



Application de la sylviculture par objectifs (SPO) dans trois peuplements de feuillus tolérants en Outaouais

Philippe Nolet M. Sc.
Frédéric Doyon ing.f., Ph. D.

Avril 2005

Résumé

Diverses raisons historiques, administratives et opérationnelles ont mené le Québec et bien d'autres provinces canadiennes à encadrer la sylviculture dans un système normatif strict. Un tel système comporte de nombreux désavantages. D'autre part, Bédard et Brassard (2002) dévoilaient des résultats préoccupants concernant l'accroissement des peuplements jardinés de façon industrielle (Réseau des Effets Réels). En réponse à ce cadre normatif et à ces résultats, l'IQAFF propose l'approche de la sylviculture par objectifs (SPO) une nouvelle façon d'aborder le traitement de jardinage (jardinage-SPO). Les objectifs du projet étaient d'évaluer l'approche SPO dans un contexte opérationnel afin d'en faire ressortir les avantages et les limites. Les définitions et principes propres à l'approche SPO et au jardinage-SPO sont revus. Pour trois peuplements, la démarche permettant d'en arriver à un traitement adapté aux objectifs des partenaires, aux contraintes et aux potentiels des peuplements, est présentée en détail. Les prescriptions sylvicoles établies pour ces peuplements sont définitivement différentes que celles qui auraient été établies dans un contexte normatif. L'implémentation des prescriptions sur le terrain, malgré des problèmes dans certains peuplements, montre que l'approche SPO et le traitement jardinage-SPO peuvent être utilisés opérationnellement. Ces essais nous ont permis d'identifier plus clairement les avantages et les limites de l'approche. Finalement, deux séries de recommandations sont faites, une première portant sur des problématiques forestières identifiées dans le cadre du projet, et une seconde portant sur l'approche SPO.

Remerciements

Nous tenons à remercier les personnes suivantes pour leur implication dans le projet :

- ✍ Marc Riopel, MC Forêt
- ✍ Réjean Marois, MRNF
- ✍ Véronique Drolet, CGFA
- ✍ Éric Forget, IQAFF
- ✍ Régis Pouliot, IQAFF
- ✍ Pierrette Cyr, MRNF
- ✍ Dany Faucher, MRNF
- ✍ Guy Lesage, MRNF
- ✍ Elise Jolicoeur, stagiaire à l'IQAFF

Et tous les marteleurs, les techniciens d'inventaire et les équipes de récolte qui ont collaboré à ce projet.

Nous tenons à remercier spécialement Alain Gosselin, directeur régional de Forêt Québec en Outaouais, pour avoir permis des essais de cette approche novatrice, et ce, dans un contexte politique particulier (Commission Coulombe).

Nous tenons également à remercier les partenaires suivants :

- ✍ Groupe Lauzon
- ✍ MC Forêt
- ✍ Corporation de Gestion de la Forêt de l'Aigle
- ✍ Association Déroulage et Sciage de Feuillus du Québec
- ✍ La Société de diversification économique de l'Outaouais via Action Forêt Outaouais
- ✍ La Conférence régionale des élus de l'Outaouais via Action Forêt Outaouais

Table des matières

Résumé.....	ii
Remerciements.....	iii
Table des matières.....	iv
Liste des Tableaux et des Figures.....	v
Introduction.....	6
La SPO.....	6
Les définitions.....	7
Les principes de la SPO.....	7
Principe n°1.....	7
Principe n°2.....	7
Principe n°3.....	8
Principe n°4.....	8
Principe n°5.....	8
Le jardinage-SPO.....	9
Martelage positif d'éducation et d'utilité écologique.....	9
Martelage négatif de récolte.....	10
Martelage négatif d'éclaircie.....	10
Peuplements à l'étude.....	10
Démarche et méthodologie.....	10
Le peuplement cible.....	11
Le diagnostic sylvicole.....	13
État des connaissances.....	14
La prescription sylvicole.....	15
Peuplement-Forêt de l'Aigle.....	15
Peuplement-Vacances.....	15
Peuplement-Bras-Coupé.....	16
L'implémentation des traitements.....	17
Le protocole de suivi.....	18
Le suivi.....	18
Avantages de la SPO.....	19
Les limites de l'approche SPO.....	20
Conclusion et recommandations.....	21
Références.....	23
Annexe 1.....	33
Annexe 2.....	37

Liste des Tableaux et des Figures

Tableau 1 : Description du peuplement cible pour les trois secteurs.....	25
Tableau 2 : Description des peuplements actuels pour le diagnostic sylvicole.....	26
Tableau 3 : Tableau décrivant le protocole de suivi et les résultats de ce suivi pour le Peuplement-Vacances.....	27
Tableau 4 : Résultats des suivis dans les trois peuplements.....	28
Tableau 5a : Surface terrière résiduelle (m ² /ha) du secteur par essences et vigueurs pour la zone envahie du Peuplement-Bras-Coupé.....	29
Tableau 5b : Surface terrière (m ² /ha) à protégée initialement pour la zone envahie du Peuplement-Bras-Coupé.....	29
Figure 1 : Démarche poursuivie pour chacun des projets.....	30
Figure 2 : Accroissement simulé dans les trois peuplements selon différentes intensités de traitement.....	31
Figure 3 : Zones du Peuplement-Bras-Coupé et prescriptions sylvicoles correspondantes.....	32

Introduction

Diverses raisons historiques, administratives et opérationnelles ont mené le Québec et bien d'autres provinces canadiennes à encadrer la sylviculture dans un système normatif strict. Cette situation a) limite l'intégration des nouvelles connaissances dans les pratiques quotidiennes de la sylviculture; b) fait en sorte que l'on peut appliquer à des peuplements des traitements qui ne leur conviennent pas (Smith et al. 1996); c) a pour effet que les forestiers cessent de penser aux problèmes sylvicoles (Smith et al. 1996).

La Commission Coulombe écrivait d'ailleurs sur ce dernier point :

“Dans le cadre de ses réflexions préliminaires, la Commission a noté une tendance à établir de nouvelles normes pour régler les problèmes rencontrés. Cette façon de procéder engendre des coûts et des lourdeurs administratives découlant de l'application de la réglementation; elle est aussi susceptible de détériorer les relations entre les intervenants du milieu forestier. Pour les professionnels de la forêt, il s'ensuit une pratique de plus en plus complexe et rigide. En effet, la Commission a pris connaissance des préoccupations de plusieurs professionnels concernant le peu de marge de manœuvre dont ils jouissent pour mettre leur expertise à contribution dans la gestion et l'aménagement du milieu forestier québécois.”

C'est dans ce contexte que l'approche de la sylviculture par objectifs (SPO) a été développée (Doyon et al 2003 ; Nolet et al 2004 ; Nolet et al 2004). D'autre part, Bédard et Brassard (2002) dévoilaient des résultats préoccupants concernant l'accroissement des peuplements jardinés de façon industrielle (Réseau des Effets Réels). En effet, les auteurs observaient un accroissement net après 5 ans équivalent à 40% de celui observé dans les dispositifs expérimentaux du gouvernement pour une même période. En réponse à ces résultats, le MRNF et l'IQAFF proposent de revoir la façon de mettre en œuvre la coupe de jardinage en forêt publique, mais selon des perceptions très différentes. Alors que l'approche développée par le MRNF met l'emphase sur la récolte des individus les plus moribonds (Boulet 2003), En réponse à ces résultats, le MRNF et l'IQAFF proposent de revoir la façon de mettre en œuvre la coupe de jardinage en forêt publique

Dans le cadre ce projet, 3 essais d'application de l'approche de la SPO sont présentés. Les objectifs du projet étaient d'évaluer l'approche dans un contexte opérationnel afin d'en faire ressortir les avantages et les limites.

La SPO

La SPO a été décrite dans divers documents. Le document le plus complet en rapport avec cette approche demeure celui publié par Nolet et al (2004). Nous reprenons ici intégralement les définitions pertinentes et les principes de la SPO.

Les définitions

Qu'est ce que la sylviculture par objectifs ? Selon cette approche, les prescriptions sylvicoles relatives à un peuplement donné s'effectuent en fonction des objectifs d'aménagement d'une part, et des potentiels et contraintes spécifiques au peuplement d'autre part (Doyon et al 2003).

D'après le Manuel de Foresterie (OIFQ 1997), « C'est (...) l'aménagement qui fixe les objectifs à atteindre dans l'utilisation de la forêt tandis que la sylviculture fournit les moyens pour y parvenir ». Nous croyons fermement que cette vision de la dichotomie entre la sylviculture et l'aménagement est réductrice. La sylviculture par objectifs reconnaît implicitement la notion d'échelle : à chaque échelle correspond une série d'objectifs de sorte que la sylviculture possède ses objectifs propres tout comme l'aménagement.

Le lien entre l'aménagement et la sylviculture par objectifs se fait par l'intermédiaire du peuplement cible. Le peuplement cible se définit comme un peuplement idéal atteignable. Il constitue la principale interface entre le sylviculteur et l'aménagiste; ainsi, ce peuplement doit être décrit de façon consensuelle entre ces deux protagonistes. Les moyens pour atteindre ce peuplement cible sont déterminés par le sylviculteur, qui a en tête les objectifs et les contraintes de l'aménagement. Ce peuplement cible doit refléter les objectifs sociaux, économiques et écologiques de la société, du propriétaire et des utilisateurs.

Les principes de la SPO

Principe n°1

Les traitements sylvicoles sont déterminés en fonction de l'atteinte d'un peuplement cible.

En sylviculture par objectifs, on définit clairement le peuplement cible, c'est-à-dire la quantité désirée d'une constituante de l'écosystème à fournir un ou des produits donnés (par exemple : 30 tiges d'érable à sucre de qualité déroulage à l'hectare). L'effort sylvicole à appliquer au peuplement vise donc à le conduire au peuplement cible à moindre coût et dans le délai le plus bref possible. À chaque stade du peuplement correspond un peuplement cible intermédiaire, qui constitue une étape vers la production du peuplement cible final. À un stade donné, le traitement sylvicole retenu doit permettre d'atteindre la cible intermédiaire correspondante. Nous reviendrons plus tard sur ce concept central du peuplement cible.

Principe n°2

Les objectifs d'un traitement sont définis de façon précise et hiérarchisés.

