessite une approche intégrée d'aménagement du territoire et ce, afin de bien répondre aux attentes des différents utilisateurs. À juste titre, la forêt constitue à la fois une source de matière ligneuse, un habitat pour la faune et un lieu de pratique d'une multitude d'activités éducatives et récréatives, incluant la chasse et la pêche (Gouvernement du Québec 1991b). La mise en valeur de l'ensemble de ces ressources doit donc satisfaire les besoins accrus de production forestière, une protection des secteurs fragiles ainsi qu'une disponibilité du milieu pour toute autre utilisation.

La création d'un modèle intégré d'aménagement potentiel s'inscrit dans une démarche de production à long terme de la forêt. L'interdépendance des ressources nécessite une certaine concertation des intervenants du milieu à l'égard de leur exploitation. Il devient alors souhaitable que l'utilisation d'une ressource ne se fasse pas au détriment d'une ou de plusieurs autres, sauf lorsque son potentiel est tellement supérieur à celui des autres que son utilisation exclusive devient indiscutable (Jurdant *et al.* 1972). En tout premier lieu, il a été jugé bon d'accorder une prépondérance à la production de matière ligneuse en raison de l'importance économique de cette activité dans le passé et encore aujourd'hui. Cela peut poser un problème de conciliation entre des intérêts souvent divergents. Le respect de la polyvalence de la forêt peut être perçu par certains, comme l'imposition de contraintes à l'exploitation de la matière ligneuse afin de minimiser les impacts négatifs sur les autres ressources (Bouthillier 1992). Il doit plutôt être vu comme une stratégie de mise en valeur du milieu pour stabiliser et diversifier les économies locales

et régionales. On ne peut nier que l'existence d'habitats fauniques de qualité, d'un encadrement visuel attrayant et d'équipements récro-touristiques adéquats améliorent la performance de la structure économique greffée à la forêt (Bouthillier 1992). Il s'agit donc de satisfaire un grand nombre de besoins par un usage équilibré de ses multiples fonctions.

Il est vrai qu'une même portion de territoire peut être favorable à des utilisations compatibles et même parfois complémentaires, dans la mesure où elles ne se retrouvent pas diamétralement opposées dans leurs exigences d'aménagement. Dans le cas échéant, l'utilisation est qualifiée de restrictive à toute autre utilisation. On a vu précédemment que les modèles créés pour le territoire de Girardville touchent des volets d'aménagement, regroupés sous les rubriques suivantes:

FORÊT - plusieurs thématiques en relation à l'exploitation de la matière ligneuse;

FAUNE - potentiel d'habitat faunique illustré par l'exemple de la martre d'Amérique;

AGRICULTURE - culture du bleuet nain;

NON-INTERVENTION - unités fragiles ciblées par les différentes thématiques.

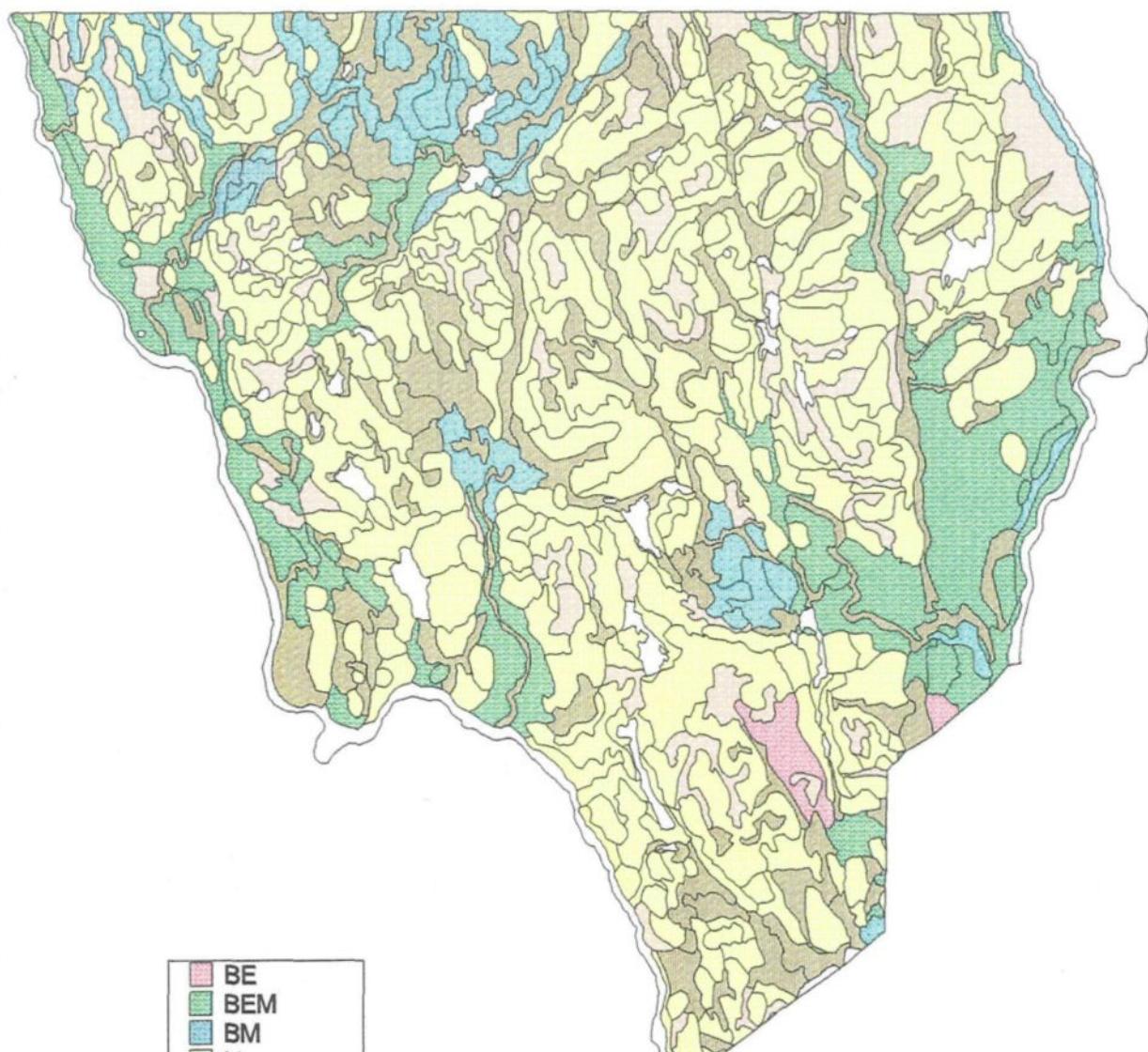
Ces quatre volets se retrouvent intégrés dans un modèle d'utilisation polyvalente du milieu. Un examen plus approfondi des différents secteurs créés, ainsi que la reconnaissance des possibilités d'aménagement attribuées guident le choix vers une utilisation particulière. Une description de chacun des secteurs, selon ses caractéristiques écologiques et l'utilisation actuelle du territoire, vient appuyer l'affectation proposée. De plus, elle donne un bref aperçu des possibilités du territoire pour un aménagement à court terme. Finalement, une analyse des secteurs de coupes récentes laisse entrevoir les possibilités de

revalorisation qui s'offrent dans ces milieux.

5.1 Découpage du territoire

Un modèle intégré d'aménagement des ressources débute par une analyse comparative des différentes valeurs de potentiel obtenues lors des interprétations. Pour ce faire, une carte regroupant les possibilités d'aménagement de chaque polygone cartographique est d'abord créée (carte 15). Elle représente, par des combinaisons d'affectation, les meilleurs résultats des interprétations réalisées précédemment. Les volets d'exploitation forestière (E), de potentiel pour la martre d'Amérique (M), de possibilités de culture du bleuet nain (B) et de non-intervention (N) sont ainsi considérés. Chaque unité cartographique est retenue suivant les meilleures possibilités d'aménagement qu'elle offre. La méthode utilisée pour séparer les unités en groupements de types d'aménagements semblables repose sur un exercice de recherche des discontinuités spatiales. C'est ainsi que le territoire de Girardville est découpé en 12 secteurs, pour lesquels certaines des vocations prioritaires et secondaires peuvent être allouées (carte 16). Spécifions qu'une vocation prioritaire est retenue lorsque la majorité des unités à l'intérieur d'un secteur convient à celle-ci. La mention de vocation secondaire fait référence quant à elle à une activité en tant qu'alternative d'aménagement; elle suggère que plusieurs unités possèdent également des aptitudes pour cette activité, bien que cette situation ne soit pas reflétée par l'ensemble des unités.

POSSÉDÉS D'AFFECTATION

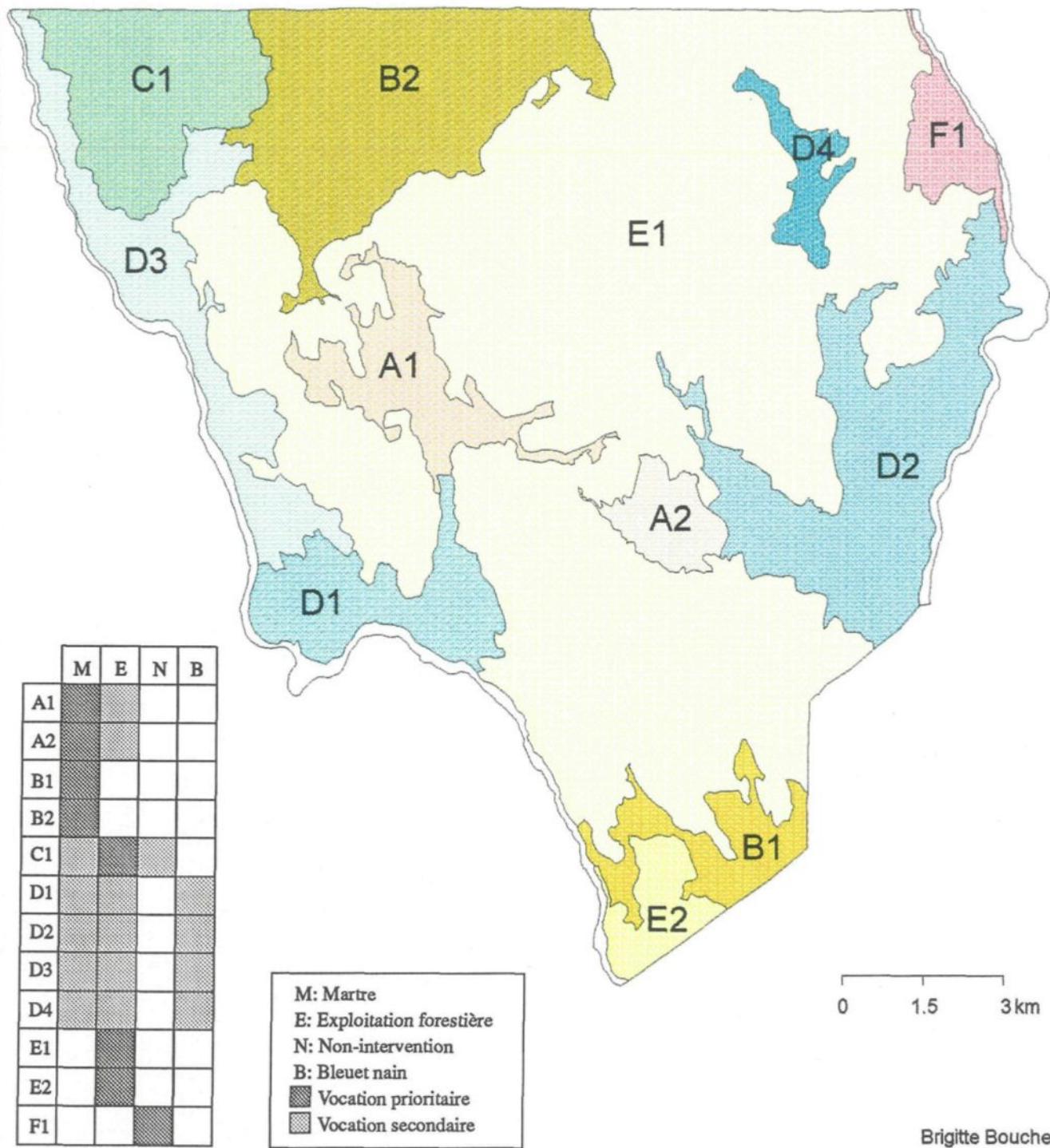


■	BE
■	BEM
■	BM
■	N
■	E
■	EM
■	M
□	Plan d'eau

0 1.5 3 km

Brigitte Boucher

AFFECTION DU TERRITOIRE



5.1.1 Description des secteurs retenus

Le tableau 25 résume les possibilités d'aménagement des secteurs. On y remarque que certains secteurs partagent les mêmes possibilités d'aménagement mais en des endroits non contigus; ils sont regroupés sous une même rubrique suivant six classes: A, B, C, D, E et F. De façon générale, l'exploitation forestière et la capacité de support d'un habitat favorable à la martre d'Amérique sont retenues dans neuf secteurs. Toutefois, la superficie des secteurs aptes à l'exploitation forestière (17 309,6 hectares) est de beaucoup supérieure à celle favorable à la martre d'Amérique (8 342,8 hectares). La possibilité de culture du bleuet nain se traduit par la classe B (4 secteurs), alors que la mention de non-intervention est utilisée par la classe F (1 secteur). Le secteur D1 a la particularité de se retrouver adjacent au secteur D3 appartenant à la même classe, et d'en être dissocié. Il constitue un cas unique favorable aux classes D et B par ses possibilités d'aménagement. Son potentiel pour la culture du bleuet nain permet de le placer dans cette classe. Les 12 secteurs d'aménagement sont décrits de façon à mettre en évidence les facteurs qui ont contribué à leur formation.

Secteur A1

Situé dans la partie centrale du territoire, ce secteur est constitué de dépôts d'origine glaciaire. Son potentiel pour supporter un habitat favorable à la martre d'Amérique est élevé dans l'ensemble, ce qui lui vaut d'en constituer la vocation prioritaire. L'exploitation forestière peut également s'y effectuer mais avec certaines restrictions dans la portion nord du territoire, victime de sa faible aptitude à la traficabilité. La portion sud soutient des peuplements de pins gris et d'épinettes noires, alors que la partie nord est composée de coupes récentes et de zones en régénération.

Tableau 25. Caractéristiques des secteurs selon les quatre catégories de potentiel d'aménagement.