En SPO, les buts, les objectifs et les moyens sont clairement distingués. Des buts et des objectifs clairs doivent être établis pour le peuplement cible final, les peuplements cibles intermédiaires et les traitements. Les objectifs d'un traitement sont définis et hiérarchisés, d'une part, en mesurant l'écart entre le peuplement actuel et le peuplement cible final, puis, d'autre part, en fonction de la hiérarchie des objectifs à l'échelle de peuplement cible. Supposons que pour un peuplement cible final, on ait deux objectifs i) avoir 60% de bouleau jaune et ii) avoir 60 % en tiges vigoureuses. Il faut dans un premier temps hiérarchiser ces deux objectifs. Supposons, pour les besoins, que le second est le plus important. Après inventaires dans le peuplement à traiter, on remarque que 45 % du peuplement est en bouleau jaune et que 45 % des tiges sont vigoureuses. Puisque nous avons considéré l'objectif concernant la vigueur des tiges plus important, davantage d'efforts devraient être mis sur cet objectif. Par contre, si après inventaires, nous

n'avions obtenu que 20% de bouleau jaune, nous aurions sans doute mis davantage d'efforts sur cet objectif.

Principe n°3

Les traitements sylvicoles sont adaptés aux caractéristiques du peuplement en termes de site, de structure et de composition.

Par ce principe, on entend, que les peuplements à traiter sont très précisément décrits. Cette description permet, d'une part d'estimer l'écart entre le peuplement actuel et le peuplement cible, permettant ainsi de d'établir clairement le ou les traitements sylvicoles (ainsi que les modalités de traitements) à effectuer. D'autre part, cette description peut dans, certains cas, permettre au sylviculteur de s'apercevoir qu'il est impossible (ou quasi-impossible) d'obtenir le peuplement cible. Le sylviculteur ne doit pas tenter l'impossible : il doit, avec l'aménagiste, réviser le peuplement cible. La classification structurale constitue un excellent outil de diagnostic pour l'analyse du potentiel d'un peuplement.

Principe n°4

La qualité d'un traitement est jugée en fonction de l'atteinte des objectifs, mesurée à l'aide d'indicateurs dans le cadre d'une procédure de suivi.

En sylviculture par objectifs, la procédure d'évaluation d'un traitement se fait par confrontation des résultats avec les objectifs visés et non en rapport à la conformité avec des normes. Il est nécessaire de distinguer trois niveaux de suivi : la simple vérification de l'exécution d'un traitement (suivi type 1), le suivi de l'atteinte des objectifs (suivi type 2) et la réévaluation des objectifs à la lumière des connaissances nouvellement acquises (suivi type 3).

En sylviculture par objectifs les paramètres à vérifier diffèrent selon les objectifs poursuivis. Prenons l'exemple du jardinage : en présence d'un objectif de régénération, un aspect de la vérification portera sur la régénération en essences désirées, alors que ce ne sera pas le cas si le traitement de jardinage ne visait pas d'objectif de régénération.

Conformément au principe d'amélioration continue, le suivi de l'efficacité du traitement (deuxième niveau) comprend une boucle de rétroaction permettant d'intégrer d'éventuelles actions correctives au cas où le traitement prescrit ne permettrait pas d'atteindre les objectifs. Par exemple, supposons que le traitement d'éclaircie commerciale prescrit n'ait pas permis d'atteindre l'objectif d'accroissement en diamètre de x mm par an sur les tiges d'avenir, des exemples de mesures correctives seraient la réalisation d'une seconde éclaircie ou la révision de la possibilité forestière. Un élément-clé de la SPO est la reconnaissance des succès et la mise à profit des échecs pour améliorer le processus.

Principe n°5

Le sylviculteur et l'aménagiste agissent en interaction ; le sylviculteur a une responsabilité accrue, à la fois en matière de détermination des objectifs et de mise en application des prescriptions sylvicoles.

Les principes précédents font apparaître la nécessité d'une relation interactive entre l'aménagiste et le sylviculteur. La première étape nécessitant une interaction entre le sylviculteur et l'aménagiste est la planification, pour laquelle l'aménagiste bénéficie d'un apport d'informations de la part du sylviculteur pour la définition des stratégies d'aménagement et de leur réalisme. La

deuxième interaction se situe au moment du choix et de l'application des traitements aux peuplements, étape à laquelle l'objectif peut être précisé et/ou modifié par le sylviculteur. Par exemple, l'objectif d'aménagement "production de matière ligneuse de qualité déroulage en pins" pourrait devenir, après évaluation du potentiel d'un peuplement donné par le sylviculteur, "production de x tiges de pin blanc comportant une bille de qualité déroulage et une bille de qualité sciage à l'hectare". Il pourra arriver que l'objectif doive être revu. Ainsi, un peuplement classé par l'aménagiste en production prioritaire "bouleau jaune" pourrait se voir plutôt affecté à un objectif de production "érable à sucre" si le sylviculteur considère que la proportion de bouleau jaune est insuffisante pour en faire l'essence-objectif, ou bien un objectif de régénération en essences désirées donnant lieu à une coupe de régénération pourrait être attribué à une érablière dans laquelle l'envahissement du hêtre empêche de réaliser le jardinage prévu. Enfin, la procédure de suivi donne lieu à la troisième interaction sylviculteur-aménagiste. L'échec d'un traitement à atteindre l'objectif de production peut en effet avoir des répercussions sur la planification, et notamment sur la possibilité forestière.

Le sylviculteur est aussi appelé à jouer un rôle plus important qu'à l'heure actuelle au niveau de l'élaboration des prescriptions sylvicoles. Ce rôle consiste à formuler des directives de traitement suffisamment précises pour minimiser la subjectivité. Par exemple, le choix des tiges à marteler lors d'une coupe de jardinage doit être basé sur un encadrement précis et structuré; à cet égard, la classification structurale constitue une aide précieuse.

Le jardinage-SPO

Le principe fondamental du jardinage-SPO est la sélection de tiges d'avenir au profit desquelles on concentre la croissance du peuplement. Ce sont ces tiges qui fourniront l'essentiel de la valeur économique future du peuplement. Le jardinage-SPO permet de gérer l'organisation sociale des tiges selon leurs potentiels. En concentrant la croissance sur les plus belles tiges, on augmente leur valeur plus rapidement et on diminue leur probabilité de mourir.

On distingue trois types de martelage dans le jardinage-SPO, soit le martelage positif des tiges d'éducation, le martelage négatif de récolte et le martelage négatif d'éclaircie. Dans la pratique, les deux martelages négatifs sont effectués dans la même opération

Martelage positif d'éducation et d'utilité écologique

La récolte d'une tige pour laquelle la probabilité d'augmenter de valeur est plus forte que la probabilité de diminuer de valeur jusqu'au prochain passage constitue un sacrifice d'exploitabilité. C'est pourquoi les petites et moyennes tiges de vigueur 1 (P1M1) font l'objet d'un martelage positif, en priorisant les tiges dont l'augmentation de valeur sera la plus forte. Ainsi, en cas de surabondance des tiges d'avenir, le martelage positif devrait privilégier les tiges ayant une cime moyennement développée. Par ailleurs, dans certaines situations, un martelage positif d'arbres à fort potentiel de semenciers pourrait se justifier. Ce martelage positif permet d'identifier les tiges qu'il faut absolument protéger au cours des opérations de récolte

Martelage négatif de récolte

Les tiges de vigueur 3 (M3G3) sont récoltées en priorité (en commençant par les tiges dont le risque de perte économique est le plus élevé, ainsi que les tiges de vigueur 1 ayant atteint le diamètre optimal de récolte (G1) dans le cas où le nombre de P1M1 d'essences neutres et désirées est suffisant. En effet, le fait de ne pas récolter une tige qui a plus de chance d'avoir perdu de sa valeur économique que d'en avoir gagné au prochain passage constitue un sacrifice de valeur.

Martelage négatif d'éclaircie

Un martelage dit « d'éclaircie » portant sur les tiges compétitionnant au-dessus du seuil désiré les tiges martelées positivement complète le martelage de récolte, en commençant par les tiges dont l'effet compétitif est le plus marqué. Le but de ce martelage est de dégager les tiges à éduquer afin de leur permettre de se maintenir une croissance optimale pendant toute la durée de la rotation.

Peuplements à l'étude

Trois peuplements ont été choisis pour tester l'approche SPO en fonction du fait qu'on leur aurait prescrit dans le contexte normatif une coupe de jardinage par pied d'arbre. Ces peuplements et les intervenants associés sont :

Peuplement-Forêt de l'Aigle : Peuplement d'environ 60 ha situé à la Forêt de l'Aigle; intervenants : La Corporation de Gestion de la Forêt de l'Aigle et l'Unité de Gestion Haute-Gatineau-Cabonga.

Peuplement-Vacances : Peuplement d'environ 200 ha situé à environ 45 minutes au Nord de Buckingham. Intervenants : Groupe Lauzon représenté par MC Forêt inc. et l'Unité de Gestion de la Basse-Lièvre.

Peuplement-Bras-coupé : Peuplement d'environ 200 ha situé à environ 30 minutes de Maniwaki. Intervenants : Groupe Lauzon représenté par MC Forêt inc. et l'Unité de Gestion de la Haute-Gatineau-Cabonga.

Démarche et méthodologie

Pour les trois peuplements, la démarche suivie a été sensiblement la même (Figure 1); toutes les étapes ont été effectuées en collaboration avec le MRNF et les bénéficiaires (conjointement appelés intervenants dans la suite du document). La première étape consiste à identifier le peuplement cible. Les objectifs étaient parfois basés sur la littérature existante alors que d'autre fois, lorsque celle-ci était manquante, ils étaient identifiés à partir de l'expérience et de la connaissance terrain des intervenants. De façon parallèle, une caractérisation des peuplements actuels était effectuée, à partir d'inventaires sur le terrain. La méthodologie d'inventaire est décrite de façon détaillée à l'Annexe 1, mais mentionnons qu'elle se distinguait principalement

des inventaires actuels par leur intensité, par les mesures de croissance et par l'information recueillie sur les semis et les gaules.