Secteur	Superficie (ha)	Exploitation forestière	Martre	Culture du bleuet nain	Non- intervention
A1	692,8	✓	✓		
A2	292,7	✓	✓		
B1	492,2		✓		
B2	1 952,0		✓		
C1	1 015,0	✓	✓		✓
D1	745,6	✓	✓	✓	
D2	1 094,0	✓	✓	✓	
D3	1 815,0	✓	✓	✓	
D4	242,5	✓	✓	✓	
E1	11 096,2	✓			
E2	315,8	✓			
F1	307,3				✓
Rivières	681,7				

Note: la mention du terme "Rivières" fait référence aux deux cours d'eau limitrophes du territoire à l'étude.

Secteur A2

Ce secteur supporte des unités favorables à un habitat pour la martre d'Amérique et ce, malgré le fait qu'il soit composé en majorité de zones en régénération. L'exploitation forestière peut également y être pratiquée, sous réserve toutefois d'une faible aptitude du terrain pour la traficabilité et du potentiel plus modéré pour la croissance forestière. Bien que ce secteur soit pratiquement dépourvu de végétation ou en voie de régénération et qu'il ne soit pas favorable à un habitat à court terme pour la martre d'Amérique, il demeure préférable de favoriser sa remise en valeur pour cette espèce faunique.

Secteur B1

Constitué principalement par des dépôts à texture fine, ce secteur possède de très bonnes possibilités de croissance forestière. Son potentiel est toutefois limité pour la traficabilité, ce qui restreint ses possibilités d'aménagement uniquement à un potentiel d'habitat pour la martre d'Amérique. Toutefois l'occupation actuelle du territoire, dominée par le sapin baumier et par des zones en régénération à tendance résineuse, en réduit son potentiel d'habitat actuel.

Secteur B2

Ce secteur est localisé en bordure de la limite nordique du territoire à l'étude. Il contient une section boisée par des peuplements résineux, dominés par l'épinette noire. À l'opposé, la partie sud est fortement affectée par la coupe forestière. Seule la vocation d'habitat pour la martre d'Amérique est retenue dans ce secteur. Le faible potentiel de revalorisation de ces unités, combiné au manque d'aptitude pour les autres activités en font un milieu bien peu propice à toute alternative d'utilisation.

Secteur C1

Situé à l'extrême nord-ouest du territoire à l'étude, le secteur C1 possède les atouts pour une vocation d'exploitation forestière prioritaire. Quelques unités enclavées dans le secteur offrent un potentiel modéré de croissance forestière, ce qui nécessite une attention particulière lors de l'aménagement. Comme alternative, ce secteur peut convenir à la martre d'Amérique et peut être favorable à la non-intervention. Notons qu'actuellement cette portion de territoire est occupée par des peuplements mixtes à tendance résineuse.

Secteur D1

Ce secteur a la particularité de s'apparenter dans sa portion ouest, aux zones de catégories B et dans sa partie est, à celles de catégorie D. Entre une exploitation forestière, une culture du bleuet et un habitat pour la martre d'Amérique, aucune de ces vocations ne se retrouve prioritaire dans ce secteur. Quelques unités n'offrent qu'un potentiel modéré pour l'exploitation forestière, conséquence de l'origine organique et fluviatile des dépôts de surface que l'on retrouve en bordure de la rivière Ouasiemsca. De plus, la MRC Maria Chapdelaine a accordé un périmètre de conservation à cette rivière, de sorte qu'aucune exploitation n'est possible sur une largeur de 60 mètres à partir de la rive. En ce qui concerne l'utilisation actuelle du territoire, on note que le pin gris domine la portion est, la partie centrale se retrouve en régénération et la partie ouest est formée par une tourbière et par une ancienne coupe de 1976 peu régénérée. Suite aux raisons exprimées ci-dessus, il s'avère préférable de limiter les aménagements exigeant une grande réorganisation du milieu.

Secteur D2

La mise à jour de la synthèse forestière confère à la section boisée de ce secteur une grande

proportion de peuplements de pin gris. L'épinette noire est également présente mais avec de plus faibles superficies. La section dépourvue de végétation est occupée principalement par une scierie et par un réseau routier relativement bien développé dans la quasi-totalité de cette zone. En étant constitué essentiellement par des dépôts d'origine fluvio-glaciaire et fluviatile sis en bordure de la rivière Mistassini, ce site montre un bon potentiel pour plusieurs types d'aménagements. Il constitue un des meilleurs endroits pour la culture du bleuet. Aussi, une partie du secteur se retrouve incluse dans une zone d'habitat potentiel pour la martre d'Amérique.

Secteur D3

Le secteur D3 forme une bande le long de la rivière Ouasiemsca, dans la portion nord du territoire. Les dépôts d'origine fluvio-glaciaire et éolienne en présence donnent de bonnes possibilités pour l'exploitation forestière, notamment en raison de la grande aptitude pour la traficabilité et pour la croissance forestière. Cette zone affiche également une bonne capacité de support intrinsèque pour l'habitat de la martre d'Amérique mais demeure peu convenable dans des perspectives à court terme. La section nord est formée par des peuplements mixtes et par des zones en régénération à tendance résineuse, alors que l'extrême sud est constituée par des coupes récentes. Tout comme pour le secteur D1, la MRC restreint l'utilisation de la bordure de la rivière Ouasiemsca à une affectation de conservation.

Secteur D4

Ce petit secteur formant une enclave dans la zone E1, est recouvert par des aulnaies. Il est composé d'unités pour le moins hétéroclites, dont le point commun est un certain potentiel d'habitat pour la martre d'Amérique. Son faible potentiel pour la croissance forestière

limite toute intervention nécessitant une modification du couvert végétal.

Secteur E1

Le plus grand des secteurs d'aménagement proposé possède une vocation prioritairement vouée à l'exploitation de la matière ligneuse. Il recèle également un certain nombre d'unités endossant un statut de non-intervention, en raison de leur faible potentiel de croissance. Leur présence limitée et leur distribution plutôt dispersée en font un élément négligeable à l'utilisation privilégiée. L'image satellite montre que sa portion nord est boisée principalement par l'épinette noire. La partie centrale fait place pour sa part à des coupes récentes et à des unités en régénération, alors que dans le sud ce sont plutôt les peuplements mixtes et la régénération qui dominent le paysage.

Secteur E2

Ce petit territoire formant la pointe méridionale du territoire à l'étude est très favorable à l'exploitation forestière. Il a cependant déjà fait l'objet de coupes, de sorte que son couvert forestier se retrouve à l'état de régénération.

Secteur F1

Situé en bordure de la rivière Mistassini, le secteur F1 constitue la limite nord-est du territoire à l'étude. Les unités à pente forte et les affleurements rocheux qui le composent réduisent son potentiel à toute forme d'aménagement; seule la mention de non-intervention est retenue. L'épinette noire et le pin gris dominent le paysage forestier.

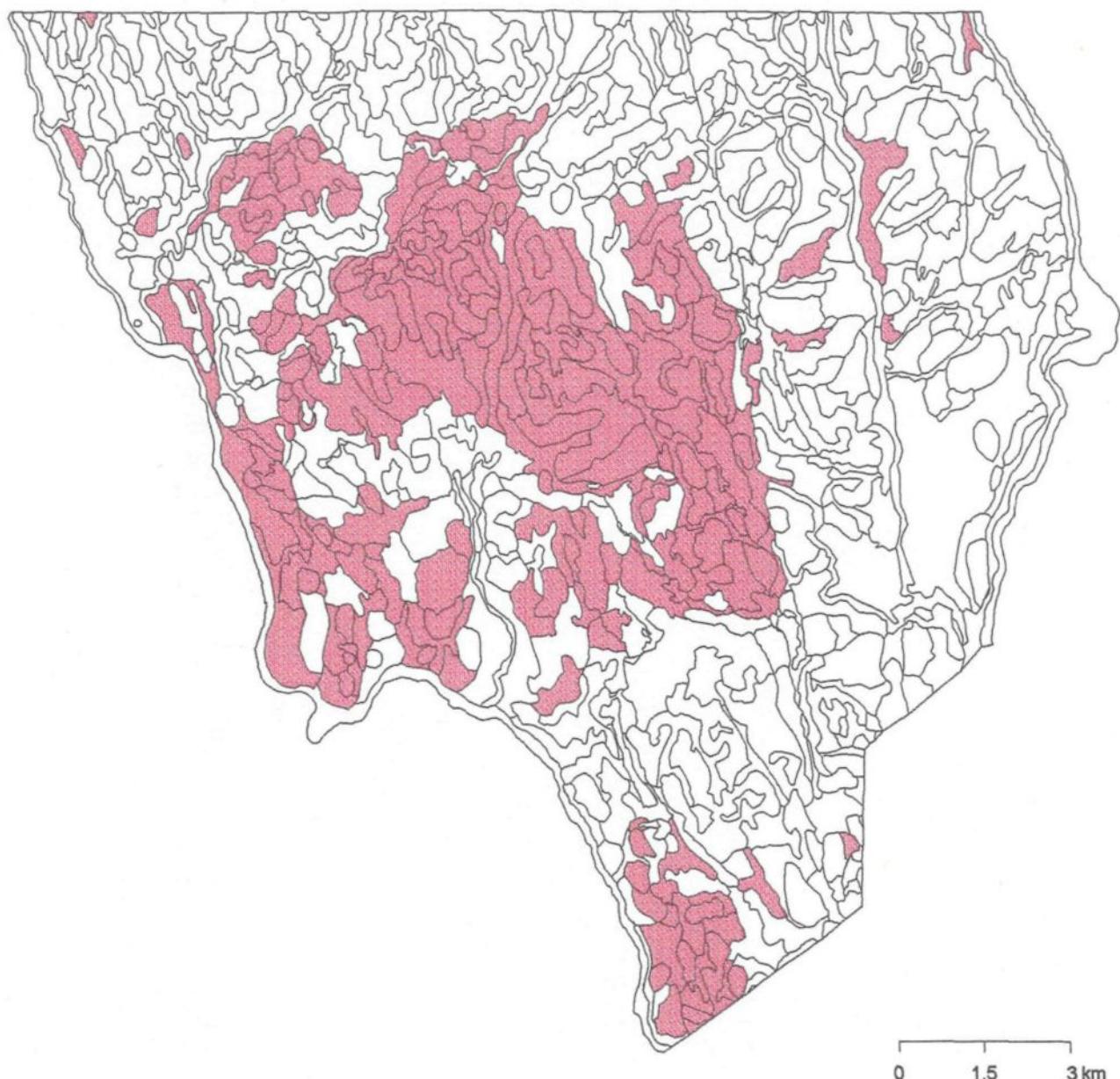
5.2 Remise en valeur des secteurs perturbés

Nous avons précédemment brossé un portrait du territoire de Girardville montrant plusieurs unités sans couvert végétal, conséquence d'une mauvaise régénération du milieu après les coupes forestières. Puisque la remise en valeur de ces secteurs doit être entreprise, des thématiques comme le choix des essences de reboisement et le potentiel de croissance du peuplier faux-tremble prennent de l'importance. L'intégration de ces résultats s'inscrit dans une démarche parallèle au modèle intégré d'aménagement potentiel et vise à orienter les interventions en faveur d'un respect du potentiel intrinsèque du territoire.

L'interprétation d'une image satellite du territoire (carte 3) a rendu possible l'identification des secteurs où l'absence de couvert végétal prime. En excluant les zones ayant atteint un stade de régénération naturelle assez avancé, les secteurs concernés comptent pour 2 240 hectares et sont principalement constitués de coupes récentes et de zones dénudées. Après avoir combiné cette information au découpage du territoire de Girardville imposé par la cartographie écologique, on dénombre 190 unités fortement dépourvues de végétation (carte 17), lesquelles se concentrent dans trois régions: la partie centrale, le centre-ouest en bordure de la rivière Ouasiemsca et la pointe méridionale du territoire.

Nous avons vu à l'aide de la carte 10 que l'épinette noire, l'épinette blanche et le pin gris sont trois essences de reboisement adéquates pour le territoire de Girardville. En replaçant dans une perspective la localisation des trois secteurs à revaloriser à l'intérieur des limites de la carte, la partie centrale s'avère très favorable à l'épinette blanche. Elle renferme également une grande proportion d'unités à bon potentiel de croissance pour

UNITÉS FORTEMENT DÉPOURVUES DE VÉGÉTATION



Sources: Image Landsat-TM (1990)
Carte écologique (MENVIQ 1988)

Brigitte Boucher

l'épinette noire. La pointe sud, est pour sa part favorable tant à l'épinette blanche qu'à l'épinette noire. Finalement, le secteur en bordure de la rivière Ouasiemsca privilégie une croissance pour le pin gris mais comporte quelques unités où le reboisement n'est pas recommandé.

La cartographie du potentiel de croissance du peuplier faux-tremble (carte 11), laisse entrevoir de bonnes possibilités dans la partie méridionale et dans la grande région centrale. Les dépôts d'origine fluvio-glaciaire qui composent la bordure de la rivière Ouasiemsca rendent le terrain moins propice à cette essence. Le rendement potentiel exprimé par ces unités suggère que la régénération naturelle de ce secteur devrait être laissée pour compte, au profit d'une remise en valeur par le reboisement.

Suite à la présentation de ces éléments, les propositions de remise en valeur des trois secteurs retenus peuvent être exprimées comme suit:

- la partie sud pourrait être laissée en régénération naturelle, un état favorable au développement du peuplier faux-tremble;
- la bordure de la rivière Ouasiemsca serait reboisée en pin gris;
- la partie centrale, qui possède à la fois des aptitudes pour la régénération en peuplier faux-tremble et pour le reboisement en épinette blanche et en épinette noire, pourrait partager ces deux types de remise en valeur.

Cet exercice montre qu'il est bien possible de considérer la cartographie écologique dans la prise de décision liée à l'aménagement du territoire. Dans ce cas précis, les unités concernées sont regroupées sous forme de secteurs à aménager. Il demeure toutefois

possible d'étudier ces trois secteurs de façon beaucoup plus détaillée, pour nuancer davantage les alternatives de remise en valeur. D'autres éléments peuvent aussi intervenir dans la prise de décision, comme par exemple la nature des peuplements en place avant la coupe, facteur qui intervient maintenant dans la reconstitution du couvert forestier.