À partir des inventaires, le peuplement actuel est par la suite comparé au peuplement cible. Cet exercice permet d'identifier rapidement les aspects du peuplement actuel sur lesquels les efforts devront être concentrés. Cette comparaison est ni plus ni moins que le diagnostic sylvicole. Parallèlement à ce diagnostic global, un diagnostic spatial est aussi réalisé. Ce diagnostic consiste en une analyse cartographique, parcelle par parcelle, des éléments importants du peuplement cible. À cet égard, AS (Aide Sylviculteur), un outil informatique développé par l'IQAFF est d'une grande utilité. Si le peuplement démontre des coupures nettes et de superficies suffisamment grandes pour certains paramètres, alors on envisage l'idée de scinder le peuplement en zones distinctes pour lesquelles pourront être établies des prescriptions ou des modalités de traitement différentes.

Une fois le diagnostic effectué, divers scénarios sylvicoles sont élaborés par les intervenants pour atteindre le peuplement cible. L'expérience et l'imagination des forestiers sont alors mises à profit de même que les connaissances scientifiques pertinentes. Dans le cas de la productivité, l'évaluation de différents scénarios était rendue possible grâce au logiciel de simulation COHORTE (Doyon et al 2005). Le meilleur scénario est finalement choisi en fonction de sa faisabilité, de la certitude des résultats et de la vitesse à laquelle il permet d'atteindre le peuplement cible.

Une fois le scénario choisi, on procède à son implémentation. D'abord des directives de martelage très précises sont rédigées en s'assurant que les intervenants s'entendent sur ces directives. Celles-ci sont ensuite présentées aux marqueteurs lors d'une courte formation (généralement une demi-journée). Après quelques jours (une journée préférablement), une vérification du travail des marqueteurs est effectuée afin de s'assurer que les directives sont bien comprises et suivies. C'est aussi le moment pour le marqueteur d'exposer aux intervenants des situations problématiques auxquelles il a été confronté. Des indications claires sont aussi fournies aux équipes de récolte, puis le traitement (dans notre cas, la récolte) est appliqué. Avant de fournir les directives aux marqueteurs, le protocole de suivi est élaboré. Ce protocole indique la nature et le moment des mesures prises pour vérifier l'atteinte des objectifs. Enfin, le suivi est exécuté, conformément au protocole de suivi. Dans le cadre de ce projet, seul les suivis après martelage et traitement ont été exécutés; d'autres suivis, à moyen et long terme sont aussi prévus.

Le peuplement cible

La définition d'un peuplement est ardue, mais c'est une étape extrêmement structurante pour le reste de la démarche; c'est pourquoi c'est une étape prioritaire. Le peuplement cible identifié dans le cadre de ce projet est, à toute fin pratique, le même pour les trois peuplements (Tableau 1). Certaines précisions ou reformulations ont été apportées au fil du projet. Certaines essences étaient désirées pour un peuplement et neutre pour un autre, mais nous n'entrerons pas dans ces détails ici. Nous prenons ici un à un les buts et les objectifs et décrivons le degré de difficulté associé à l'identification de chacun.

Avoir une structure qui s'applique à la coupe de jardinage

L'élaboration de ce but a mené à plusieurs interrogations. Est-ce que la structure est un objectif en soi ou bien est-ce un moyen ? Certains sont d'avis que la structure en J inversée dans les érablières est la structure idéale du point de vue économique et donc que l'on devrait en faire un objectif en soi. Hors, la littérature est loin d'être unanime à ce sujet. Il nous apparaît plus précis, de dire que la société préfère que le jardinage soit le traitement privilégié en forêt feuillue publique au Québec. Ce traitement requiert une structure en J inversée. Donc le but, social et non pas économique, est d'avoir une structure qui permet d'utiliser ce traitement. L'objectif est donc d'avoir une structure en J inversée. Nous n'avons pas cru bon préciser davantage cet objectif (facteur q par exemple).

Avoir un peuplement hautement stocké

Ce but n'a causé aucun problème.

Avoir la possibilité d'effectuer une récolte rentable

Ce but a causé énormément de problèmes, non pas que les intervenants ne s'entendaient pas sur le principe, mais bien plus parce que ni les bénéficiaires ni l'État ne sont en mesure d'identifier des objectifs clairs.

Pour l'État, il semble qu'aucune réflexion sérieuse n'ait été faite sur les retours que l'on espère de cette ressource naturelle à court, moyen et long terme. Il était donc difficile pour les représentants du MRNF d'avoir une position précise à cet égard. Pourtant, cette réflexion doit être faite afin de pouvoir statuer ce que l'on peut investir en termes de traitements sylvicoles dans nos peuplements. Dans le cadre du projet et à titre indicatif seulement, nous avons établi que l'objectif de l'État était de retirer 40\$/ha/an des érablières du domaine public, soit le montant établi pour la location des érablières à des fins acéricoles.

Pour l'Industrie, la question est tout aussi complexe. La rentabilité dépend de nombreux facteurs, certains sont à l'échelle du peuplement, d'autres à l'échelle du secteur d'opération, d'autres à l'échelle de l'aménagement et d'autres à l'échelle de l'ensemble de l'approvisionnement de l'usine. Par exemple, une érablière entourée de peuplements résineux et situés à une grande distance d'une usine devra présenter une valeur (en termes de qualité de tiges) bien plus élevée qu'un peuplement entouré d'autres érablières et qui est à proximité de l'usine. Cette caractérisation de la valeur des peuplements devrait être faite en grande partie à l'échelle de l'aménagement puis précisée à l'échelle du peuplement en fonction des considérations d'ordre spatial. Toute la réflexion est donc encore à faire pour ce but.

Avoir une composition fortement dominée par des essences désirées

Ce but n'a causé aucun problème.

Avoir un accroissement net qui permet de reconstituer le volume récolté avant la prochaine rotation

Ce but n'a pas causé de problème. Pour les objectifs, on se fiait à la fois aux études de Bédard et Majcen (2003) et aussi aux accroissements prévus dans les plans généraux.

Avoir un accroissement concentré sur les tiges de qualité dans les stades perchis et basse futaie

Ce but n'a pas causé de problème ; par contre il était plus difficile de quantifier l'objectif.

Avoir une forte composition en gaules d'essences désirées

Ce but n'a causé aucun problème.

Avoir une grande diversité en essences

Ce but n'a causé aucun problème, mais les objectifs ont un peu évolué. Au départ, nous avions comme objectif d'avoir au moins une essence marginale par peuplement (ex. : Noyer cendré, Cerisier tardif). Nous nous sommes aperçus que s'il n'y avait pas d'essences marginales, il n'y avait rien que nous puissions faire pour corriger la situation. Nous avons donc réalisé que l'échelle du peuplement cible n'était pas la bonne pour cet objectif. Le fait de vouloir conserver ces essences marginales constitue un objectif d'aménagement voire une orientation régionale. Pour atteindre cet objectif, il faut donc le transmettre à l'échelle de la sylviculture par des directives précises (ex. : ne pas couper de cerisier tardif plus petit que 50 cm en DHP). Ces directives s'applique à tous les peuplements et n'ont pas à être reprises dans le peuplement cible, mais doivent toutefois faire partie des directives de martelage.

Le diagnostic sylvicole

Le diagnostic sylvicole, tel qu'expliqué plus tôt a été fait en deux temps. Dans un premier temps, nous avons comparé les peuplements actuels aux peuplements cibles (Tableau 2). Par peuplement, ces comparaisons démontrent :

Peuplement-Forêt de l'Aigle : Ce peuplement présente une productivité deux fois moins grande qu'espérée. De plus, on y observe un envahissement par le hêtre très avancé.

Peuplement-Vacances : Ce peuplement rencontre déjà la majorité des objectifs du peuplement cible. On y retrouve un envahissement par le hêtre localisé.

Peuplement-Bras-Coupé : Ce peuplement présente une productivité quasiment nulle. On y observe également un fort envahissement par le hêtre.

La productivité des peuplements a été évaluée à partir du logiciel COHORTE (Doyon et al 2005), qui lui a été calibré en fonction de la croissance observée dans les peuplements. Cela nous assure que l'accroissement simulé se rapproche de l'accroissement réel de ces peuplements. L'accroissement moyen est très variable selon les peuplements (Figure 2). Cela démontre bien l'importance d'utiliser des données de terrain pour simuler l'accroissement des peuplements au lieu de se fier à des croissances moyennes comme cela s'est fait avec le module d'accroissement de SYLVA II. Pour chacun des peuplements, nous avons vérifié l'effet de faire un martelage positif par rapport à ne pas en faire. Cet effet est marginal d'après la présente version de COHORTE. Par contre, il est important de mentionner que le module « martelage positif » de COHORTE est encore en développement et surtout que les connaissances scientifiques permettant de bien comprendre les effets d'un martelage positif sont encore limitées. Les suivis des peuplements traités dans le cadre de ce projet en sont d'autant plus importants.

Nous avons également vérifié comment évoluait la qualité des peuplements sur 20 ans. D'après COHORTE, la surface terrière en Bois d'œuvre de qualité A pour le peuplement Vacances se situerait dans 20 ans entre 1,16 et 3,54 m²/ha/an. Cette variabilité est quelque peu déconcertante quand on sait que ce sont les tiges de plus belle qualité qui font la valeur économique d'un peuplement. Or nous ne savons pas du tout quelle sera la valeur de ce peuplement, car la quantité de belles tiges peut varier du simple au triple. Il est difficile de faire des analyses économiques sérieuses devant tant d'incertitude. Il est donc urgent que l'on étudie mieux l'effet de la sylviculture sur la qualité des tiges.

Dans un second temps, le diagnostic spatial a été effectué pour vérifier si des zones des peuplements se distinguaient et nous obligeaient à scinder les peuplements.

Peuplement-Forêt de l'Aigle : Le peuplement était très hétérogène, mais il était difficile de distinguer des zones suffisamment grandes pour le scinder.

Peuplement-Vacances : Lors du diagnostic comme tel, nous n'avons pas identifié de zones distinctes. C'est au début des opérations (quand les équipes de récolte nous ont alerté pour nous signifier qu'ils avaient de la difficulté à appliquer le traitement) que nous nous sommes aperçus qu'une zone présentait un nombre très élevé de petites tiges d'éducation. Normalement, nous aurions dû nous apercevoir de ce caractère distinctif lors du diagnostic et scinder le peuplement. Nous verrons à la section *Implémentation des traitements* que des modalités de récolte différentes ont été établies pour les deux zones.