CHAPITRE VI - DISCUSSION

Le cadre écologique de référence de Girardville a servi à déterminer les capacités de ce territoire à soutenir certains aménagements. Ces modèles constituent vraisemblablement un cadre théorique d'analyse où l'état du couvert végétal n'intervient pas dans l'évaluation des potentialités. La composante de l'utilisation actuelle du territoire est considérée ultérieurement dans le processus de décision, au moment d'envisager une exploitation à court terme de la ressource. La réalisation d'un modèle d'aménagement intégré à partir de l'analyse de données écologiques impose une compréhension de la valeur propre à accorder à la méthodologie retenue et par conséquent, aux résultats qui en découlent. À cette étape-ci, il est nécessaire de replacer chaque élément du projet dans son contexte de création et ce, pour bien en dégager les limites.

En tout premier lieu, l'importance accordée au cadre écologique de référence tout au cours de ce projet de recherche montre bien la préséance accordée à cette information. Il va de soi que l'exploitation de données écologiques a l'avantage de véhiculer une information permanente. Celle-ci n'est donc pas sujette à des variations temporelles et par conséquent, ne nécessite pas d'être continuellement mise à jour. De plus, l'utilisation d'un découpage unique du territoire facilite la comparaison éventuelle des différents modèles.

La télédétection constitue un autre élément mis à contribution dans ce projet de recherche. Les données du satellite Landsat-TM utilisées pour décrire l'occupation du territoire, se sont avérées efficaces pour le découpage et la caractérisation générale des peuplements mais restrictives à l'égard de toute description détaillée. La résolution spatiale

des données et la complexité du territoire à interpréter sont des facteurs qui ont été mis en cause. Une meilleure vérité-terrain constitue la seule alternative pour atténuer quelque peu l'effet de confusion entre certains milieux. La télédétection ne remplace pas les documents cartographiques existants, mais elle ajoute une vision synoptique du territoire et facilite la réalisation de synthèses cartographiques. Elle a également permis de contourner le problème de juxtaposition du découpage cartographique de l'information écologique à celui imposé par l'inventaire forestier. Il n'en demeure pas moins que, pour les besoins d'informations à caractère plus général, les données Landsat-TM constituent actuellement un outil des plus à propos.

En ce qui concerne l'aspect géomatique, c'est le SIG Mapinfo qui a été retenu pour le travail d'analyse des données et de création des modèles. Ce système offre une grande simplicité d'utilisation et une bonne capacité à lier plusieurs banques de données relationnelles. L'information gérée dans le système de gestion de base de données (SGBD) est facilement accessible et traduisible sous forme de cartes. L'utilisation de la capacité d'analyse spatiale plus poussée de certains logiciels aurait pu être envisagée, mais l'objectif premier était de favoriser une utilisation simple et rapide de l'information pour créer un système ouvert à tout ajout de données.

La méthodologie utilisée dans ce projet de recherche repose sur la confection de clés d'interprétation adaptées au territoire de Girardville. Plus spécifiquement, elle provient d'une analyse empirique de l'information écologique par l'attribution de pondérations. Cette étape a été élaborée à partir d'une grille d'analyse qui traite indépendamment les composantes écologiques avant d'accorder une valeur à chaque type géomorphologique. Après quoi, une valeur est octroyée à chaque unité écologique en considérant sa variabilité

interne, définie par un ou plusieurs types géomorphologiques avec leur pourcentage d'occupation. Il en demeure que les cartes thématiques expriment bien la tendance générale du territoire de Girardville à l'égard de certains aménagements et qu'elles sont le reflet des caractéristiques des unités écologiques.

Les interprétations touchant au volet "forêt" s'inspirent de méthodes déjà éprouvées et employant la cartographie écologique comme base de travail. Certaines interprétations ont entre autres choses démontré que le territoire à l'étude offre de bonnes possibilités pour l'exploitation forestière alors que d'autres ont contribué à dégager les sites fragiles à l'érosion hydrique et à la traficabilité. En ce qui a trait au volet agricole, une clé d'interprétation portant sur les possibilités de la culture du bleuet, a été créée spécifiquement pour les besoins de l'étude. Bien que cette évaluation puisse a priori être perçue comme incomplète suite à l'omission volontaire du paramètre du nombre de plants à l'état sauvage, elle demeure satisfaisante compte tenu que l'objectif fixé était de présenter le potentiel intrinsèque du territoire de Girardville pour cette activité. La méthode traditionnelle d'évaluation d'un potentiel faunique s'appuie essentiellement sur des caractéristiques du couvert végétal. Dans le cas de la martre d'Amérique, elle laisse donc présager un potentiel très faible pour bon nombre de secteurs, alors que ceux-ci peuvent offrir de bonnes possibilités de support de son habitat. À juste titre, les cartes thématiques réalisées dans ce volet permettent de cibler les unités possédant une capacité de support des milieux privilégiés par la martre d'Amérique et celles offrant un potentiel d'habitat actuel pour l'espèce. Utilisées dans un tel contexte, elles permettent d'obtenir un aperçu du potentiel que pourrait présenter ce territoire de coupe. L'exemple de potentiel faunique, illustré ici par le cas de la martre d'Amérique, aurait aussi bien pu être celui de l'orignal ou de l'ours noir. Mais le choix d'une espèce faunique qui possède au départ de bonnes

possibilités dans la forêt boréale mais de faibles possibilités d'habitats à court terme dans un secteur de coupe forestière remettait en contexte le concept de développement durable. Les modèles cartographiques montrent bien l'écart pouvant exister entre les conditions actuelles et potentielles d'un territoire pour des espèces recherchant des milieux non perturbés.

L'intégration des données a permis de réaliser un zonage du territoire qui illustre bien ses particularités. Ce modèle cartographique est associé à des utilisations potentielles jugées adéquates pour le territoire. Éventuellement, ce modèle pourrait être complété par des bases de données relationnelles spécifiques à chaque secteur retenu. Le territoire est fragmenté en 12 secteurs possédant des particularités liées à un aménagement éventuel et ce, indépendamment de l'utilisation actuelle du territoire. Ainsi, il existe une variabilité à l'intérieur de ces secteurs et, pour la connaître, on doit se référer aux différents modèles thématiques créés précédemment. Ce modèle d'aménagement intégré agit en tant que base à l'aménagement du territoire. Il est possible à l'aide des informations fournies par les thématiques, de connaître la portée spécifique des aménagements subséquents, en fonction du potentiel intrinsèque du milieu.

La réalisation d'un tel modèle constitue une continuité des travaux amorcés par Bourque (1989) sur le territoire de Girardville. D'abord, le transfert de l'information analogique en information numérique s'avère une tâche nécessaire à tout projet d'aménagement notamment en facilitant les mises à jour éventuelles. L'information sur le territoire, qui est ainsi gérée plus rapidement, permet la réalisation de scénarios d'intervention en vue de connaître l'impact sur les ressources. Aussi, la méthode préconisée intégrant quelques volets d'aménagement amène une concertation du milieu vers une utilisation plus polyvalente des ressources. La nécessité de maintenir un rendement

soutenu en matière ligneuse est prise en considération, de sorte que plusieurs secteurs peuvent convenir à un aménagement spécifique.

L'obligation d'intégrer l'information écologique aux prises de décision à l'égard du milieu est déjà perçue par certains chercheurs comme urgente. Il apparaît primordial de connaître les limites physiques que possède un territoire à l'égard de tout aménagement. Cela dit, il a été possible de faire valoir que les modèles créés peuvent être utilisés pour l'élaboration de scénarios de remise en valeur du milieu.

D'autre part, en venir à se rendre compte que le territoire concerné offre non seulement un potentiel pour l'exploitation forestière mais aussi pour plusieurs autres ressources permet d'espérer de nouvelles orientations d'aménagement. D'autres volets peuvent également être intégrés au modèle, notamment le paysage et le milieu hydrique, tous deux faisant partie intégrante du concept d'aménagement intégré d'un territoire. Il en est de même pour des interprétations plus spécifiques à l'aménagement forestier et à la sylviculture.

L'applicabilité des grilles d'interprétation proposées dans ce projet se restreint au seul secteur compris par la région écologique du territoire de Girardville. Pour les autres secteurs, les interprétations devront être adaptées au contexte écologique qui y prévaut, surtout en ce qui a trait au bioclimat. Ce dernier a une influence directe sur les sols et sur la végétation (physionomie, composition, dynamique) et par conséquent sur l'habitat (Bourque 1989).

Les résultats obtenus dans ce projet reposent avant tout sur une analyse empirique

de paramètres qui régissent une interprétation. Cette méthode dite subjective de pondération peut paraître discutable à certains niveaux de perception. Elle laisse par contre entrevoir une hiérarchie des types géomorphologiques particulière à l'interprétation. Il est permis de croire que l'information provenant du cadre écologique de référence s'avère indispensable à tout travail d'aménagement, car elle met en évidence les possibilités du milieu. Les documents interprétatifs procurent un apport substantiel d'information, pertinente à toutes prises de décision visant l'aménagement des ressources. Pour les gestionnaires du territoire, de tels documents de travail guident les choix d'aménagements vers une mise en valeur du milieu et un rendement accru des ressources.

CONCLUSION

Cette recherche avait pour but d'exploiter les données écologiques à des fins d'aménagement et d'utilisation rationnelle du territoire. Il ressort de ce projet que ces données offrent des éléments de réponse à la problématique d'utilisation judicieuse du milieu. L'élaboration d'une telle méthodologie montre qu'il est effectivement possible de combiner les caractéristiques écologiques à d'autres sources d'information, pour ensuite en soutirer les bénéfices voulu. Nous avons vu que les données écologiques peuvent traduire les propriétés intrinsèques du territoire en terme de potentiels, aptitudes ou risques. Elles permettent par conséquent de cibler les secteurs fragiles aux diverses affectations, tout en discriminant les secteurs par classes de potentiel. Les produits résultant de ce projet sont de deux natures. D'abord une banque de modèles cartographiques décrivant le territoire de Girardville sous différents aspects, puis une base de données synthèse (annexe 5) qui relate les valeurs obtenues par chaque type géomorphologique sur le territoire à l'étude.

L'information écologique est reconnue comme un outil indispensable dans une perspective de gestion intégrée du territoire et de ses ressources. La base cartographique quant à elle facilite la concertation entre les intervenants, par l'utilisation d'un découpage unique. Finalement, les modèles mis en relation avec la couverture végétale actuelle permettent d'envisager plusieurs alternatives d'aménagement et d'en connaître l'impact sur les ressources.

Dans un contexte de rendement soutenu de la ressource forestière et de l'utilisation de l'ensemble des ressources du milieu, il est permis de croire que de tels modèles

constituent une base à la planification. D'autant plus que la stratégie de protection des forêts mise de l'avant par le gouvernement du Québec en 1994, favorise une utilisation polyvalente des ressources et impose le respect des composantes écologiques dans toute prise de décision d'aménagement. Puisque le développement de Girardville repose essentiellement sur le milieu forestier, il est capital d'en diversifier les produits dérivés pour assurer à la population locale un milieu viable, où les valeurs écologiques, économiques et sociales se rencontrent.

Dans une perspective d'avenir, il serait intéressant d'examiner la portée de ces évaluations écologiques à l'intérieur d'un processus de prise de décision pour l'aménagement. À ce sujet, les modèles d'utilisations potentielles pourraient assurer l'apport de reconnaissance du milieu écologique, alors que le zonage proposé conduirait à la création d'aménagements sectoriels.

RÉFÉRENCES

- AUDET, G. et J.-P. DUCRUC. 1988. Le cadre écologique du territoire de Girardville - Carte écologique de base. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Division de la cartographie écologique, une carte à l'échelle 1: 50 000 avec légende.
- BEAUBIEN, J. 1994. Landsat TM Satellite Images of Forests: from Enhancement to Classification. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 20 (1):7-26.
- BEAULIEU, D., Y. BÉDARD, L. BHERER, M. BOULANGER, G. BOUTIN et F. DUTIL. 1990. Guide de la géomatique - La géomatique au service de la municipalité et de la MRC. Ordre des arpenteurs-géomètres du Québec, Sainte-Foy, Québec, 80 pages.
- BEAUREGARD, R. et L. BOUTHILLIER. 1992. Crise de l'industrie forestière - D'où vient-elle et comment s'en sortir ? *Forêt-Conservation*, 59 (5):14-17.
- BÉLAND, M., Y. BERGERON, B. HARVEY et D. ROBERT. 1992. Quebec's Ecological Framework for Forest Management: a Case Study in the Boreal Forest of Abitibi. *Forest Ecology and Management*, 49: 247-266.
- BÉLANGER, L. 1992. La forêt mosaïque: une stratégie d'aménagement socialement acceptable pour la forêt boréale du Québec, 3^e article. *L'Aubelle*, Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, 90: 10-12.
- BÉLANGER, L., J.-P. DUCRUC et M. PINEAU. 1983. Proposition d'une méthodologie d'inventaire écologique adaptée au territoire forestier périurbain. *Naturaliste canadien*, 110:459-476.
- BÉLANGER, L., R. GAGNÉ et M. PINEAU. 1990. L'utilisation des données écologiques dans la pratique forestière au Québec. *The Forestry Chronicle*, Août, p. 372-376.

- BENSON, A.S. et S.D. De GLORIA. 1985. Interpretation of Landsat-4 Thematic Mapper and Multispectral Scanner Data for Forests Surveys. *Photogrammetric Enginnering and Remote Sensing*, 51 (9):281-1289.
- BLATT, C.R. et I.V. HALL. 1989. Production et Gestion in La production du bleuet nain. Agriculture Canada, Publication No. 1477/f, 61 pages.
- BOLSTAD, P.V. et T.M. LILLESAND. 1992. Improved Classification of Forest Vegetation in Northern Wisconsin Through a Rule-Based Combination of Soils, Terrain, and Landsat Thematic Mapper Data. *Forest Science*, 39 (1):5-20.
- BONN, F. et G. ROCHON. 1992. *Précis de télédétection: Principes et méthodes*. Volume 1, Presses de l'Université du Québec, Québec, 485 pages.
- BOUCHER, B. et M.-J. GAUTHIER. 1993. Premiers résultats cartographiques de l'exploitation du cadre écologique de référence du territoire forestier de Girardville. Laboratoire de Géomatique, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, 15 pages.
- BOURQUE, J.-F. 1989. Cadre écologique de référence du territoire de Girardville: quelques interprétations pour l'aménagement forestier. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Contribution de la cartographie écologique No. 39, 150 pages.
- BOUTHILLIER, L. 1992. Rendement accru et développement social: les nouvelles tendances en aménagement forestier au Canada. *Cahier de recherche 92-10*, Groupe de recherche en économie de l'énergie et des ressources naturelles, Université Laval, Québec, 17 pages.
- CAMPBELL, J.B. 1987. *Introduction to Remote Sensing*. The Guilford Press, New York. 551 pages.
- CAUBOUE, M. 1988. *Le reboisement au Québec - Choix des essences résineuses*. Les publications du Québec, CERFO, 38 pages.

- CAUBOUE, M. et D. MALENFANT. 1988. Exigences écologiques des épinettes (*Picea*), des pins (*Pinus*) et des mélèzes (*Larix*) plantés au Québec. Les publications du Québec, CERFO, 90 pages.
- C.C.P. (Commission canadienne de pédologie). 1983. Le système canadien de classification des sols. Gouvernement du Canada., ministère de l'Agriculture, Direction de la recherche, 170 pages.
- CHEVALIER, P. 1993. Gestion des ressources renouvelables - secteurs agricole et forestier. Collection Sciences de l'Environnement, 558 pages.
- COTÉ, J.-F. et R. CAISSY. 1996 La planification forestière: plus qu'un rond sur une carte! l'Aubelle, juillet 1996, p. 13-14.
- DUCRUC, J.-P. 1991a. La carte écologique: son contenu et ses utilisations. Gouvernement du Québec. ministère de l'Environnement, Contribution de la cartographie écologique, No. 41, 18 pages.
- DUCRUC, J.-P. 1991b. Le cadre écologique de référence: les concepts et les variables de la classification et de la cartographie écologique au ministère de l'Environnement. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Contribution de la cartographie écologique, No. 42, 40 pages.
- DUCRUC, J.-P. 1992. La carte écologique de Saint-André-Avellin : notice explicative. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Contribution de la cartographie écologique No. 43, 35 pages.
- DUCRUC, J.-P., J. FALARDEAU et D. VEILLETTE. 1988. La prise en compte des connaissances écologiques pour la gestion intégrée du territoire et des ressources en milieu rural : le schéma d'aménagement de la M.R.C. de Papineau. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Contribution de la cartographie écologique No. 37, 35 pages.

EMR (MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE DES MINES ET DES RESSOURCES). 1990. Carte topographique 1: 50 000 - feuillet 32H/02. Gouvernement du Canada, Centre canadien de cartographie.

FALARDEAU, J. et V. GÉRARDIN. 1995. Vers la gestion intégrée d'une municipalité agro-forestière: Saint-André-Avellin. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la conservation et du patrimoine écologique. 28 pages.

FRASER, L. 1991. Maîtriser son développement ou le subir - les avatars d'un modèle de développement et stratégie de relance pour un territoire à vocation forestière: le cas de Girardville, MRC Maria-Chapdelaine. Thèse de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, 267 pages.

FRÉCHETTE, S. 1992. Analyse des possibilités d'application des données de l'inventaire écologique à l'évaluation de la qualité de l'habitat de l'ours noir dans la région de l'Outaouais. Thèse de maîtrise, Université Laval, Sainte-Foy, 180 pages.

FRÉCHETTE, S., J.-P. DUCRUC et D. VEILLETTE. 1988. Cadre écologique de référence et évaluation du potentiel faunique (petite faune terrestre): esquisse méthodologique. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Contribution de la cartographie écologique No. 36, 50 pages.

GAUTHIER, M.-J. 1986. Les bleuetières de la Sagamie: une façon originale de valoriser l'espace. Cahier Nantais, No. 28, p. 113-119.

GENDRON et ass. 1987. Schéma d'aménagement de la Municipalité Régionale de Comté de Maria-Chapdelaine. Dernière révision mai 1991, 121 pages et annexes.

GÉRARDIN, V. 1989. Introduction à l'écologie forestière. Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. l'Aubelle No. 73, Octobre 1989, p. 1-14.

- GÉRARDIN, V. et J.-P. DUCRUC. 1987a. Cadre écologique de référence de la région de l'Abitibi-Témiscamingue: guide d'identification des types géomorphologiques - Carnet de terrain. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Contribution de la division de la cartographie écologique, No. 33, 50 pages.
- GÉRARDIN, V. et J.-P. DUCRUC. 1987b. Guide de terrain pour l'identification des matériaux de surface et des classes de drainage en Abitibi-Témiscamingue. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Contribution de la division de la cartographie écologique.
- GÉRARDIN, V. et J.-P. DUCRUC. 1990. The Ecological Reference Framework for Québec : a Useful Tool for Forest Sites Evaluation. *Vegetatio*, 87:19-27.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 1991a. Aménager pour mieux protéger - Un projet de stratégie. ministère des Ressources naturelles, Publication No. ER90-3131, 151 pages.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 1991b. La gestion intégrée des ressources - Résumé du projet de développement. Collaboration ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, ministère des Forêts et ministère de l'Environnement. Publication SP-1846-01-91, 20 pages.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 1994. Une stratégie: aménager pour mieux protéger les forêts. ministère des Ressources naturelles, Publication No. FQ94-3051, 197 pages.
- HARVEY, B. et Y. BERGERON. 1987. Possibilités d'application de la classification écologique pour l'aménagement forestier dans le canton d'Hébécourt, Abitibi. Rapport de recherche No.1., GREF, Université du Québec à Montréal, Montréal, 60 pages et annexes.
- HOPKINS, P.F., A.L. MACLEAN et T.M. LILLESAND. 1988. Assessment of Thematic Imagery for Forest Applications under Lake States Conditions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54 (1):61-68.

HORLER, D.N.H. et F.J. AHERN. 1986. Forestry Information Content of Thematic Mapper Data. *International Journal of Remote Sensing*, 7 (3):405-428.

JACOB, H., Y. CROTEAU et P. CARTIER. 1990. Proposition d'un aménagement polyvalent de la forêt Piché-Lemoine de la municipalité de Dubuisson. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Contribution de la division des inventaires écologiques, No. 40, 64 pages.

JURDANT, M., J. BEAUBIEN, J.L. BELAIR, J.C. DIONNE et V. GÉRARDIN. 1972. Carte écologique de la région du Saguenay—Lac-Saint-Jean. Notice explicative. Volume 1 - L'environnement et ses ressources: identification, analyse et évaluation. Environnement Canada, Centre de recherche forestière des Laurentides, Rapport No. Q-F-X-31, 93 pages et annexes.

JURDANT, M., J.L. BÉLAIR, J.-P. DUCRUC et V. GÉRARDIN. 1976. La cartographie écologique intégrée du territoire de la Baie James. Proc. 1st Meeting Can. Comm. on Ecological Land Class, 25-28 mai, Petawawa, Ontario.

JURDANT, M., J.L. BÉLAIR, V. GÉRARDIN, J.-P. DUCRUC. 1977. L'inventaire du capital-nature - Méthode de classification et de cartographie du territoire (3^e approximation). Environnement Canada, Direction générale des terres, Série de la classification écologique du territoire No. 2, 202 pages.

LACHANCE, B., A. BARD, J. TREMBLAY et R. PERROTTE. 1993. La gestion intégrée des ressources en milieu forestier *in* Géomatique IV - Synergie nouvelle. A.C.S.G., p. 145-157.

LAFOND, R. 1986. Aménagement polyvalent du territoire. Modulo Editeurs, Mont-Royal, Québec, 138 pages.

LAFOND, R., C. CAUCHON et J.-P. DUCRUC. 1992. Pédologie forestière. Modulo Editeurs, Mont-Royal, Québec, 144 pages.

- LANCIAULT, P., A. ROYER et C. ANSSEAU. 1994. Relations entre la réflectance spectrale satellitaire et des paramètres de peuplements forestiers de la forêt boréale québécoise. *Journal canadien de télédétection*, 20 (2):116-122.
- LaRUE, P. 1993. Développement d'un indice de qualité de l'habitat pour la martre d'Amérique (*Martes americana* Turton) au Québec. Gouvernement du Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la ressource faunique, Gestion intégrée des ressources, document technique 92/7, 34 pages.
- MAPINFO Corporation. 1994. MapInfo 3.0 for Windows - Reference guide, 428 pages.
- MATEJEK, S. et J.M.M. DUBOIS. 1988. Détermination de l'âge des coupes forestières avec TM de Landsat-5 (Québec, Canada), *Photo-interprétation*, 3 (2):5-16.
- MER (MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES). 1990. Cartes forestières à l'échelle du 1: 20 000 - feuillets 32H02-NE, 32H02-NO, 32H02-SO, 32H02-SE. Gouvernement du Québec.
- MOORE, M.M. et M.E. BAUER. 1990. Classification of Forest Vegetation in North-Central Minnesota using Landsat Multispectral Scanner and Thematic Mapper. *Forest Science*, 36, p. 330-342.
- NELSON, R.F., R.S. LATTY et G. MOTT. 1984. Classifying Northern Forests using Thematic Mapper Simulator Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 50 (5):607-617.
- PAYETTE, S. et V. LAVOIE. 1969. La recherche sur le bleuet - Relation sol-végétation en Basse Péribonka. Cahier No.2, Faculté d'Agriculture, Université Laval, Sainte-Foy, 315 pages.
- PCI. 1994. Using PCI software, version 5.3 Easi/Pace. Richmond Hill, Ontario, Canada.

- POIRIER, S. 1991. Projet de recherche pour l'observation et la gestion des ressources terrestres (PROGERT) in Télédétection et Gestion des Ressources, Vol. VII, Comptes rendus du 7^e congrès de l'Association Québécoise de Télédétection, Éditeur Paul Gagnon, p.31-35.
- SAVARD, M. 1989. Pour que demain soit: une région fait le point sur son environnement - État de l'environnement au Saguenay-Lac-Saint-Jean pour un développement durable. Les Editions JCL Inc, 331 pages.
- SHEFFIELD, C. 1985. Selecting Band Combinations from Multispectral Data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 51(6): 681-687.
- SHEN, S.S., G.D.BADHWAR et J.G. CARNES. 1985. Separability of Boreal Forest Species in the Jennette area, Minnesota. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 51 (11):1775-1783.
- STATISTIQUE CANADA. 1992. Recensement du Canada de 1991. Approvisionnements et Service Canada, Divisions de recensement et subdivisions de recensement, Ottawa, Catalogue No. 93-304, 331 pages.
- THIBAULT, M. 1985. Les régions écologiques du Québec méridional (deuxième approximation). Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, une carte à l'échelle 1: 1 250 000.
- VEILLETTE, D. et J.-P. DUCRUC. 1987. Un cadre écologique de référence, outil polyvalent pour les gestionnaires du territoire et de ses ressources. Les cahiers scientifiques, No. 49, Aménagement et gestion des ressources, ACFAS, p. 97-122.
- VEILLETTE, D. et V. GÉRARDIN. 1985. Cadre écologique de référence de l'unité de gestion des Chics-Chocs (partie occidentale) : quelques interprétations pour l'aménagement forestier. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Contribution de la division des inventaires écologiques, No. 18, 32 pages.

VÉZINA, P.-E. et M.-R. ROBERGE. 1981. Comment aménager nos forêts. Les Presses de l'Université Laval, Québec, 273 pages.

ZARNOVICAN, R. 1977. Utilisation de la classification écologique du territoire de la Baie James pour l'aménagement de la "ressource forêt". Rapport E.T.B.J. No. 30., 36 pages.

Annexe 1. Description des dépôts de surface du territoire de Girardville
(tiré de Ducruc in Bourque 1989)

1. - LES DÉPÔTS GLACIAIRES

- 1a Moraine indifférenciée épaisse: épaisseur supérieure à 50 cm au-dessus de l'assise rocheuse; till dont la texture est essentiellement un sable fin loameux (parfois un sable très fin loameux); pierrosité moyennement élevée (entre 20 et 50 %)
- 1aR Moraine indifférenciée mince: till présentant les mêmes caractéristiques d'ensemble que ci-dessus hormis son épaisseur: 30 à 50 cm de matériel au-dessus de l'assise rocheuse.
- 1ay Moraine remaniée: till épais ayant les mêmes caractéristiques que ci-dessus surmonté d'une couche sablonneuse d'épaisseur variable (30 à 50 cm) d'origine fluvio-glaciaire.
- 1ayR Moraine remaniée mince: till présentant les mêmes caractéristiques d'ensemble que ci-dessus hormis son épaisseur: 30 à 50 cm au total.
- 1d Moraine drumlinisée épaisse: till présentant les mêmes caractéristiques que la moraine indifférenciée épaisse; morphologie particulière en forme de collines étroites, allongées et assez imposantes.
- 1f Moraine délavée: till généralement épais délavé par les eaux de fonte glaciaire, c'est-à-dire appauvri en éléments fins; texture dominante de sable moyen; pierrosité élevée (entre 50 et 80 %).
- 1fp Champ de blocs: pavage de cailloux et blocs; peu ou pas de matériel granulaire; eau circulante entre les blocs souvent recouverts d'une épaisseur variable de tourbe.
- 1h Moraine de fonte: dépôt morainique très bosselé: succession de nombreuses petites buttes; forme de décrépitude liée à la fonte du glacier; till à texture de sable fin; pierrosité élevée (entre 50 et 80%).

2. - LES DÉPÔTS FLUVIO-GLACIAIRES

- 2bf Dépôt épais de sable fin à sable très fin; pierrosité inférieure à 5 % et sous forme de graviers.
- 2bfR Mêmes caractéristiques générales que ci-dessus, hormis l'épaisseur qui est de 30 à 50 cm au-dessus de l'assise rocheuse.
- 2bg Dépôt épais de sable moyen à sable grossier; pierrosité sous forme de graviers comprises entre 20 et 50 %.
- 2bm Dépôt épais de sable moyen; très peu pierreux: pierrosité inférieure à 5 % et sous forme de graviers.

3. - LES DÉPÔTS FLUVIATILES

- 3a Les alluvions actuelles. Ce sont des dépôts épais soumis aux inondations périodiques (crues printanières). Ils sont généralement dépourvus de toute pierrosité.
- 3al Alluvions à texture très fine: dominance de limon.
- 3as Alluvions à texture variable mais à dominance sableuse.
- 3b Les alluvions subactuelles.
- 3bf: Dépôt épais de sable fin; pierrosité très faible: inférieure à 5 % et sous forme de graviers.

5. - LES DÉPÔTS MARINS

- 51 Dépôt épais; texture fine à dominance limoneuse: de limon argileux à limon sableux très fin; pierrosité à peu près nulle à l'exception de quelques graviers.