Peuplement-Bras-Coupé : Pour ce peuplement, nous avons remarqué qu'il était possible de distinguer des zones où l'envahissement par le hêtre était très avancé et d'autres où ce n'était pas le cas. Nous verrons plus loin que cela a mené à des prescriptions sylvicoles complètement différentes selon ces zones.

État des connaissances

Cette section présente brièvement, à partir d'une courte revue de littérature, l'état des connaissances relatif aux principales problématiques rencontrées.

Plusieurs études démontrent que le niveau de mortalité ou de vigueur des peuplements feuillus varie selon les caractéristiques de site (Horsley et al. 2000; Whitney 1999). Duchesne et al. (2002) et Duchesne et al. (2004) montrent que la croissance et la mortalité de l'érable à sucre sont associées à des sites plus pauvres et plus acides. Duchesne et al (sous presse) associent le phénomène de dépérissement des érablières aux précipitations acides et croient que ce dépérissement favorise l'envahissement par le hêtre.

Le phénomène d'envahissement par le hêtre est bien connu des forestiers sur le terrain. Doyon et al (2003) évaluent que près de 600 000 ha sont envahis de façon plus ou moins importante en Outaouais.

Le chaulage peut avoir un effet positif sur la productivité (Moore 2000, Wilmot 1996). Par contre, il est difficile de quantifier cet effet et sa durée. Ce traitement est dispendieux, nous

l'évaluons à 1 000 \$/ha, mais varie selon la quantité à épandre. Il est aussi difficile de prévoir les effets du chaulage sur le succès de l'érable à sucre par rapport au hêtre.

Certaines études montrent qu'en ouvrant le peuplement de façon intense (prélèvement de plus de 75% de la surface terrière), la proportion de hêtre par rapport à l'érable à sucre diminue (Bouffard et al. in prep; Miller et al 2002)

Peu d'études ont été faites sur l'élimination du hêtre sous couvert (stade gaulis); d'après les travaux de Hane (2003), cette élimination aurait un effet positif très élevé sur la survie des semis d'érable à sucre. Par contre, on ne connaît pas la croissance subséquente de ces semis, et ce, spécialement sur des sites pauvres. Par ailleurs, nous estimons les coûts d'un tel traitement à environ 700\$/ha.

Nous n'avons pas recensé de littérature permettant d'identifier les conditions nécessaires pour produire des tiges de hêtre de qualité bois d'œuvre.

La prescription sylvicole

La prescription sylvicole dans le contexte de la SPO est sans doute l'étape la plus intéressante pour le forestier, car c'est l'étape au cours de laquelle il se sert de ses connaissances, de son imagination et de sa capacité d'intégration pour formuler une prescription sylvicole qui conviendra le mieux à la situation donnée. Nous présentons ici brièvement ce qui a mené à l'élaboration des prescriptions pour les 3 peuplements.

Peuplement-Forêt de l'Aigle

Étant donné la problématique d'envahissement par le hêtre et la faible productivité, les principales discussions ont tourné autour de la possibilité de faire des traitements de chaulage et d'élimination des tiges de hêtre sous couvert. On a aussi évalué l'idée de faire une combinaison de ces deux traitements pour favoriser doublement l'érable par rapport au hêtre. Les coûts associés à ces traitements, le manque de connaissances quant au niveau et à la durée de leurs effets a cependant diminué l'intérêt pour ces traitements.

Ainsi, l'idée de combattre le hêtre semble difficile à mettre en place. Il a donc été proposé de travailler avec les belles tiges de hêtre en place (en complément des autres essences désirées) et de développer une sylviculture qui permet l'éducation de belles tiges de cette essence. Nous sommes conscients que cette connaissance de la sylviculture du hêtre n'existe pas encore. C'est dans l'intérêt de la CGFA et du MRNF de la développer par la recherche et des essais sur le terrain.

Par ailleurs, les simulations avec COHORTE ont démontré que plus la coupe était intense (entre 30 et 47 % de prélèvement), plus l'accroissement net était élevé. Les intervenants ont décidé de prescrire une intensité de 40 %, hésitant à aller au-delà de ce seuil. On pourrait résumer ainsi le traitement prescrit : Coupe de jardinage-SPO 40% avec éducation du hêtre. Nous fournissons le détail de la prescription sylvicole pour ce secteur à l'Annexe 2.

Peuplement-Vacances

La seule problématique importante rencontrée dans ce peuplement est celle de l'envahissement du hêtre (cette problématique était beaucoup moins criante que dans les autres peuplements). Les discussions ont ainsi porté principalement sur cette problématique. Le diagnostic sylvicole spatial nous montrait 1) que parfois le hêtre était seul au stade gaulis, 2) que parfois il était accompagné de l'érable aussi au stade gaulis et 3) que d'autre fois accompagné de l'érable au stade semis. Il nous apparaît logique de croire qu'un éventuel traitement d'élimination du hêtre n'aurait pas le même effet selon ces situations. Étant donné que ce traitement d'élimination du hêtre en sous couvert n'apparaît pas dans les traitements faisant l'objet de crédits sylvicoles, on ne pouvait identifier qui du MRNF ou du bénéficiaire devait financer ce traitement. Il a donc été convenu que cette possibilité de traitement d'élimination soit rediscutée après la récolte. On pourrait résumer ainsi le traitement prescrit : Coupe de jardinage-SPO 30%.

Peuplement-Bras-Coupé

La très faible productivité simulée a, on le comprend, surpris les intervenants. Le fait que dans la région de Mont-Laurier (Nolet et Forget 2004) on ait observé un accroissement moyen nul (300 parcelles) sur 10 ans a convaincu les intervenants de la plausibilité et de la gravité de la situation.

Par rapport à la problématique du hêtre, de nouvelles informations (qui n'étaient pas disponibles lors de l'élaboration de la prescription pour le Peuplement-Forêt de l'Aigle) ont permis d'apporter de nouvelles pistes. En effet, une étude de Bouffard et al (en cours) et de Miller et al. (2002) laissent croire que des coupes de fortes intensités, respectivement des bandes de 60 m et une coupe partielle laissant une surface terrière de 6 m²/ha, ont un effet positif sur l'érable à sucre par rapport au hêtre dans la strate gaulis. Pour les secteurs les plus touchés par l'envahissement par le hêtre (Figure 3), on a ainsi prescrit des coupes par bandes et des coupes partielles intenses. Cette dernière se caractérise par un retrait de 75 % de la surface terrière laissant seules les tiges de vigueur 1 en deçà d'un certain diamètre (variable selon les essences). Ce type de traitement mène vers un système sylvicole à deux cohortes et est abondamment utilisé dans le Nord-Est américain. Il importe de mentionner qu'il y a suffisamment de répétitions des traitements pour y mener une étude scientifique rigoureuse.

Par ailleurs, dans les zones sans envahissement par le hêtre, il a été décidé de faire une comparaison entre une CJSPO 40% et un jardinage selon les normes du MRNF. On s'attend à une très faible productivité dans les deux cas. Il sera intéressant de vérifier si nos pronostics pessimistes seront confirmés dans le futur.

Enfin, mentionnons qu'une stratégie intéressante n'a pas été abordée directement lors des discussions portant sur la prescription. Voyant la très faible productivité, nous aurions pu avoir une discussion sur la possibilité de convertir le peuplement en faisant une coupe totale et en reboisant avec des essences mieux adaptées tels le chêne rouge, et les pins blanc et rouge. Cette stratégie pourrait toujours être tentée dans certaines bandes si cela intéresse les intervenants.

L'implémentation des traitements

Une fois les directives associées au traitement et le protocole de suivi établis, les marqueteurs recevaient une courte formation. La formation consistait en grande partie à expliquer les principes du martelage positif et du martelage négatif. Certaines équipes de marqueteurs préféraient exécuter les deux martelages en même temps, alors que d'autres préféraient procéder au martelage positif dans un premier temps, puis au martelage négatif dans un second temps. Cette méthode nous est apparue la plus sûre, en ce sens que la réussite du martelage dépend moins de l'expérience du marqueteur. Dans un cas comme dans l'autre, le temps de martelage était approximativement 2 fois plus long qu'avec un martelage négatif seul. Pour les opérations, il n'y a pas eu de formation comme telle, seulement des indications précises : les tiges marquées positivement ne doivent pas être blessées et encore moins récoltées.

Tel que mentionné précédemment, nous avons dû changer nos directives de récolte pour le peuplement-Vacances. Pour ce peuplement, il y avait une zone où le nombre de petites tiges d'éducation était si grand qu'il était impossible à l'opérateur de la multifonctionnelle de respecter les directives. Nous lui avons demandé, pour cette zone, d'utiliser la méthode des sentiers aux 33 mètres. On lui a toutefois spécifié que les sentiers n'avaient pas besoin d'être droits, mais qu'il devait essayer de naviguer afin d'éviter les tiges marquées positivement.

L'opérateur de la multifonctionnelle a bien expliqué sur le terrain que pour se rendre aux tiges marquées négativement, il avait de toute évidence besoin d'abattre des tiges marquées positivement. Il a aussi mentionné qu'en prenant beaucoup plus de temps (de l'ordre du double), il aurait peut-être pu éviter certaines blessures de débardage. Étant donné que 1) cette grande précaution n'aurait pas réglé le fait qu'il aurait dû abattre une grande quantité de tiges marquées positivement et que 2) personne ne pouvait absorber les coûts supplémentaires que cela occasionnait, un compromis entre la qualité du traitement (donc le rendement futur) et la rentabilité des opérations devait être fait. Ce compromis fut l'utilisation des sentiers au 33 mètres. Nous étions conscients que cela menait à une diminution du potentiel du peuplement. Toutefois, nous jugions que cela aurait un impact mineur sur l'accroissement net du peuplement (ce qui d'ailleurs a été confirmé par les simulations faites à partir des inventaires après intervention, voir Tableau 3). La SPO reconnaît la pluralité des objectifs et reconnaît par le fait même que certains objectifs peuvent être contradictoires. Lorsque des objectifs sont contradictoires, il faut trouver un compromis. La SPO est une sylviculture de compromis; c'est sa force. Cet exemple illustre bien cette caractéristique de la SPO

Malheureusement, les représentants du MRNF n'étaient pas présents lors de cette rencontre et n'ont pas pu donner leur avis lors de l'identification de ce compromis¹. À ce jour, ils n'ont pas appuyé ce compromis et n'y sont donc pas liés. Probablement que l'accroissement net simulé avec les inventaires après traitement les rassurera.

¹ D'après nous, c'est la seule décision importante que n'a pas été prise avec l'accord de tous les intervenants. L'absence (justifiée) du MRNF et l'urgence avec laquelle la décision devait être prise (les opérations étaient arrêtées) expliquent cette absence de consensus. Idéalement, ce genre de décision doit se prendre avec l'ensemble des intervenants et, en évitant autant que faire se peut, les situations d'urgence.

Le protocole de suivi

Le protocole de suivi est élaboré avant le martelage et les opérations afin que les marteleurs et les équipes de récolte sachent sur quels critères ils seront vérifiés. Pour chaque objectif sylvicole, le protocole stipule quand aura lieu la vérification et quelle méthode sera utilisée. Le tableau 3 élaboré dans le cadre du projet Vacances décrit de façon concrète et complète en quoi consiste le protocole de suivi.

Le suivi

Le tableau 3 fournit le détail du suivi du traitement effectué dans le secteur Vacances alors que le tableau 4 présente un résumé de ce suivi pour l'ensemble des peuplements traités par jardinage-SPO. Le secteur vacances est scindé en deux. Pour le Peuplement-Bras-Coupé, on présente le suivi pour le jardinage-SPO et pour la coupe partielle intense.

Le suivi au niveau du martelage démontre que cette étape a été bien réussie. Nous présentons en détail les résultats pour le peuplement-Vacances; les résultats sont très semblables pour les autres peuplements. Généralement, les marteleurs n'ont pas de difficulté à identifier les plus belles tiges d'avenir, ni à identifier les arbres pour bien les dégager. La sélection des arbres martelés négativement ne cause pas de problèmes non plus. Dans chacun des cas, la surface martelée positivement a été plus faible que ce qui avait été identifiée.

Cela s'explique de deux façons :

- ✍ On demandait aux marteleurs d'identifier les plus belles tiges d'avenir. Il est fort probable que certaines tiges classées vigueur 1 n'aient pas été jugées suffisamment de bonne venue pour les marquer positivement.
- ✍ La disposition spatiale des tiges d'avenir n'était pas homogène; ainsi deux ou quelques tiges d'avenir pouvaient être regroupées. Le marteleur ne pouvait pas toutes les marquer positivement.

Le suivi des opérations montre que cette étape a été moins bien réussie, en général, que l'étape du martelage. Du mieux réussi au moins bien réussi, on retrouve :

1. Peuplement-Vacances, zone avec un nombre limité de petites tiges d'avenir (zone 1)
2. Peuplement-Forêt de l'Aigle
3. Peuplement-Vacances, zone avec un grand nombre de petites tiges d'avenir (zone 2)
4. Peuplement-Bras-Coupé

La différence de qualité des traitements entre les deux zones du peuplement-Vacances ne constitue pas une surprise. Les résultats obtenus pour la zone 2 pourraient être perçus, au premier abord, comme un échec de l'approche jardinage-SPO. Nous le voyons au contraire comme une preuve de son efficacité. Si la méthode habituelle avait été utilisée dans la zone 2, il est fort probable que les résultats auraient été pires que ceux que nous avons observé puisque le martelage positif des tiges d'avenir a sans doute permis aux opérateurs de mieux planifier leurs sentiers. À l'inverse, si l'approche des sentiers espacés avait été utilisée dans la zone 1, il est presque certain que le nombre de tiges d'avenir blessées et abattues aurait été plus élevé pour

cette zone. L'approche SPO a donc permis de bien distinguer des modalités de récolte qui sont adaptées aux deux zones.

Pour le Peuplement-Forêt de l'Aigle, le problème réside dans les blessures aux tiges d'avenir. Or, il est difficile d'être certain que c'est un problème réel, car près de la moitié des tiges blessées ont été recensées dans la même parcelle. Il semble donc que l'on ait affaire à un problème très localisé.

Pour ce qui est du Peuplement-Bras-Coupé, il semble qu'il y ait eu un laxisme au niveau des équipes de récolte, car le peuplement ne semblait pas problématique à prime abord.

Pour la zone envahie par le hêtre du Peuplement-Bras-Coupé et pour laquelle nous avons prescrit une surface terrière résiduelle d'approximativement 6 m²/ha, on peut voir aux tableaux 5a et 5b que la grande partie de cette surface terrière est concentrée dans les tiges de vigueur 1, tel que souhaité.

Avantages de la SPO

À la lecture attentive du présent document, on pourra noter les nombreux avantages de l'approche SPO. Nous résumons ici les principaux.

D'abord, l'approche amène une souplesse dans l'intervention sylvicole qui permet aux forestiers d'utiliser toute leur imagination et compétence afin d'identifier le traitement le plus approprié pour une situation donnée. La SPO, en mettant l'accent sur les objectifs, évitent que les forestiers s'obstinent sur « le meilleur traitement » sans avoir préalablement défini une cible commune. L'identification du peuplement cible évite des discussions stériles et frustrantes et permet donc l'établissement d'un climat d'échange constructif. La nécessité de la quantification des objectifs amène également les forestiers à une réflexion plus poussée par rapport au peuplement cible et aux prescriptions sylvicoles. Cette réflexion est basée avant tout sur des connaissances scientifiques issues d'une recherche bibliographique et sur l'utilisation de la modélisation pour les simulations à long terme. Il s'en suit que les prescriptions sylvicoles sont élaborées à partir des meilleures connaissances du moment.

À travers le projet, et c'est là un autre avantage de l'approche, plusieurs lacunes en connaissances ont été explicitement identifiées. En voici quelques unes :

- ✍ Le niveau et la durée de l'effet de l'élimination du hêtre en sous couvert sur la croissance des semis et gaules d'érable à sucre;
- ✍ L'effet du chaulage sur la productivité des érablières et du succès du hêtre par rapport à l'érable à sucre en régénération;
- ✍ Les causes de la si faible productivité des érablières;
- ✍ Existents-ils des traitements qui permettraient d'augmenter la productivité de ces écosystèmes ?
- ✍ Comment bien caractériser les objectifs économiques et à quelle échelle sont-ils pertinents ?

En sylviculture normative, ces questions sont éludées. En SPO, elles sont adressées directement; ce qui permet un maillage plus fort entre la recherche et la sylviculture. De façon

complémentaire, le protocole de suivi fait partie de la prescription et le suivi fait partie du scénario sylvicole. Il y a donc une rétroaction qui permet une amélioration continue des interventions du forestier. Bien évidemment, nous n'avons pas pu observer encore dans le cadre de ce projet, les avantages de cette rétroaction.

À court terme, nous croyons que l'approche SPO occasionnera de nouveaux coûts. D'une part, dans les premières années, les forestiers doivent se familiariser avec l'approche. D'autre part, ils doivent documenter rigoureusement leurs objectifs, les effets anticipés des traitements et les problématiques qu'ils rencontrent. Or, plus ils utiliseront l'approche, moins ils rencontreront de nouvelles situations. Par exemple, une fois que l'on a décrit la problématique scientifique de l'envahissement du hêtre pour un peuplement donné, le travail de documentation n'est pas à recommencer pour un autre peuplement présentant une problématique semblable. Ainsi, nous croyons qu'à moyen terme, l'approche SPO permettra de sauver du temps « bureaucratique ». Ce temps pourrait, par exemple, être réinvesti sur le terrain afin de satisfaire les besoins en suivi que requiert l'approche.

Enfin, un dernier avantage de l'approche est qu'elle redonne au forestier le pouvoir et le devoir de penser. La Commission Coulombe fait ressortir de façon claire et précise que de nombreux forestiers trouvent peu valorisant l'exercice quotidien de leur travail et se démoralisent. Nous croyons que l'adoption de l'approche SPO peut constituer un moyen efficace de valorisation du travail du forestier.

Les limites de l'approche SPO

L'approche SPO présente certaines difficultés d'application. Dans un premier temps, les partenaires doivent s'appropriier l'approche, bien la comprendre. Cette approche est beaucoup plus complexe que l'approche normative et requiert donc un effort supplémentaire des intervenants. D'après l'expérience vécue à travers le présent projet, l'approche peut être maîtrisée très rapidement.

Une autre limite, c'est qu'il est parfois très difficile de quantifier des objectifs de façon précise. C'est le cas particulièrement des objectifs économiques (de l'État et des bénéficiaires). Nous avons déjà parlé de cette problématique particulière (section *Le peuplement cible*). L'absence d'objectifs précis diminue le potentiel de l'approche. Par exemple, si l'État savait ce qu'il désire retirer en termes économiques de la forêt (à court terme et à long terme), il serait plus facile d'évaluer si il est possible d'envisager un traitement de chaulage dans une érablière. Cela demande que l'État établisse ce qu'il est prêt à investir en forêt aujourd'hui et ce qu'il attend en retour. Il en va de même pour les bénéficiaires qui doivent indiquer leurs objectifs économiques à court et à long terme.

Enfin, le plus grand obstacle à la SPO en forêt publique est le cadre de gestion actuel. Ce cadre ne permet pas de définir clairement les responsabilités en termes 1) des coûts des traitements non commerciaux, 2) des suivis rigoureux inhérent à l'approche SPO et 3) de la recherche de nouvelles connaissances.

Prenons l'exemple du chaulage des érablières pour augmenter la productivité des érablières. Plusieurs questions quant aux responsabilités des intervenants peuvent être soulevées :

- ✍ Qui est responsable du coût de l'application de ce traitement ?
- ✍ Qui est responsable du suivi, à court moyen et long terme ?
- ✍ Qui est responsable du coût de la recherche permettant d'établir sous quelles conditions un tel traitement est valable ?
- ✍ Qui est responsable de l'identification des critères qui font qu'un tel traitement est valable. Est-ce les représentants du bénéficiaire et/ou les représentants de l'État ?
- ✍ Jusqu'où peuvent s'engager les représentants de l'État et des bénéficiaires quant au partage des coûts de traitement, du suivi et de la recherche ?

Les réponses à ces questions ne sont pas claires dans le cadre actuel ou, si elles le sont, elles le sont pour une série de traitements bien précis de telle sorte qu'il n'y a pas nécessairement assez de souplesse pour l'atteinte des objectifs.