7. - LES DÉPÔTS ORGANIQUES

- 7cR Humus (30 à 50 cm en moyenne) sur roc.
- 7p Tourbe épaisse: épaisseur supérieure à 1 m au-dessus de tout contact minéral (till, sable, blocs ou roc).
- 7pB Tourbe épaisse boisée.
- 7t Tourbe mince: entre 0,4 m et 1 m d'épaisseur au-dessus de tout contact minéral (till, sable, blocs ou roc).
- 7tB Tourbe mince boisée.

9. - LES DÉPÔTS ÉOLIENS

- 9b Dune fixée: dépôt épais; texture dominante de sable fin; pierrosité nulle.

R- LES AFFLEUREMENTS ROCHEUX

- R Prédominance d'affleurements rocheux ou de roc recouvert d'une mince couche continue ou discontinue de matériel minéral et/ou organique inférieure à 10 cm.
- R7 Combinaison d'affleurements rocheux et d'accumulation de matériel organique (tourbe et/ou humus) dans les micro-dépressions du socle rocheux.

Annexe 2. Extrait du fichier descriptif des données de terrain - Girardville

N	D	Dr	Type	Cv1	Cv2	Cv3	St	S1	S2	S3
4	1a	1	LB	EN			E3	E	L	M
86	1a	1	LB	EN			E3	E	L	M
63	1a	1	FO	TR	PG	BB	B3	M	E	T
16	1a	2	FO	BB			C3	A	T	
88	1a	2	FO	BB	TR		C2	A	T	N
3	1a	2	FO	EN			D3	M	E	A
6	1a	2	FO	EN	BB		C2	M	A	N
25	1a	2	FO	EN	PG		C4	M	E	A
52	1a	2	FO	EN	PG		C3	M	E	
71	1a	2	FO	EN	SB		D3	M	E	A
89	1a	2	FO	EN	BB	TR	D2	T	E	N
91	1a	2	FO	EN	BB	PG	C2	T	N	
95	1a	2	FO	EN			D3	M	E	
99	1a	2	LB	EN			E4	E	L	M
92	1a	2	FO	PG	EN		C3	M	T	
115	1a	2	FO	PG	BB		B4	E	T	N
60	1a	2	FO	SB	BB		C3	M	A	T
65	1a	2	FO	SB	BB		C3	T	A	
93	1a	2	FO	SB	BB	EN	C3	M	T	
5	1a	2	FO	TR	EN		C2	A	N	T
12	1a	2	FO	TR			B4	A	T	
19	1a	2	FO	TR			B3	F	T	A
26	1a	2	FO	TR			C1	A	T	
50	1a	2	FO	TR	BB		B3	F	T	A
57	1a	2	FO	TR	PG		C1	A	T	
79	1a	2	FO	TR	BB	PG	D4	E	T	N
110	1a	2	FO	TR			B3	T	N	
17	1a	3	FO	BB	EN		B3	T	B	
21	1a	3	FO	BB	TR		B3	A	T	
87	1a	3	FO	BB	SB		B2	N	T	
11	1a	3	FO	EN	SB		C3	M	E	A
56	1a	3	FO	EN	PG		C2	M	E	

N	D	Dr	Type	Cv1	Cv2	Cv3	St	S1	S2	S3
94	1a	3	LB	EN			E3	E	M	
96	1a	3	FO	EN			D3	M		
97	1a	3	FO	EN	TR	SB	C2	M	T	N
107	1a	3	LB	EN			E4	M	E	
108	1a	3	FO	EN	PG		C3	M	E	
8	1a	3	FO	SB	EB		B3	M	T	
24	1a	3	FO	TR			B3	A	T	
35	1a	3	FO	TR			B3	A	F	T
37	1a	3	FO	TR			B2	A	T	
109	1a	3	FO	TR	EB	BB	B3	N	T	A
114	1a	4	FO	EN			B3	M	S	E
69	1a	2*	FO	EN			C3	M	E	S
13	1a	2*	FO	TR	BB		C1	A	F	T
20	1a	2*	FO	TR			B3	A	T	
54	1a	2*	FO	TR			C1	A	T	
111	1a	2*	AH	TR			C5	T		
70	1a	3*	FO	BB	SB		C3	F	T	A
66	1a	3*	FO	SB			C3	M	T	
55	1a	4*	FO	BB			C3	A	F	T
42	1aR	1	LB	PG			E3	M	E	A
39	1aR	2	FO	BB	SB		A3	N	T	
23	1aR	2	FO	TR	PG		B3	M	T	A
14	1aR	3	FO	PG	BB	EN	C1	M	A	T
112	1aR	3	FO	TR	SB		B2	T	A	
15	1aR	4	FO	EN			C3	M	S	E
75	1aR	2*	FO	BB	PG		A4	T	N	
82	1aR	2*	FO	BB	TR		B3	T	B	
83	1aR	2*	FO	PG			B4	M	E	N
113	1aR	3*	FO	SB	BB		B3	A	T	F
129	1ay	1	FO	PG	BB		B3	T	N	
130	1ay	2	FO	BB	TR		A3	A	T	N
100	1ay	2	FO	EN	PG		C3	A	T	N
101	1ay	3	FO	PG	BB		D2	A	T	N

N	D	Dr	Type	Cv1	Cv2	Cv3	St	S1	S2	S3
133	layR	2	FO	SB	EN		A4	N	A	
27	1e	1	FO	PG			C3	M	T	E
48	1e	1	FO	PG	BB		B3	T	N	
64	1e	1	FO	PG			C3	M	E	A
74	1e	1	FO	PG			C3	M	E	A
47	1e	1	FO	TR	BB		C3	E	A	T
49	1e	2	FO	BB	PG		B3	T	E	
46	1e	2	FO	PG	EN		C3	M	E	A
67	1e	2	FO	SB	BB		B4	N	M	
131	1e	3	FO	TR	BB		C2	A	N	T
139	1e	3	FO	TR			A3	A	N	T
132	1e	4	FO	SB	BB		A4	N	A	
41	1f	3	FO	EN			D3	M	E	
22	1f	3*	FO	SB	BB	EB	C2	A	T	
106	1f	4*	FO	EN			C3	S	M	E
78	1fp	6*	AH	AR			A5	S	G	
43	1h	2	FO	EN			D3	M	E	
104	1h	2	FO	EN	PG		D3	E	M	L
40	1h	2	FO	PG	EN		C2	M	A	
105	1h	3	FO	EN			D3	M	E	
45	1h	3	FO	PG	EN		C2	M	B	T
85	2bf	1	FO	PG			D4	E	L	M
120	2bf	1	FO	PG			C4	M	E	
137	2bf	1	FO	PG			C3	M	E	
2	2bf	2	FO	EN			D3	M	E	
102	2bf	2	FO	EN	PG		B4	M		
1	2bf	2	FO	PG			C3	M	E	A
18	2bf	2	FO	PG			C4	M	E	
28	2bf	2	FO	PG			D4	E	M	L
118	2bf	2	FO	PG	EN		C3	M	E	
126	2bf	2	FO	PG			C3	M	E	A
38	2bf	2	FO	SB			B3	B	T	
123	2bf	2	FO	TR	PG		D4	M	T	

N	D	Dr	Type	Cv1	Cv2	Cv3	St	S1	S2	S3
134	2bf	3	FO	PG			B3	M	E	
140	2bf	3	FO	SB	BB		B3	T	M	N
36	2bf	5	FO	EN	ME		C4	S	M	E
135	2bfR	1	FO	PG			B3	M	A	T
73	2bg	1	FO	PG			C4	L	E	M
72	2bg	2	FO	PG			D4	M	E	
77	2bg	2	LB	PG	TR		E4	L	E	M
84	2bg	2	LB	PG			E4	E	L	
10	2bm	1	FO	PG			D4	E	L	
117	2bm	1	FO	PG	EN		D4	E	M	L
119	2bm	1	FO	PG			C4	M	E	
122	2bm	1	FO	PG			D3	M	E	A
103	2bm	2	FO	PG			D4	E	M	L
125	2bm	2	FO	PG			C3	M	A	E
51	2bm	3	FO	EN			C3	M	E	
53	2bm	4	FO	EN			C3	S	E	M
127	3as	3*	FO	TR			B2	T	A	N
124	3bf	2	FO	PG			C4	M	E	E
136	3bf	2	FO	TR			A2	T	A	N
61	3bfR	3	FO	EN	SB		C2	M	T	
62	4df	3	FO	EN	PG		C2	M	2	
32	5a	2	FO	SB			B4	M	T	
33	5a	2	FO	TR	SB	EN	D2	T	A	
34	5a	3	FO	CP	BB		B4	B	G	
29	5a	3	FO	EN	PG		C1	M	T	B
30	5a	3	FO	EN	SB	ME	C2	M	T	B
128	5l	2	FO	PG			C4	M	E	
90	7p	6	LB	EN			E4	S	E	
31	7pB	6	FO	EN			C3	S	E	M
44	7pB	6	FO	EN			C3	S	E	M
58	7pB	6	FO	EN			C3	S	E	A
98	7pB	6	FO	EN			C4	S	E	M
116	7pB	6	FO	EN			C3	S	M	E

N	D	Dr	Type	Cv1	Cv2	Cv3	St	S1	S2	S3
80	7pB	6*	FO	EN	SB		D3	A	T	G
121	7t	6	PB	CO			B8	S	E	
7	7tB	6	FO	EN			C3	S	E	
68	7tB	6*	FO	SB			B3	S	T	
138	9b	1	LB	PG			E4	L		
9	9b	1	LB	PG			E4	L	E	
59	R	1	LB	PG			E3	L	E	
76	R	1	LB	PG			E4	E	M	L
81	R	1	FO	PG	TR	BB	D4	E	T	

Code de correspondance des types phisonomiques de végétation

N = numéro de relevé de terrain

D = type de dépôt

Dr = drainage (* indique la présence de drainage oblique)

Type = Phisonomie

FO = forêt

LB = lande boisée

AH = arbustaie haute

PB = prairie basse

Cv1, Cv2, Cv3 = type de couvert

EN = Épinette noire (*Picea mariana*)

PG = Pin gris (*Pinus banksiana*)

TR = Peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*)

BB = Bouleau blanc (*Betula papyrifera*)

SB = Sapin baumier (*Abies balsamea*)

ME = Mélèze laricin (*Larix laricina*)

AR = Aulne rugueux (*Alnus rugosa*)

CP = Cerisier de Pennsylvanie (*Prunus pensylvanica*)

CO = *Carex oligosperma*

ST= structure

• Formation		• Classe de hauteur	
Très fermée >80%	A	>21 m	1
Fermée 60-80%	B	15-21 m	2
Claire 40-60%	C	9-15 m	3
Ouverte 25-40%	D	3-9 m	4
Très ouverte 5-25%	E	1-3 m	5
Dénudée <5%	F	<1 m	6
		>0,5 m	7
		< 0,5 m	8
		0,1 m	9
		dénudé	0

S1, S2, S3 = végétation des strates inférieures

A = arbustes hauts (>1 m)

B = arbustes bas érigés (<1 m)

E = éricacées érigées

F = fougères

G = graminées

L = lichens

M = mousses et hépatiques

N = sol nu et/ou litière

S = sphaignes

T = herbacées à feuilles larges

Annexe 3. Clés d'interprétation des thématiques abordées

TERRITOIRE DE GIRARDVILLE <interprétation CROISSANCE FORESTIÈRE>

	excès	varié	bon		bon à modéré		modérément bon		imparfait		imparfait à mauvais		mauvais		très mauvais		
			1	16	2	2*	23	23*	3	3*	4	4*	45	45*	5	5*	6
sable fin loameux >50 cm, 20%<p<50%	1a				20	25			20	25	15	15					5
sable fin loameux 30-50 cm, 20%<p<50%	1aR	10			20	25			20								5
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ay	8			16				16		12						4
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ayR	8			16												4
sable fin- drumlins >50 cm, 20%<p<50%	1d				20				20								5
sable moyen 50%<p<80%	1f									15	9	9			6		3
champs de blocs et tourbe	1fp											4					2
til, sable fin 50%<p<80%	1h	6			12				12		9				6		3
sable fin à très fin >50 cm, p<5%	2bf	10			20				20				10				5
sable fin à très fin 30-50 cm, p<5%	2bfR				20												5
sable moyen à sable gravier, 20%<p<50%	2bg	6			12				12				6				3
sable moyen à sable gravier, p<5%	2bm	8			16				16				.8				4
alluvions - dominance limon	3al												12				4
alluvions - dominance sable	3as							20					12			4	4
sable fin >50 cm, p<5%	3bf				20				20								5
limon argileux à limon sableux	51				20				20		15				10		5
humus 30-50 cm	7cR						5										1
tourbe >1 m	7p														1	1	1
tourbe épaisse boisée	7pB														1	1	1
tourbe mince 0,4 à 1 m	7t															1	1
tourbe mince boisée	7tB														1	1	1
sable fin >50 cm	9b	10			20												5
roc et mat. org. < 10 cm	R	2															1
roc et tourbe	R7			2													1
			2	2	4	5	5	5	4	5	3	3	2	3	2	2	1

5 - très élevé
 4 - élevé
 3 - modéré
 2 - faible
 1 - très faible

TERRITOIRE DE GIRARDVILLE <interprétation RISQUES D'ÉROSION>

	excès	varié	bon		bon à modéré		modérément bon		imparfait		imparfait à mauvais		mauvais		très mauvais		
			1	16	2	2*	23	23*	3	3*	4	4*	45	45*	5	5*	6
sable fin loameux >50 cm, 20% <p < 50%	1a				12	15			9	12	6	6					3
sable fin loameux 30-50 cm, 20% <p < 50%	1aR	16			16	20			12								4
sable variable 30-50 cm, 20% <p < 50%	1ay	12			12				9		6						3
sable variable 30-50 cm, 20% <p < 50%	1ayR	12			12												3
sable fin- drumlins >50 cm, 20% <p < 50%	1d				16				12								4
sable moyen 50% <p < 80%	1f									8	4	4			2		2
champs de blocs et tourbe	1fp												2				1
till, sable fin 50% <p < 80%	1h	8			8				6		4			2			2
sable fin à très fin >50 cm, p < 5%	2bf	12			12				9				6				3
sable fin à très fin 30-50 cm, p < 5%	2bfR				16												4
sable moyen à sable gravier, 20% <p < 50%	2bg	8			8				6			4					2
sable moyen à sable gravier, p < 5%	2bm	8			8				6			4					2
alluvions - dominance limon	3al												10				5
alluvions - dominance sable	3as							16					8			4	4
sable fin >50 cm, p < 5%	3bf				16				12								4
limon argileux à limon sableux	5l				20				15		10			5			5
humus 30-50 cm	7cR					6											2
tourbe >1 m	7p														1	1	1
tourbe épaisse boisée	7pB														1	1	1
tourbe mince 0,4 à 1 m	7t														1	1	
tourbe mince boisée	7tB														1	1	1
sable fin >50 cm	9b	12			12												3
roc et mat. org. < 10 cm	R	4															1
roc et tourbe	R7			4													1
		4	4	4	5	3	4	3	4	2	2	2	2	1	1	1	

5 - très élevé
4 - élevé
3 - modéré
2 - faible
1 - très faible

TERRITOIRE DE GIRARDVILLE <interprétation TRAFICABILITÉ>

	excès	varié	bon		bon à modéré		modérément bon		imparfait		imparfait à mauvais		mauvais		très mauvais		
			1	16	2	2*	23	23*	3	3*	4	4*	45	45*	5	5*	6
sable fin loameux >50 cm, 20%<p<50%	1a				15	15			9	9	9	9					3
sable fin loameux 30-50 cm, 20%<p<50%	1aR	20		20	20				12								4
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ay	20		20					12		12						4
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ayR	25		25													5
sable fin- drumlins >50 cm, 20%<p<50%	1d			20				12									4
sable moyen 50%<p<80%	1f								15	15	15				5		5
champs de blocs et tourbe	1fp											8					4
till, sable fin 50%<p<80%	1h	25		25				15		15			5				5
sable fin à très fin >50 cm, p<5%	2bf	15		15				9			6						3
sable fin à très fin 30-50 cm, p<5%	2bfR			15													3
sable moyen à sable gravier, 20%<p<50%	2bg	25		25				15			10						5
sable moyen à sable gravier, p<5%	2bm	20		20				12			8						4
alluvions - dominance limon	3al										4						2
alluvions - dominance sable	3as						8				4				2		2
sable fin >50 cm, p<5%	3bf			15				9									3
limon argileux à limon sableux	51			10				6	6			2					2
humus 30-50 cm	7cR				4												1
tourbe >1 m	7p												1	1	1		
tourbe épaisse boisée	7pB												1	1	1		
tourbe mince 0,4 à 1 m	7t												1	1			
tourbe mince boisée	7tB												1	1	1		
sable fin >50 cm	9b	10		10													2
roc et mat. org. < 10 cm	R	25															5
roc et tourbe	R7			16													4
		5	4	5	5	4	4	3	3	3	3	2	2	1	1	1	

5 - très élevé
 4 - élevé
 3 - modéré
 2 - faible
 1 - très faible

TERRITOIRE DE GIRARDVILLE <interprétation EPN>

	excès	varié	bon		bon à modéré		modérément bon		imparfait		imparfait à mauvais		mauvais		très mauvais		
			1	16	2	2*	23	23*	3	3*	4	4*	45	45*	5	5*	6
sable fin loameux >50 cm, 20%<p<50%	1a				15	15			25	25	20	25					5
sable fin loameux 30-50 cm, 20%<p<50%	1aR	3			9	9			15								3
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ay	5		15					25		20						5
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ayR	3		9													3
sable fin- drumlins >50 cm, 20%<p<50%	1d			15				25									5
sable moyen 50%<p<80%	1f								15	12	15			6			3
champs de blocs et tourbe	1fp											3					1
till, sable fin 50%<p<80%	1h	4		12				20		16			8				4
sable fin à très fin >50 cm, p<5%	2bf	4		12				20				12					4
sable fin à très fin 30-50 cm, p<5%	2bfR			9													3
sable moyen à sable gravier, 20%<p<50%	2bg	2		6				10			6						2
sable moyen à sable gravier, p<5%	2bm	4		12				20			.12						4
alluvions - dominance limon	3al											9					3
alluvions - dominance sable	3as						12					9			3		3
sable fin >50 cm, p<5%	3bf			12				20									4
limon argileux à limon sableux	5l			15				25		20			10				5
humus 30-50 cm	7cR				8												2
tourbe >1 m	7p													2	2	2	
tourbe épaisse boisée	7pB													3	3	3	
tourbe mince 0,4 à 1 m	7t														1	1	
tourbe mince boisée	7tB													3	3	3	
sable fin >50 cm	9b	4		12													4
roc et mat. org. < 10 cm	R	1															1
roc et tourbe	R7			2													1
		1	2	3	3	4	4	5	5	4	5	3	3	2	2	1	1

5 - très élevé
4 - élevé
3 - modéré
2 - faible
1 - très faible

TERRITOIRE DE GIRARDVILLE <interprétation EPB>

	excès	varié	bon		bon à modéré		modérément bon		imparfait		imparfait à mauvais		mauvais		très mauvais			
			1	16	2	2*	23	23*	3	3*	4	4*	45	45*	5	5*	6	6*
sable fin loameux >50 cm, 20%<p<50%	1a				20	25			25	25	15	20						5
sable fin loameux 30-50 cm, 20%<p<50%	1aR	3			12	15			15									3
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ay	5			20				25		15							5
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ayR	3			12													3
sable fin- drumlins >50 cm, 20%<p<50%	1d				20				25									5
sable moyen 50%<p<80%	1f									20	12	16			8			4
champs de blocs et tourbe	1fp											2						1
till, sable fin 50%<p<80%	1h	4			16				20		12			8				4
sable fin à très fin >50 cm, p<5%	2bf	4			16				20			8						4
sable fin à très fin 30-50 cm, p<5%	2bfR				12													3
sable moyen à sable gravier, 20%<p<50%	2bg	2			8				10			4						2
sable moyen à sable gravier, p<5%	2bm	4			16				20			8						4
alluvions - dominance limon	3al												6					2
alluvions - dominance sable	3as							15					9			3	3	
sable fin >50 cm, p<5%	3bf				16				20									4
limon argileux à limon sableux	5l				20				25		15			10				5
humus 30-50 cm	7cR					4												1
tourbe >1 m	7p														1	1	1	
tourbe épaisse boisée	7pB														1	1	1	
tourbe mince 0,4 à 1 m	7t															1	1	
tourbe mince boisée	7tB														1	1	1	
sable fin >50 cm	9b	4			16													4
roc et mat. org. < 10 cm	R	1																1
roc et tourbe	R7		1															1
		1	1	4	5	4	5	5	5	5	3	4	2	3	2	2	1	1

5 - très élevé
4 - élevé
3 - modéré
2 - faible
1 - très faible

TERRITOIRE DE GIRARDVILLE <interprétation PIG>

		excès	varié	bon		bon à modéré		modérément bon		imparfait		imparfait à mauvais		mauvais		très mauvais	
		1	16	2	2*	23	23*	3	3*	4	4*	45	45*	5	5*	6	6*
sable fin loameux >50 cm, 20%<p<50%	1a			16	20			16	20	12	12						4
sable fin loameux 30-50 cm, 20%<p<50%	1aR	6		8	10			8									2
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ay	12		16				16		12							4
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ayR	6		8													2
sable fin- drumlins >50 cm, 20%<p<50%	1d			16				16									4
sable moyen 50%<p<80%	1f								20	12	12			8			4
champs de blocs et tourbe	1fp										2						1
till, sable fin 50%<p<80%	1h	12		16				16		12			8				4
sable fin à très fin >50 cm, p<5%	2bf	15		20				20			10						5
sable fin à très fin 30-50 cm, p<5%	2bfR			12													3
sable moyen à sable gravier, 20%<p<50%	2bg	12		16				16			8						4
sable moyen à sable gravier, p<5%	2bm	15		20				20			10						5
alluvions - dominance limon	3al										2						1
alluvions - dominance sable	3as						10				4				2	2	2
sable fin >50 cm, p<5%	3bf			20				20									5
limon argileux à limon sableux	5l			12				12		9			6				3
humus 30-50 cm	7cR				5												1
tourbe >1 m	7p													1	1	1	
tourbe épaisse boisée	7pB													1	1	1	
tourbe mince 0,4 à 1 m	7t													1	1		
tourbe mince boisée	7tB													1	1	1	
sable fin >50 cm	9b	15		20													5
roc et mat. org. < 10 cm	R	3															1
roc et tourbe	R7		2														1
		3	2	4	5	5	5	4	5	3	3	2	2	2	1	1	

5 - très élevé
4 - élevé
3 - modéré
2 - faible
1 - très faible

TERRITOIRE DE GIRARDVILLE <interprétation BLEUET>

	excès	varié	bon		bon à modéré		modérément bon		imparfait		imparfait à mauvais		mauvais		très mauvais		
			1	16	2	2*	23	23*	3	3*	4	4*	45	45*	5	5*	6
sable fin loameux >50 cm, 20%<p<50%	1a				8	8			10	10	6	6					2
sable fin loameux 30-50 cm, 20%<p<50%	1aR	4			8	8			20								2
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ay	6			12				15		9						3
sable variable 30-50 cm, 20%<p<50%	1ayR	6			12												3
sable fin- drumlins >50 cm, 20%<p<50%	1d				12				15								3
sable moyen 50%<p<80%	1f									10	6	6			6		2
champs de blocs et tourbe	1fp												2				1
till, sable fin 50%<p<80%	1h	4			8				10		6			2			2
sable fin à très fin >50 cm, p<5%	2bf	8			16				20			8					4
sable fin à très fin 30-50 cm, p<5%	2bfR				16												4
sable moyen à sable gravier, 20%<p<50%	2bg	6			12				15			6					3
sable moyen à sable gravier, p<5%	2bm	10			20				25			10					5
alluvions - dominance limon	3al												4				2
alluvions - dominance sable	3as							15					6			3	3
sable fin >50 cm, p<5%	3bf				16				20								4
limon argileux à limon sableux	5l				8				10		6			2			2
humus 30-50 cm	7cR					5											1
tourbe >1 m	7p													1	1	1	
tourbe épaisse boisée	7pB													1	1	1	
tourbe mince 0.4 à 1 m	7t														1	1	
tourbe mince boisée	7tB													1	1	1	
sable fin >50 cm	9b	8			16												4
roc et mat. org. < 10 cm	R	2															1
roc et tourbe	R7		2														1
		2	2	4	4	5	5	5	5	3	3	2	2	1	1	1	

5 - très élevé
 4 - élevé
 3 - modéré
 2 - faible
 1 - très faible

TERRITOIRE DE GIRARDVILLE <interprétation PET>

	excès	varié	bon		bon à modéré		modérément bon		imparfait		imparfait à mauvais		mauvais		très mauvais		
			1	16	2	2*	23	23*	3	3*	4	4*	45	45*	5	5*	6
sable fin loameux >50 cm, 20% < p < 50%	1a				15	20			25	25	20	20					5
sable fin loameux 30-50 cm, 20% < p < 50%	1aR	8			12	16			20								4
sable variable 30-50 cm, 20% < p < 50%	1ay	10			15				25		20						5
sable variable 30-50 cm, 20% < p < 50%	1ayR	8			12												4
sable fin- drumlins >50 cm, 20% < p < 50%	1d				15				25								5
sable moyen 50% < p < 80%	1f									15	12	12			6		3
champs de blocs et tourbe	1fp												3				1
till, sable fin 50% < p < 80%	1h	8			12				20		16			8			4
sable fin à très fin >50 cm, p < 5%	2bf	10			15				25				15				5
sable fin à très fin 30-50 cm, p < 5%	2bfR				12												4
sable moyen à sable gravier, 20% < p < 50%	2bg	8			12				20				12				4
sable moyen à sable gravier, p < 5%	2bm	6			9				15				9				3
alluvions - dominance limon	3al												15				5
alluvions - dominance sable	3as							20					15		5	5	
sable fin >50 cm, p < 5%	3bf				15				25								5
limon argileux à limon sableux	51				15				25		20			10			5
humus 30-50 cm	7cR						4										1
tourbe > 1 m	7p														1	1	1
tourbe épaisse boisée	7pB														1	1	1
tourbe mince 0,4 à 1 m	7t															1	1
tourbe mince boisée	7tB														1	1	1
sable fin >50 cm	9b	6			9												3
roc et mat. org. < 10 cm	R	2															1
roc et tourbe	R7				2												1
		2	2	3	4	4	4	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1

5 - très élevé
 4 - élevé
 3 - modéré
 2 - faible
 1 - très faible

Annexe 4. Grille de pondération pour l'évaluation du potentiel d'exploitation forestière

Grille de pondération pour l'évaluation du potentiel d'exploitation forestière

Potentiel de croissance forestière	Potentiel traficabilité	Risque d'érosion	Potentiel exploitation forestière
Élevé	Élevé	Élevé	Modéré
Élevé	Élevé	Modéré	Élevé
Élevé	Élevé	Faible	Élevé
Élevé	Modéré	Élevé	Modéré
Élevé	Modéré	Modéré	Élevé
Élevé	Modéré	Faible	Élevé
Élevé	Faible	Élevé	Modéré
Élevé	Faible	Modéré	Modéré
Élevé	Faible	Faible	Modéré
Modéré	Élevé	Élevé	Modéré
Modéré	Élevé	Modéré	Modéré
Modéré	Élevé	Faible	Élevé
Modéré	Modéré	Élevé	Modéré
Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
Modéré	Modéré	Faible	Modéré
Modéré	Faible	Élevé	Faible
Modéré	Faible	Modéré	Faible
Modéré	Faible	Faible	Faible
Faible	Élevé	Élevé	Faible
Faible	Élevé	Modéré	Faible
Faible	Modéré	Élevé	Faible
Faible	Modéré	Modéré	Faible
Faible	Modéré	Faible	Faible
Faible	Faible	Élevé	Faible
Faible	Faible	Modéré	Faible
Faible	Faible	Faible	Faible

**Annexe 5. Base de données des interprétations du cadre écologique de référence pour
chaque topo-système du territoire de Girardville**