Ce contexte fait en sorte, d'une part, que les traitements tels l'élimination du hêtre sous couvert et le chaulage n'ont pas pu être analysés à leur juste valeur. D'autre part, le cadre actuel ne permet pas d'engagements fermes des partenaires envers les suivis de tels traitements et encore moins des engagements fermes pour la recherche visant à combler les lacunes identifiées en cours de projet. Les seuls engagements qui ont été pris à cet égard dans le cadre du projet sont des appuis moraux. Un appui moral est mieux que l'absence d'appui, mais l'approche SPO nécessite, pour atteindre son plein potentiel, d'engagements fermes. Tant les représentants du MRNF que des bénéficiaires n'avaient pas l'autorité pour engager à long terme leurs organisations respectives.

La question des engagements, qui occasionnent des coûts substantiels (mais qui en principe devraient rapporter tant à l'État qu'aux bénéficiaires, car sinon ils ne seraient pas proposés), ne peut être débattue isolément; elle doit être débattue de concert avec les questions des crédits sylvicoles, des droits de coupe et de l'usufruit des effets des traitements. Ces questions, qui débordent largement de l'approche SPO, sont critiques par rapport à la portée éventuelle de la SPO.

Conclusion et recommandations

Le bilan que nous faisons de ces trois essais d'application de l'approche SPO est extrêmement positif. Les tests ont démontré sans équivoque que l'utilisation de l'approche SPO a un effet important sur la prescription sylvicole par rapport à l'approche normative. Les prescriptions ne sont pas différentes pour être différentes, elles le sont, car elles sont adaptées à la fois aux objectifs des intervenants et aux contraintes et potentiels offerts par les peuplements.

De ces essais découlent des recommandations; certaines recommandations sont d'ordre purement forestier alors que d'autres concernent l'approche SPO directement.

Dans les trois peuplements étudiés, il existe une problématique d'invasion par le hêtre. Il ne semble pas que ce soit un hasard : la problématique semble largement répandue en Outaouais. Nous recommandons qu'une équipe multipartite (composée de chercheurs, de représentants du MRNF régional et des bénéficiaires) soit formée afin d'élaborer une stratégie pour l'Outaouais et pour établir des tests encadrés scientifiquement (comme cela a été fait pour le Peuplement-Bras-Coupé).

Deux peuplements présentait des productivités très faibles; cela est en conformité avec des résultats obtenus dans la région de Mont-Laurier (Nolet et Forget 2004; Bouffard et Nolet en cours). Nous recommandons qu'une équipe multipartite (cela pourrait être la même que pour la problématique du hêtre) soit formée pour étudier l'étendue de la problématique, identifier des pistes de solutions et établir une stratégie régionale.

Les difficultés que nous avons eues à identifier des buts et objectifs clairs en termes économiques témoignent du faible niveau de réflexion à cet égard et du manque d'outils et d'information disponibles pour analyser ces questions adéquatement. Nous recommandons qu'une équipe multipartite soit formée pour structurer la réflexion sur les questions économiques et pour identifier les outils manquants et les lacunes en information.

Par rapport à l'approche SPO, nous recommandons que :

- ✍ de nouveaux essais soient réalisés afin de familiariser le plus grand nombre possible de forestiers à l'approche;
- ✍ suite au dépôt du présent document, soit organisée une rencontre afin de discuter du document comme tel et de voir, comment régionalement, on peut intégrer l'approche SPO dans la pratique courante dans le contexte de l'après Commission Coulombe;
- ✍ des représentations régionales soient faites afin que dans les suites de la Commission Coulombe, le mode de gestion révisé permette la mise en place de l'approche SPO dans sa globalité.

Références

- Bédard, S. et Brassard, F. 2002. Les effets réels des coupes de jardinage dans les forêts publiques du Québec en 1995 et 1996. Gouv. du Québec.15 p.
- Bédard, S. et Z. Majcen. 2003. Growth following single-tree selection cutting in Québec northern hardwoods. *Forestry Chronicle* 79 :898-905.
- Bouffard, D. et Nolet, P. en cours. Croissance, accroissement, mortalité et qualité de site des érablières de la région des Hautes-Laurentides. Institut Québécois d'Aménagement de la Forêt Feuillue.
- Bouffard, D., Nolet, P. et Doyon, F. en cours. L'envahissement par le hêtre dans les érablières : l'interaction entre l'historique des perturbations et la qualité de site.
- Boulet, B. 2003. Guide d'interprétation des défauts indicateurs de carie des arbres. Version préliminaire. Ministère des Ressources naturelles de la Faune et des Parcs.
- Doyon, F., D. Gravel, P. Nolet, D. Bouillon, L. Majeau, C. Messier et M. Beaudet. 2003. L'envahissement par le hêtre dans les érablières de l'Outaouais: phénomène fantôme ou glissement de balancier? Rapport de l'Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue.
- Doyon, F., Nolet, P. et Pouliot, R. 2005. COHORTE: Modèle d'accroissement et d'évolution de la qualité adapté à l'application de coupes partielles. Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue. 26 p.
- Doyon, F., P. Nolet et P. Sabbagh. 2003. Pour un retour du sylviculteur: la sylviculture par objectifs. *Aubelle* 143 : 12-15.
- Duchesne, L., Ouimet, R. et Houle, D. 2002. Basal area growth of sugar maple in relation to acid deposition, stand health, and soil nutrients. *J. Environ.Qual.*, 31: 1676-1683.
- Duchesne, L., Ouimet, R.; Moore, J.-D. et Paquin, R. Sous presse 2005. Changes in structure and composition of maple-beech stands following sugar maple decline in Québec, Canada. *Forest Ecology and Management*.
- Duchesne, L., R. Ouimet et D. Houle. 2002. Basal area growth of sugar maple in relation to acid deposition, stand health, and soil nutrients. *J. Environ. Qual.* 31 : 1676-1683.
- Hane, E.H. 2003. Indirect effect of beech bark disease on sugar maple seedling survival. *Canadian Journal of Forest Research* 33, 807-813.
- Horsley, S.B., Long, R.P., Bailey, S.W., Hallett, R.A., et Hall, T.J. 2000. Factors associated with the decline disease of sugar maple on the Allegheny Plateau. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 1365-1378.
- Miller, Gary W., Kochenderfer, James N. et Fekedulegn, Desta 2004. Composition and Development of Reproduction in Two-Age Appalachian Hardwood Stands: 20-Year Results In: Shepperd, Wayne D.; Eskew, Lane G., compilers. 2004. *Silviculture in special*

places: Proceedings of the National Silviculture Workshop; 2003 September 8-11; Granby, CO. Proceedings RMRS-P-34. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 171-181.

Moore, J.D. Camiré, C. et Ouimet. R. 2000. Effects of liming on the nutrition, vigor, and growth of sugar maple at the Lake Clair Watershed, Québec, Canada. *Can. J. For. Res.* Vol. (30). Pages 725-732.

Nolet, P., Doyon, F. et P. Sabbagh. 2005. *La sylviculture par objectifs. Guide pratique.* Association forestière des Cantons de l'Est, éd., Sherbrooke, Canada. ISBN 2-9807894-2-9. 28p.

OIFQ. 1996. *Manuel de Foresterie.* Les Presses de l'Université Laval. Sainte-Foy. 1428 p.

Smith, D.M., Larson, B.C., Kelty, M.J. et P.M.S. Ashton. 1996. *The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology.* 9th edition. John Wiley & Sons, New York, 537 p.

Whitney, G.G. 1999. Sugar maple: abundance and site relationships in the pre- and post-settlement forest. Edited by S. B. Horsley and R. P. Long. USDA, Northeastern Research Station.

Wilmot, T.R., Ellsworth, D.S., and Tyree, M.T. 1996. Base cation fertilization and liming effects on nutrition and growth of Vermont sugar maple stands. *For. Ecol. Manage.* 84: 123–134.

Tableau 1 : Description du peuplement cible pour les trois secteurs²

<i>But</i>	<i>Type</i>	<i>Objectifs</i>
Avoir une structure qui s'applique à la coupe de jardinage	État	Avoir une structure en J inversée
Avoir un peuplement hautement stocké	État	Avoir plus de 24 m ² /ha
Avoir la possibilité d'effectuer une récolte rentable	État	Ratio Bénéfices/coûts >1.2 pour l'industrie Redevances de 40\$/ha/an pour l'état
Avoir la possibilité d'effectuer une récolte rentable	État	Récolter au moins 7 m ² /ha lors des coupes partielles dont un minimum de 4 m ² /ha en tiges contenant du bois d'œuvre d'essences désirées
Avoir une composition fortement dominée par des essences désirées	État	Composition à 80% en essences désirées et moins de 10% en essences indésirables
Avoir un accroissement net qui permet de reconstituer le volume récolté avant la prochaine rotation	Production	Produire 0,35 m ² /ha/an
Avoir un accroissement concentré sur les tiges de qualité dans les stades perchis et basse futaie	État / Production	Produire 0,30 m ² /ha/an en bois de qualité (ou avec potentiel de le devenir) en essences désirées
Avoir une forte composition en gaules d'essences désirées	État	Le stade gaules est composé à 75% en essences désirées
Avoir une grande diversité en essences	État	Avoir au moins 8 essences par peuplement
Avoir une grande diversité en essences	État	Avoir au moins une essence marginale

² Le peuplement cible pour les trois peuplements est à toute fin pratique le même. Seules quelques précisions se sont ajoutées au fil du déroulement du projet.