No.	TYPE	TG1	TG2	TG3	TG4	TG5	TG6	P1	P2	P3	P4	PS	P6	%TRAF	%EROS	%FOR	EXPL	%PIG	%EPN	%EPB	CHOIX	%MART	%BLEU
1	1aR/2/a	1aR/2	1aR/3	1a/4				70	20	10	0	0	0	76	57	78	1	34	45	52	4	60	41
2	1aR/2/a	1aR/2	1a/3	1aR/3				50	30	20	0	0	0	67	52	80	1	42	60	66	4	60	44
3	1a/2/b	1a/2	1aR/2	1a/3				50	30	20	0	0	0	61	50	80	1	54	61	74	4	60	34
4	1aR/2/D	1aR/2	1aR/2*	R/1				70	20	10	0	0	0	62	83	77	3	32	33	46	0	54	10
5	1aR/2/D	1aR/2	R/1					80	20	0	0	0	0	64	55	66	2	28	30	39	0	48	7
6	1aR/2/b	1aR/2	1a/2	1a/3	1a/4			50	20	20	10	0	0	63	51	78	1	46	58	66	2	60	33
7	1aR/2/C	1aR/2	1a/3	1aR/3				70	20	10	0	0	0	71	57	80	1	38	51	60	4	60	18
8	1a/2/b	1a/2	1a/3	1aR/2				60	20	20	0	0	0	59	49	80	1	58	63	78	4	60	34
9	1aR/2/b	1aR/2	1a/2	1a/3				70	20	10	0	0	0	72	58	80	1	42	47	60	2	60	33
10	1aR/2/b	1aR/2	1a/2	1aR/3	7tB/6			60	20	10	10	0	0	68	53	72	1	36	41	51	4	64	34
11	1a/2/B	1a/2	1a/3	1aR/2	1a/3*			50	20	20	10	0	0	57	49	82	1	59	67	80	2	60	34
12	1ay/2/c	1ay/2	1ay/3					70	30	0	0	0	0	70	44	64	2	64	72	86	2	60	32
13	1ay/2/a	1ay/2	1ay/3	1ay/4				70	20	10	0	0	0	70	43	62	2	62	70	82	2	60	49
14	1ay/2/b	1ay/2	1ay/3	1a/2	1a/3			60	20	10	10	0	0	67	44	67	2	64	72	86	2	60	48
15	1a/2/a	1a/2	1a/3	1aR/2				50	30	20	0	0	0	57	48	80	1	58	67	80	2	60	34
16	1a/2/b	1a/2	1a/3					80	20	0	0	0	0	57	46	80	1	58	67	80	2	60	34
17	1a/2/a	1a/2	1a/3	1a/4				60	20	20	0	0	0	50	41	76	1	61	72	80	2	60	32
18	1a/2/a	1a/2	1a/3					80	20	0	0	0	0	55	46	80	1	64	68	84	2	60	34
19	1a/2/a	1a/2	1a/3	1a/4				60	30	10	0	0	0	50	42	78	1	62	74	84	2	60	34
20	1a/3/A	1a/3	1a/4	1a/3*				70	20	10	0	0	0	36	35	78	2	62	96	92	4	60	37
21	1a/3/A	1a/3	1a/4	1a/2				50	30	20	0	0	0	41	35	74	1	59	86	84	4	60	34
22	1a/2/a	1a/2	1a/3	1a/4				50	40	10	0	0	0	48	41	78	1	62	78	86	2	60	34
23	7pB/6/a	7pB/6	1a/2					60	40	0	0	0	0	26	22	34	3	28	31	34	0	84	15
24	1a/2/a	1a/2	1a/3					60	40	0	0	0	0	50	43	80	1	64	76	88	2	60	35
25	1a/4/A	1a/4	1a/3	7pB/6				50	40	10	0	0	0	33	27	62	2	50	81	70	1	64	28
26	1a/2/b	1a/2	1a/3	1f/4				70	20	10	0	0	0	55	42	76	1	62	67	81	2	64	33
27	1a/2/b	1a/2	1a/3	1a/4	3bf/3			50	30	10	10	0	0	48	42	78	1	64	76	84	2	64	38
28	1a/2/b	1a/2	1a/3	1a/4				70	20	10	0	0	0	53	43	78	1	62	70	82	2	60	33
29	1a/2/b	1a/2	1a/3	1aR/2	1a/2*			50	20	20	10	0	0	59	50	82	1	59	63	80	2	60	34
30	1a/3*/A	1a/3*	1a/2*	1a/3	1a/4			40	20	20	20	0	0	41	43	88	1	70	88	92	4	60	35
31	1a/3/B	1a/3	1a/2	1a/3*	1a/2*			40	30	20	10	0	0	46	44	86	1	69	84	94	4	60	37
32	1a/3/a	1a/3	1a/2					80	20	0	0	0	0	41	38	80	1	64	92	96	4	60	38
33	5l/4/a	5l/4	1a/2	5l/3	5l/5*	7pB/6		30	30	20	10	10	0	31	41	62	2	42	67	66	4	88	26
34	1a/3/a	1a/3	1a/2	1a/4				60	20	20	0	0	0	41	36	76	1	61	88	88	4	60	35
35	1a/3/b	1a/3	1a/2	1f/4	1f/3*			50	20	20	10	0	0	48	34	69	1	62	78	84	2	72	35
36	1a/2/C	1a/2	1a/3	1aR/2				60	20	20	0	0	0	59	49	80	1	58	63	78	2	60	22
37	1a/3/A	1a/3	1a/2	1a/4				60	30	10	0	0	0	43	38	78	1	62	86	90	4	60	36
38	1a/3/A	1a/3	1a/2					80	20	0	0	0	0	41	38	80	1	64	92	96	4	60	38
39	1a/3/A	1a/3	1a/4	1a/2				60	30	10	0	0	0	38	34	74	2	59	90	86	4	60	34
40	1a/3/A	1a/3	1a/4	7pB/6				40	40	20	0	0	0	30	25	57	2	46	74	65	4	68	26
41	1a/4/A	1a/4	1a/3	7pB/6				60	20	20	0	0	0	30	22	53	3	42	70	57	1	68	23
42	1a/3/A	1a/3	1a/3*	3bf/3				80	10	10	0	0	0	36	38	82	2	67	98	98	4	64	44

No.	TYPE	TG1	TG2	TG3	TG4	TG5	TG6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	%TRAF	%EROS	%FOR	EXPL	%PIG	%EPN	%EPB	CHOIX	%MART	%BLEU
43	1a/3/a	1a/3	1a/2	1a/4				80	10	10	0	0	0	38	36	78	1	62	94	94	4	60	38
44	1a/3/A	1a/3	1a/2	1a/4	7pB/6			50	20	20	10	0	0	38	33	68	2	55	79	78	4	64	32
45	1a/4/A	1a/4	1a/3	1f/5*				40	40	20	0	0	0	33	26	61	2	51	77	70	4	68	30
46	1ay/2/A	1ay/2	1ay/3					80	20	0	0	0	0	74	46	64	2	64	68	84	2	60	50
47	1a/3/A	1a/3	1a/4	1a/2				70	20	10	0	0	0	38	35	76	2	61	92	90	4	60	36
48	1a/3/A	1a/3	1a/4	7pB/6				60	30	10	0	0	0	33	29	66	2	53	85	78	1	64	32
49	1a/2/a	1a/2	1a/4	1f/5*				70	20	10	0	0	0	51	39	70	1	58	60	71	2	64	30
50	1a/4/A	1a/4	1a/2					90	10	0	0	0	0	38	26	62	2	50	78	62	4	60	25
51	1h/4/a	1h/4	1h/2	7pB/6				70	20	10	0	0	0	62	18	35	3	47	56	47	7	100	24
52	1f/4/A	1f/4	1a/3	1f/5*				50	40	10	0	0	0	46	23	52	2	53	66	67	4	84	30
53	1f/4/A	1f/4	7pB/6	1a/3	1f/5*			40	30	20	10	0	0	34	16	34	3	36	45	44	0	92	21
54	1h/2/b	1h/2	1h/3	1f/4	1f/5*			50	20	20	10	0	0	76	25	43	1	58	52	61	2	100	31
55	2bf/45/A	2bf/45	2bf/3	7pB/6*				80	10	10	0	0	0	23	23	40	3	40	48	34	6	100	34
56	1a/3/A	1a/3	1a/4	7t/6*				70	20	10	0	0	0	33	30	68	2	55	86	82	4	64	33
57	1f/4/A	1f/4	1f/5*	1a/3	7pB/6			70	10	10	10	0	0	48	16	36	3	44	47	47	0	96	24
58	1a/4/A	1a/4	7pB/6	7p/6*	1a/3			50	20	20	10	0	0	23	17	40	3	32	54	42	4	76	18
59	1f/4/A	1f/4	1a/3					70	30	0	0	0	0	53	22	49	3	53	64	64	4	88	29
60	1a/4/A	1a/4	1a/3	7pB/6				70	20	10	0	0	0	33	24	58	2	47	77	62	4	64	25
61	1ay/2/a	1ay/2	1ay/1	7pB/6				70	20	10	0	0	0	66	44	52	2	55	47	60	2	64	39
62	1ay/2/b	1ay/2	1ay/1	1ay/3				70	20	10	0	0	0	70	47	58	2	61	56	70	5	60	44
63	1f/4/a	1f/4	1h/2	1f/5*				70	20	10	0	0	0	64	18	37	3	50	46	50	7	100	26
64	1h/2/a	1h/2	1f/4	1f/5*				50	40	10	0	0	0	76	23	41	3	54	46	54	7	100	28
65	1h/2/a	1h/2	1h/3	1f/4*				70	20	10	0	0	0	88	29	47	2	62	56	67	5	100	33
66	1h/2/a	1h/2	1h/3	1f/4				40	30	30	0	0	0	76	25	44	3	59	58	64	2	100	32
67	1f/4*/B	1f/4*	1f/5*					80	20	0	0	0	0	52	14	53	2	45	53	58	7	100	24
68	1f/4/A	1f/4	7pB/6	1f/5*				60	20	20	0	0	0	41	12	27	3	36	36	36	0	100	20
69	7pB/6/A	7pB/6	1h/3	1h/5				70	20	10	0	0	0	17	8	15	3	19	28	22	0	100	12
70	1h/2/b	1h/2	1h/3					60	40	0	0	0	0	84	29	48	3	64	61	70	7	100	35
71	1h/2/a	1h/2	1h/3	1h/1				70	20	10	0	0	0	92	30	46	2	62	51	62	5	96	32
72	1h/2/b	1h/2	1h/3	1h/1				60	20	20	0	0	0	92	30	43	3	61	48	58	3	92	30
73	1h/2/a	1h/2	1h/3	1h/1	7pB/6			60	20	10	10	0	0	82	28	41	3	56	48	56	7	96	29
74	1f/4/a	1f/4	1f/4*	1h/2	1f/5*			40	30	20	10	0	0	64	47	37	1	50	49	54	7	100	26
75	1ay/2/a	1ay/2	1a/2	1ay/3				70	20	10	0	0	0	73	28	67	3	64	64	82	2	60	46
76	1h/2/b	1h/2	1h/3	1h/1	1f/4			50	30	10	10	0	0	84	44	44	1	61	54	62	5	96	32
77	2bf/2/A	2bf/2	2bf/1	2bf/3	2bg/2	2bg/1		60	10	10	10	10	0	66	44	67	1	73	42	52	3	92	57
78	2bg/2/A	2bg/2	2bg/1	2bf/2	2bm/2	2bm/1		40	20	20	10	10	0	88	35	50	2	65	27	35	3	88	49
79	2bf/2/A	2bf/2	2bf/1	2bm/2	2bm/1	2bg/2		50	20	10	10	10	0	68	43	62	1	72	36	46	3	88	55
80	2bf/45/A	2bf/45	2bf/3	3as/45*				70	20	10	0	0	0	26	27	49	3	46	53	42	7	100	41
81	1a/4/A	1a/4	1a/3	1a/2	1a/4*	1a/3*		50	20	10	10	10	0	38	38	70	2	56	86	76	1	60	30
82	2bm/2/A	2bm/2	2bm/1	2bg/1	2bg/2			40	20	20	20	0	0	88	32	46	3	66	29	37	3	84	54
83	2bm/3/A	2bm/3	2bm/2	2bm/45	2bg/1	2bg/2	7t/6*	30	20	20	10	10	10	57	24	46	3	60	47	48	7	96	62
84	2bf/3/A	2bf/3	2bf/2	2bf/45				40	40	20	0	0	0	43	38	72	1	72	61	64	7	100	64