Tableau 2 : Description des peuplements actuels pour le diagnostic sylvicole

<i>Objectifs</i>	<i>Peuplement actuel Forêt de l'Aigle</i>	<i>Peuplement actuel Vacances</i>	<i>Peuplement actuel Bras-Coupé</i>
Avoir une structure en J inversée	OK	OK	OK
Avoir plus de 24 m ² /ha	26,6	26,3	25,1
Ratio Bénéfices/coûts >1.2 pour l'industrie Redevances de 40\$/ha/an pour l'état	?	?	?
Récolter au moins 7 m ² /ha lors des coupes partielles dont un minimum de 4 m ² /ha en tiges contenant du bois d'œuvre d'essences désirées	OK, possible actuellement	OK, possible actuellement	OK, possible actuellement
Composition à 80% en essences désirées et moins de 10% en essences indésirables	54% et 38%	80% et 11%	60% et 37%
Produire 0,35 m ² /ha/an	0,17 m ² /ha/an sur 20 ans	0,38 m ² /ha/an sur 20 ans	0,06 m ² /ha/an sur 20 ans
Produire 0,30 m ² /ha/an en bois de qualité (ou avec potentiel de le devenir) en essences désirées	0,03 m ² /ha/an sur 20 ans	Probablement que oui, difficile à évaluer	Approximativement nul
Le stade gaulis est composé à 75% en essences désirées	Hautement dominé par le hêtre dans le stade gaulis et perchis	Dominé par le hêtre par endroit dans le stade gaulis	Dominé par le hêtre dans le stade gaulis
Avoir au moins 8 essences par peuplement	15 essences	14 essences	19 essences

Tableau 3 : Tableau décrivant le protocole de suivi et les résultats de ce suivi pour le Peuplement-Vacances

<i>Objectifs sylvicoles</i>	<i>Quand</i>	<i>Méthode d'échantillonnage</i>	<i>Constat après martelage et coupe</i>
ST après coupe de 18 m ² /ha	Après martelage et après coupe	1 placette prisme F2/2ha	18,6 ap martelage 17,2 ap coupe
Récolte en BO d'un minimum de 5 m ² /ha	Après martelage et après coupe	1 placette prisme F2/2ha	6,3 ap coupe
8 m ² /ha tiges de vigueur 1 d'essences désirées martelées positivement	Après martelage	1 placette prisme F2/2ha	7,8 ; on aurait pu améliorer un peu
Dans 80% des cas, le choix de la tige à marteler positivement est le bon	Après martelage	1 placette prisme F2/2ha	95%
Dans 80% des cas, le choix de la tige à marteler négativement est le bon	Après martelage	1 placette prisme F2/2ha	96% approximatif
95% de tiges marquées positivement bien dégagées (indice de compétition en deçà de 15	Après martelage	1 placette prisme F2/2ha	96%
Maximum de 5% des tiges marquées positivement peuvent être blessées	Après coupe	1 placette prisme F2/2ha	1,3%
Maximum de 2% des tiges marquées positivement peuvent être abattues	Après coupe	1 placette prisme F2/2ha	8,8%
Au moins 90% des tiges marquées négativement sont abattues	Après coupe	1 placette prisme F2/2ha	94%
Maximum 10% des tiges non martelées sont abattues	Après coupe	1 placette prisme F2/2ha	22%
80% en essences désirées après traitement	Après martelage et après coupe	1 placette prisme F2/2ha	84%
Possibilité d'une récolte à 75% en BO lors de la prochaine intervention (EXEMPLE)	Simulation et lors de la prochaine intervention	Simulation	D'après simulation, oui
Croissance augmentée de 15% sur les tiges dégagées dans 5 ans	Dans 5 ans	Évaluation de la croissance de 50 tiges martelées positivement choisies au hasard dans le peuplement	À faire
Productivité moyenne de 0,38 m ² /ha/an sur 20	Simulation et lors de la prochaine intervention	Simulation	0,42 m ² /ha/an d'après simulation après coupe

Tableau 4 : Résultats des suivis dans les trois peuplements

	Peuplement Forêt de l'Aigle	Peuplement Vacances	Peuplement Bras-Coupé
Surface terrière avant traitement (m ² /ha)	26,6	26,3	25,1
Surface terrière après traitement (m ² /ha)	17,6	17,3	16,5
Prélèvement	33,9%	34,4%	41,0%
Martelage négatif	32,1%	28,5%	33,9%
Martelage positif	18,7%	97,4%	17,1%
Tiges martelées positivement blessées	9,7%	1,3%	16,7%
Tiges blessées total	7,5%	10,2%	10,2%
Tiges martelées positivement coupées	2,8%	8,8%	9,1%
Tiges coupées qui n'étaient pas martelées	3,1%	22,6%	20,4%
Tiges martelées qui n'ont pas été coupées	0,8%	6,7%	3,5%
Tiges martelées positivement coupées sans objectif de dégagement	NA	8,8%	6,1%

Tableau 5a : Surface terrière résiduelle (m²/ha) du secteur par essences et vigueurs pour la zone envahie du Peuplement-Bras-Coupé

ESSENCE	1	2	3p	4	5	Total
BOJ	0,6		0,1			0,7
BOP	0,1					0,1
CHR	0,4		0,1			0,6
EPB					0,1	0,1
ERS	3,4		0,1	0,3		3,9
HEG	0,3	0,3				0,6
OSV		0,1				0,1
TIL	0,6					0,6
Total	5,4	0,4	0,4	0,3	0,1	6,7

Tableau 5b : Surface terrière (m²/ha) à protégée initialement pour la zone envahie du Peuplement-Bras-Coupé

ESSENCE	1	3p	3s	4	5	Total
BOJ	0,6	0,1				0,7
BOP	0,1					0,1
CHR	0,4	0,1				0,6
EPB					0,1	0,1
ERS	3,4	0,1	0,1	0,1		3,9
TIL	0,6					0,6
Total	5,1	0,4	0,1	0,1	0,1	6,0

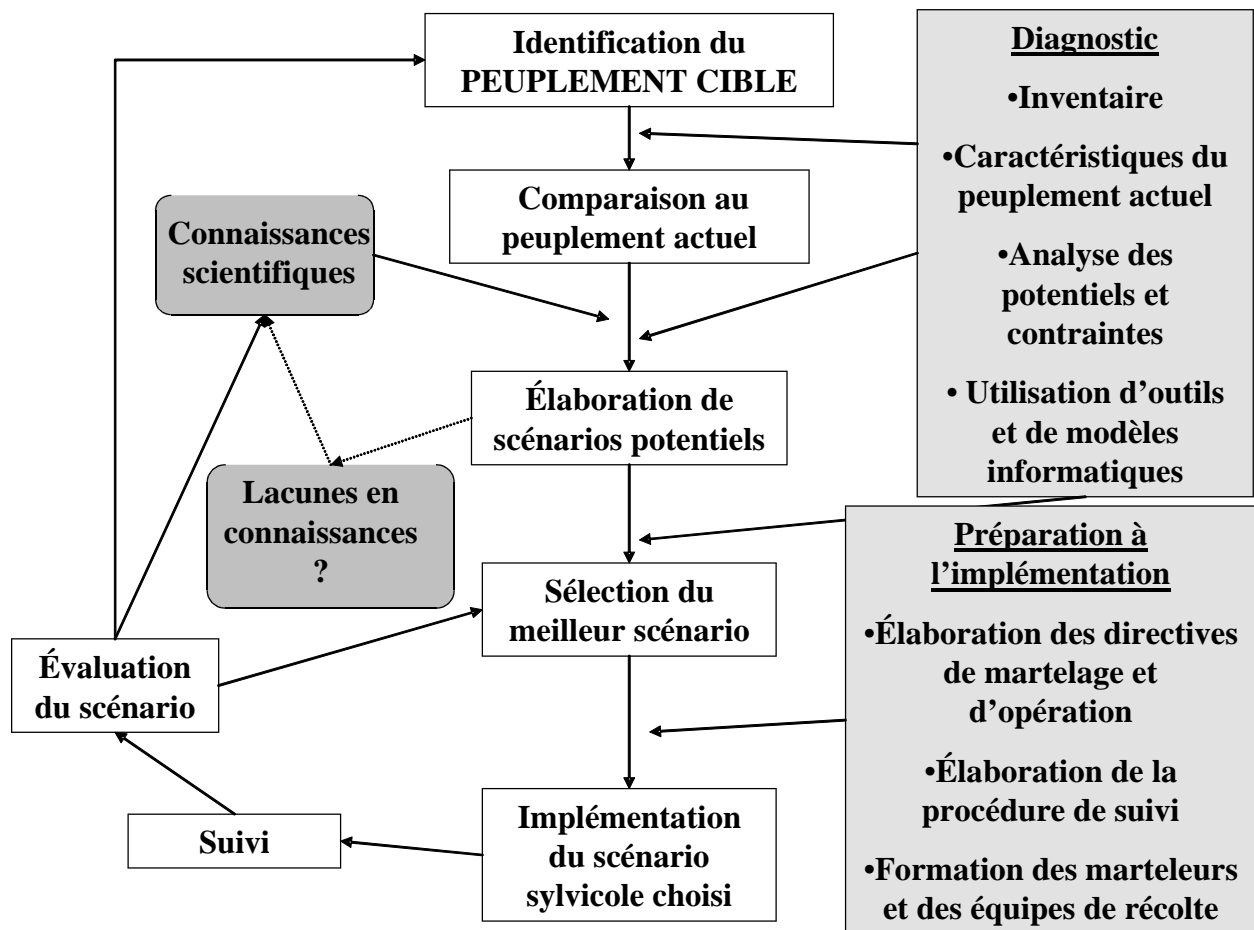
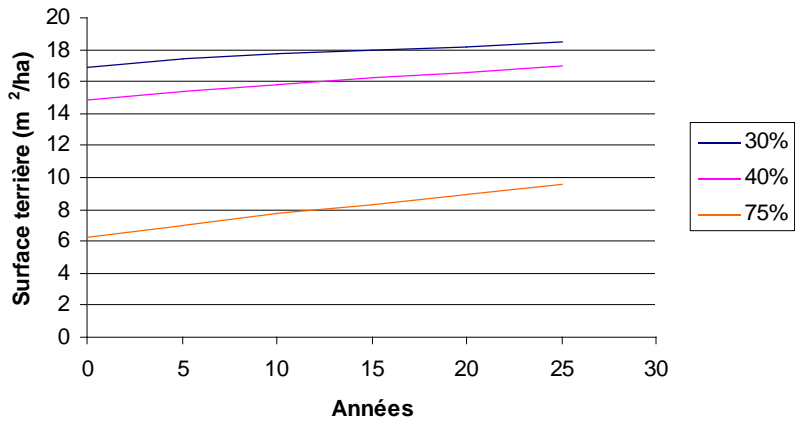
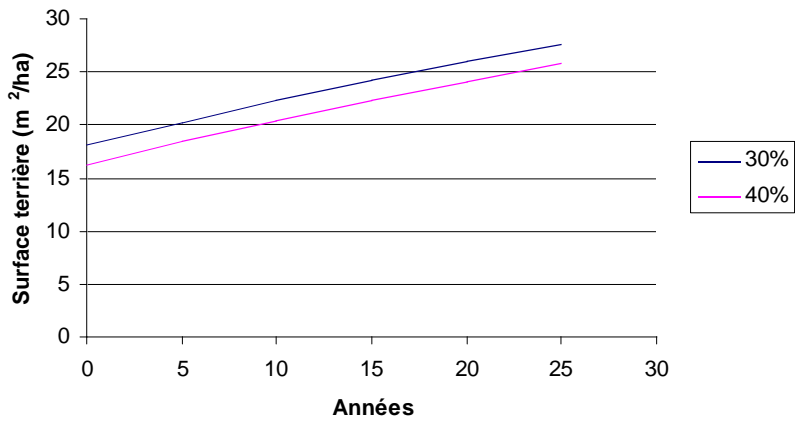