No.	TYPE	TG1	TG2	TG3	TG4	TG5	TG6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	%TRAF	%EROS	%FOR	EXPL	%PIG	%EPN	%EPB	CHOIX	%MART	%BLEU
85	3as/6*/A	3as/6*	2bf/45	7t/6*	2bfR/2			50	20	20	10	0	0	16	20	25	3	18	20	18	0	100	20
86	2bf/2/a	2bf/2	2bf/3	3as/45*				60	20	20	0	0	0	46	42	74	1	67	52	62	5	100	59
87	2bf/2/b	2bf/2	2bf/1	2bfR/2	2bf/3			50	20	20	10	0	0	58	50	72	1	70	42	53	3	92	59
88	2bf/45/A	2bf/45	7tB/6	7tB/6*				70	20	10	0	0	0	18	18	29	3	29	37	24	0	100	24
89	2bf/45/A	2bf/45	2bf/3	7pB/6*	7pB/6			60	20	10	10	0	0	22	22	41	3	41	47	36	6	100	36
90	2bf/2/A	2bf/2	2bf/1	2bf/3	9b/1			50	20	20	10	0	0	53	46	68	1	74	45	53	3	88	58
91	2bf/2/b	2bf/2	2bf/1					80	20	0	0	0	0	60	48	72	1	76	42	54	3	92	58
92	1h/2/b	1h/2	1h/1	1h/3				80	10	10	0	0	0	96	31	46	3	62	48	61	5	96	31
93	2bg/2/D	2bg/2	2bg/1	2bf/2				60	20	20	0	0	0	72	55	50	2	64	26	34	3	92	26
94	2bf/2/a	2bf/2	2bf/1	2bf/3	2bm/2	2bm/1		50	20	10	10	10	0	62	44	66	2	74	42	51	3	88	58
95	2bm/2/a	2bm/2	2bf/2	2bm/1	2bf/3	7pB/6		40	30	10	10	10	0	62	34	61	2	70	44	55	3	96	64
96	1a/2/a	1a/2	2bf/2	1a/3	2bf/3			40	30	20	10	0	0	53	44	80	1	70	66	79	7	76	48
97	1h/2/a	1h/2	1h/5	7pB/6	1h/1	1f/5*		40	20	20	10	10	0	57	19	30	3	41	32	38	0	96	19
98	2bf/2/a	2bf/2	2bf/3	2bg/2	7t/6*			50	20	20	10	0	0	58	38	66	2	69	45	55	3	100	58
99	2bf/2/b	2bf/2	2bf/1	2bf/3	2bm/2	2bm/1		50	20	10	10	10	0	62	44	66	1	74	42	51	3	88	58
100	2bm/2/C	2bf/2	2bm/2	2bm/1	2bf/1			40	30	20	10	0	0	70	40	62	1	74	38	50	3	88	61
101	1a/2/b	1a/2	1a/3	1a/4				60	20	20	0	0	0	50	41	76	1	61	72	80	2	60	32
102	2bf/45/a	2bf/45	2bf/2	7pB/6*				60	30	10	0	0	0	33	29	48	3	48	44	39	0	100	39
103	2bg/45/A	2bg/45	2bf/45	2bg/3	2bg/2	7t/6*		30	30	20	10	10	0	42	42	34	3	41	32	26	0	100	34
104	2bf/45/A	2bf/45	2bf/3	7t/6*				70	20	10	0	0	0	24	24	44	3	44	50	39	6	100	39
105	7pB/6/a	7pB/6	2bg/2	2bg/1	2bf/3			50	30	10	10	0	0	46	18	27	3	34	22	20	0	96	27
106	2bm/2/b	2bm/2	2bg/1	2bg/2	2bm/1	3as/45*		40	20	20	10	10	0	82	32	48	2	62	31	39	3	88	53
107	2bg/2/a	2bg/2	2bg/1	2bf/2	7pB/6	7t/6*		40	20	20	10	10	0	73	30	41	3	52	22	28	3	92	38
108	3as/45*/A	3as/45*	7t/6*					80	20	0	0	0	0	14	26	39	3	14	30	30	0	100	20
109	3as/45*/A	3as/45*	3bf/3	7t/6*				60	20	20	0	0	0	18	30	46	3	26	38	38	0	100	31
110	3as/45*/A	3as/45*	3as/23*					80	20	0	0	0	0	19	38	54	3	21	38	41	0	100	31
111	3bf/2/A	3bf/2	3bf/3					80	20	0	0	0	0	55	61	80	1	80	54	67	3	100	67
112	1h/2/b	1h/2	7pB/67	1h/3	1h/4			60	20	10	10	0	0	73	24	38	3	50	46	52	7	100	26
113	5l/3/A	5l/3	5l/4	3al/45*	5l/2			50	20	20	10	0	0	24	54	70	2	38	79	75	4	100	31
114	7pB/6*/A	7pB/6*	7t/6*					60	40	0	0	0	0	4	4	4	3	4	9	4	0	100	4
115	3as/45*/A	3as/45*	7pB/6*	7p/6				50	40	10	0	0	0	10	18	26	3	10	24	20	0	100	14
116	1a/2/a	1a/2	1a/3	1a/4	1fp/45			60	20	10	10	0	0	50	39	72	1	57	65	75	4	64	30
117	2bf/2/a	2bf/2	7pB/6	2bf/45				50	40	10	0	0	0	34	28	46	3	46	34	37	3	100	37
118	7pB/6/A	7pB/6						100	0	0	0	0	0	4	4	4	3	4	12	4	0	100	4
119	7pB/6/A	7pB/6	7p/6	7pB/6*				60	30	10	0	0	0	4	4	4	3	4	11	4	0	100	4
120	7p/6*/A	7p/6*	7pB/6					60	40	0	0	0	0	4	4	4	3	4	10	4	0	100	4
121	7pB/6/A	7pB/6	7p/6					80	20	0	0	0	0	4	4	4	3	4	11	4	0	100	4
122	1a/4/a	1a/4	7pB/6	1a/2	1a/3			60	20	10	10	0	0	32	24	53	3	42	66	55	1	68	22
123	7pB/6/A	7pB/6	7p/6	2bf/45				40	30	30	0	0	0	10	10	15	3	15	22	12	0	100	12
124	7p/6/A	7p/6	7pB/6*	7p/6*				70	20	10	0	0	0	4	4	4	3	4	9	4	0	100	4
125	7p/6/A	7p/6	7pB/6					80	20	0	0	0	0	4	4	4	3	4	9	4	0	100	4
126	7p/6*/A	7p/6*	7pB/6*					80	20	0	0	0	0	4	4	4	3	4	9	4	0	100	4

No.	TYPE	TG1	TG2	TG3	TG4	TG5	TG6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	%TRAF	%EROS	%FOR	EXPL	%PIG	%EPN	%EPB	CHOIX	%MART	%BLEU
127	7pB/6/A	7pB/6	7p/6*					80	20	0	0	0	0	4	4	4	3	4	11	4	0	100	4
128	7p/6*/A	7p/6*	7pB/6*					60	40	0	0	0	0	4	4	4	3	4	10	4	0	100	4
129	7pB/6*/A	7pB/6*	7p/6*					80	20	0	0	0	0	4	4	4	3	4	11	4	0	100	4
130	1a/4/a	1a/4	1a/3	7pB/6	1a/2			50	20	20	10	0	0	32	25	55	2	44	68	59	1	68	24
131	9b/1/a	9b/1	9b/2					80	20	0	0	0	0	40	48	48	3	64	22	26	3	68	38
132	1ay/2/b	1ay/2	1ay/1	2bf/2				70	20	10	0	0	0	72	48	59	1	62	51	66	5	64	45
133	R7/16/a	R7/16	7cR/23					80	20	0	0	0	0	54	18	10	3	10	13	6	0	53	10
134	R/1/B	R/1	1aR/2					80	20	0	0	0	0	96	29	22	3	16	10	13	0	45	13
135	1aR/2/a	1aR/2	1a/2	1a/3	R/1	1f/5*		40	30	10	10	10	0	66	46	67	1	43	45	57	7	58	30
136	1a/2/a	1a/2	1a/3	1f/3*				80	10	10	0	0	0	58	45	78	1	66	64	82	2	64	34
137	1a/2/D	1a/2	1aR/2	1aR/1				80	10	10	0	0	0	44	71	76	2	57	53	70	2	60	10
138	1a/2/C	1a/2	1a/3					90	10	0	0	0	0	58	47	80	1	64	64	82	2	60	13
139	1a/2/C	1a/2	1a/3	1a/3*				70	20	10	0	0	0	53	46	82	1	66	72	86	2	60	14
140	1ay/2/D	1ay/2	1ay/1					80	20	0	0	0	0	54	68	58	2	61	52	68	5	60	23
141	1a/2/B	1a/2	1a/3*	1a/3	3as/45*			60	20	10	10	0	0	48	45	81	1	62	70	82	2	64	34
142	1a/2/B	1a/2	1a/3					80	20	0	0	0	0	55	46	80	1	64	68	84	2	60	34
143	1a/2/B	1a/2	1a/3	1a/3*	1a/2*			50	20	20	10	0	0	50	47	86	1	69	76	90	2	60	35
144	1a/2/B	1a/2	1a/3	1f/4*	1a/3*			50	20	20	10	0	0	53	39	73	1	62	72	83	2	68	33
145	1a/2/B	1a/2	1a/3	1a/3*				60	20	20	0	0	0	50	46	84	1	67	76	88	2	60	35
146	1ayR/2/C	1ayR/2	2bfR/2	1ayR/1				50	30	20	0	0	0	88	53	62	2	35	31	41	0	72	28
147	7pB/6/A	7pB/6	1a/4					70	30	0	0	0	0	14	10	21	3	17	32	21	0	88	10
148	7pB/6/A	7pB/6	7pB/6*	2bf/2				70	20	10	0	0	0	10	8	12	3	12	16	10	0	100	10
149	7t/6*/A	7t/6*	3as/45*					80	20	0	0	0	0	6	10	13	3	6	10	10	0	100	8
150	2bf/45/A	2bf/45	2bf/3	2bm/3	7pB/6	2bm/45		30	20	20	20	10	0	28	22	45	3	49	54	46	7	100	50
151	1a/2/b	1a/2	1a/3	1a/4	1f/5*			50	20	20	10	0	0	46	37	70	1	58	68	75	4	64	31
152	5l/3/A	5l/3	5l/2					60	40	0	0	0	0	30	68	80	2	48	84	92	4	100	37
153	1aR/2/b	1aR/2	1aR/3	1a/4				70	20	10	0	0	0	76	57	78	1	34	45	52	4	60	41
154	1a/2/b	1a/2	1a/3	1a/4				80	10	10	0	0	0	55	44	78	1	62	66	80	2	60	32
155	1a/2/b	1a/2	1a/3					70	30	0	0	0	0	53	44	80	1	64	72	86	2	60	34
156	1a/2/b	1a/2						100	0	0	0	0	0	60	48	80	1	64	60	80	2	60	32
157	1a/2/c	1a/2	1aR/2					80	20	0	0	0	0	64	51	80	1	58	55	74	2	60	12
158	1ay/2/C	1ay/2	1ay/3	2bf/2				70	20	10	0	0	0	72	46	66	1	66	67	82	2	64	32
159	1ay/2/b	1ay/2	1ay/3					70	30	0	0	0	0	70	44	64	2	64	72	86	2	60	52
160	1aR/2/c	1aR/2	1f/5*					90	10	0	0	0	0	74	58	74	1	32	35	46	0	64	11
161	7pB/6/A	7pB/6	1aR/3					90	10	0	0	0	0	12	8	12	3	7	17	10	0	96	12
162	1a/2/B	1a/2	1a/3					60	40	0	0	0	0	50	43	80	1	64	76	88	2	60	35
163	1a/2/b	1a/2	1a/3	1a/3*				80	10	10	0	0	0	55	47	82	1	66	68	84	2	60	34
164	1a/2/B	1a/2	1a/3	1a/3*				60	20	20	0	0	0	50	46	84	1	67	76	88	2	60	35
165	1a/2/A	1a/2	1a/3					80	20	0	0	0	0	55	46	80	1	64	68	84	2	60	34
166	1a/2/b	1a/2	1a/3	1aR/2				80	10	10	0	0	0	60	48	80	1	61	62	79	7	60	33
167	1a/2/B	1a/2	1aR/2					90	10	0	0	0	0	62	50	80	1	61	58	77	2	60	32
168	1a/2/C	1a/2	1aR/2	R/1				60	30	10	0	0	0	70	50	73	1	49	47	63	2	54	10

No.	TYPE	TG1	TG2	TG3	TG4	TG5	TG6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	% TRAF	% EROS	% FOR	EXPL	% PIG	% EPN	% EPB	CHOIX	% MART	% BLEU
169	1a/2/C	1a/2	1a/3					80	20	0	0	0	0	55	46	80	1	64	68	84	2	60	14
170	1a/2/A	1a/2	1a/3					90	10	0	0	0	0	58	47	80	1	64	64	82	7	60	33
171	1a/2/A	1a/2	1a/3					70	30	0	0	0	0	53	44	80	1	64	72	86	2	60	34
172	R/1/C	R/1	1aR/2					80	20	0	0	0	0	96	29	22	2	16	10	13	0	45	13
173	7p/6/A	7p/6						100	0	0	0	0	0	4	4	4	3	4	8	4	0	100	4
174	7p/6/A	7p/6	7p/6*					80	20	0	0	0	0	4	4	4	3	4	8	4	0	100	4
175	1h/2/b	1h/2	1h/3	7pB/6				60	30	10	0	0	0	78	27	44	2	58	54	63	2	100	32
176	2bm/2/A	2bm/2	2bf/2	2bm/1	2bf/3			40	40	10	10	0	0	68	39	69	1	78	48	61	5	96	70
177	1ay/2/B	1ay/2	1ay/1					90	10	0	0	0	0	77	48	61	2	62	56	74	5	60	46
178	2bm/2/A	2bm/2	2bm/1	2bf/2	2bf/1			60	20	10	10	0	0	76	35	57	2	74	38	50	3	88	66
179	2bf/2/A	2bf/2	2bf/1	2bm/2	2bm/1			70	10	10	10	0	0	64	45	70	1	76	42	54	3	92	60
180	2bf/2/A	2bf/2	2bf/1	2bf/3				70	20	10	0	0	0	58	47	72	1	76	45	56	3	92	59
181	2bg/2/A	2bg/2	2bg/1	2bf/2	2bf/1	7tB/6		50	20	10	10	10	0	82	32	41	3	56	21	26	3	88	39
182	7tB/6/A	7tB/6	7pB/6	R/1				50	30	20	0	0	0	23	7	5	3	6	10	4	0	80	5
183	1h/2/b	1h/2	1h/3	1fp/45				50	30	20	0	0	0	74	25	42	3	53	50	58	7	100	30
184	1h/2/a	1h/2	1h/3	1h/4	7tB/6			60	20	10	10	0	0	78	26	42	3	56	52	60	7	100	30
185	1h/2/b	1h/2	1h/3	1fp/45				70	20	10	0	0	0	85	28	45	3	58	51	62	2	100	31
186	7pB/6/A	7pB/6	7pB/6*					80	20	0	0	0	0	4	4	4	3	4	12	4	0	100	4
187	1h/2/b	1h/2	1f/4	7pB/6				60	30	10	0	0	0	78	24	40	3	53	44	53	7	100	27
188	1h/2/b	1h/2	1h/3					80	20	0	0	0	0	92	30	48	2	64	54	67	5	100	34
189	1h/2/b	1h/2	1h/3					90	10	0	0	0	0	96	31	48	2	64	51	66	5	100	33
190	1d/2/a	1d/2	1d/3	7pB/6*				70	20	10	0	0	0	80	55	72	1	58	63	76	4	64	46
191	7tB/6/A	7tB/6	7pB/6	7tB/6*				70	20	10	0	0	0	4	4	4	3	4	12	4	0	100	4
200	eau							100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	-1	0	0

LÉGENDE

No. - Unité

Type - Topo-système

TG1 à TG6 - Types géomorphologiques composant l'unité

P1 à P6 - Pourcentage d'occupation de type géomorphologique

% TRAF - Aptitude du topo-système pour la traficabilité (en %)

% EROS - Risque d'érosion du topo-système (en %)

% FOR - Aptitude à la croissance forestière (en %)

EXPL - Potentiel pour l'exploitation forestière

1 - Élevé

2 - Modéré

3 - Faible

9 - Plan d'eau

% PIG - Potentiel de croissance du pin gris (en %)

% EPN - Potentiel de croissance de l'épinette noire (en %)

% EPB - Potentiel de croissance de l'épinette blanche (en %)

CHOIX - Choix de l'essence de reboisement

0 - Reboisement non recommandé

1 - EPN

2 - EPB

3 - PIG

4 - EPN ou EPB

5 - EPB ou PIG

6 - EPN ou PIG

7 - EPN ou EPB ou PIG

-1 - Plan d'eau

% MART - Potentiel d'habitat pour la martre d'Amérique (en %)

% BLEU - Potentiel de culture du bleuet nain (en %)