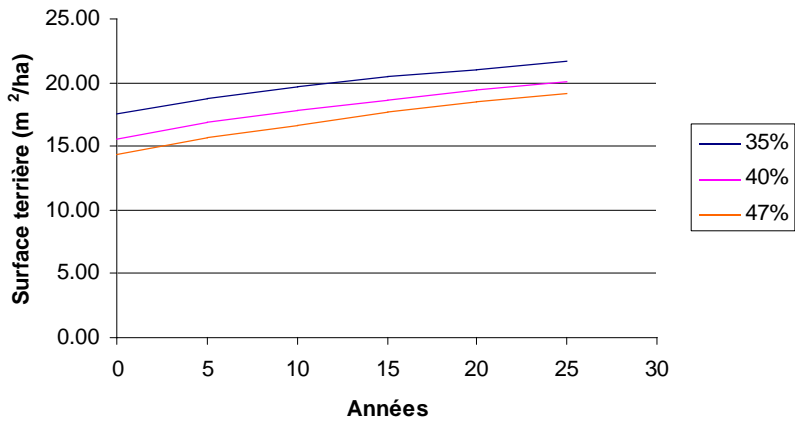
Figure 1 : Démarche poursuivie pour chacun des projets



A) Peuplement-Forêt de l'Aigle



B) Peuplement-Vacances



C) Peuplement-Bras-Coupé

Figure 2 : Accroissement simulé dans les trois peuplements selon différentes intensités de traitement.

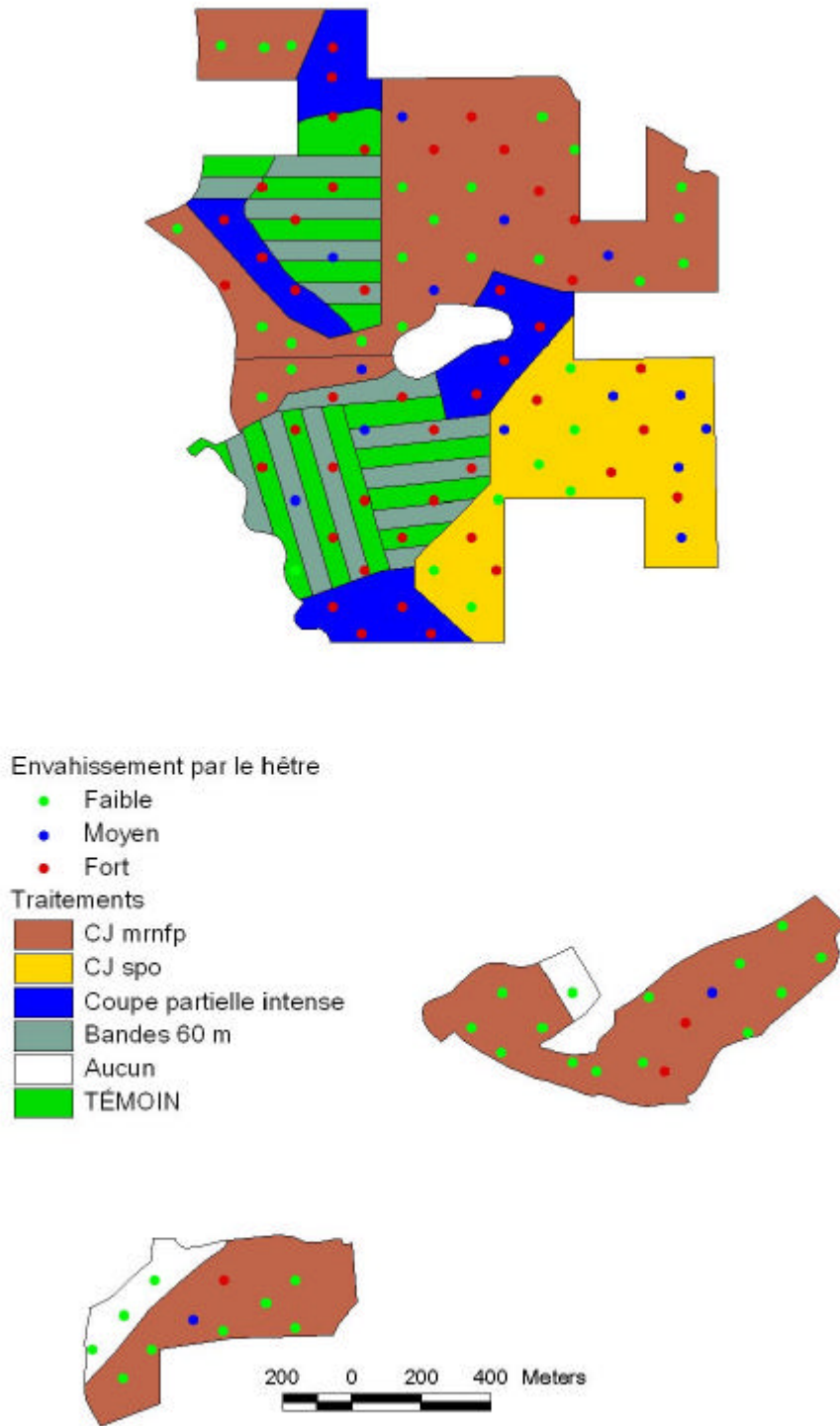


Figure 3 : Zones du Peuplement-Bras-Coupé et prescriptions sylvicoles correspondantes

Annexe 1

Protocole de prise de mesure – Projet SPO

Peuplements faisant partie des essais

Intensité : 1 placette au prisme facteur 2/ 2ha

Inventaire écologique

Tableau 1

No_pe	Type écologique

Le type écologique sera déterminé à partir des guides fournis par le MRNFP. Exemple : Gosselin et al., 1999. Rapport de classification écologique du sous domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'ouest. Ministère des ressources naturelles du Québec, Direction des inventaires forestiers.

Dénombrement des tiges

Tableau 2

No_pe	No_tige	Essence	DHP	Vigueur	Défauts	Qualité	Cime

Défauts : Les défauts déclassant la vigueur des tiges sont notés.

L'indice de cime sera expliqué ultérieurement.

L'indice de cime est expliquée en Annexe et sera précisé sur le terrain.

5 placettes de régénération gaule (2,82 m)/placette au prisme

Cet inventaire comprend les gaules des essences commerciales, mais aussi les espèces compétitrices arbustives telles le cerisier, l'érable à épi, l'érable de Pennsylvanie et la Viorne.

Tableau 3

No_pe	No_microG	Espèce	Sp dominante

On indique seulement les espèces présentes; on rajoute un « D » dans la colonne dominante pour l'essence commerciale qui présente l'individu le plus haut du stade gaulis.

5 placettes de régénération semis (< 2 cm de DHP)

Tableau 4

No_pe	No_microS	Espèce

Arbre-échantillon

On choisit 2 arbres-échantillon à l'intérieur de chaque placette.

Arbre 1 : Essence désirée et dominante et Cime A ou B

Arbre 2 : Essence désirée et dominante et Cime C ou D

Par dominante, on entend une des deux essences dominantes du secteur.

Sur chaque arbre, on prélève **3 carottes** (120° entre chacune). De cet arbre, on prend les caractéristiques du tableau 2 **plus** l'indice de compétition. Cet indice vous sera décrit sur le terrain.

Tableau 5

No_pe	No_tige	Essence	DHP	Vigueur	Qualité	Comp_1	Comp_2	Comp_3	Comp_tot	Cime

Chaque carotte est mise dans une paille³ puis mise au congélateur à la fin de la journée. Ne pas oublier de mettre toute l'information (placette, arbre) sur la paille. Une fois tout le secteur échantillonné, les données doivent être envoyées par messagerie rapide à l'IQAFF. L'analyse des carottes sera faite par l'équipe de l'IQAFF.

Analyse d'arbres d'un peuplement traité voilà 5 ans (traité en 1998)

Trouver un peuplement similaire en termes de composition et de site à celui que vous comptez traiter dans le cas du présent projet.

Trouver 20 arbres des 2 principales essences dominantes correspondants aux caractéristiques suivantes :

Les arbres doivent être de vigueur 1.

Les arbres doivent avoir une cime bien développée et sans mortalité (cime A et B).

Les arbres doivent subir très peu de compétition autour d'elle (indice de compétition inférieur ou égal à 15).

On doit choisir 5 arbres classe de diamètre 10-18cm/ 20-28cm/ 30-38 cm/ 40-48 cm, et ce, pour chacune des deux essences principales. 3 carottes par arbre.

³ Les carottes doivent être dirigées vers le centre, mais n'ont pas besoin d'atteindre celui-ci. Une longueur de 10 cm est suffisante.

Il y a donc un total de 40 arbres et de 120 carottes à échantillonner pour ce secteur.

Récolter 3 carottes par arbre, mettre au congélateur et envoyer le tout à l'IQAFF une fois tous les arbres échantillonnés

Tableau 6

Nom_secteur	No_tige	Essence	DHP	Vigueur	Qualité	Comp_1	Comp_2	Comp_3	Comp_tot	Cime

L'échantillonnage dans cette section sert à nous informer sur le potentiel du site à répondre à l'éclaircie. Les croissances sur les arbres avec des qualité de cime A et B nous fournit ainsi un potentiel de croissance des plus belles tiges.

Détermination de la vigueur des cimes

La détermination de la vigueur des cimes se fera en deux étapes.

Première étape

La première étape consiste à attribuer un niveau de vigueur à la cime basé sur l'étendue de celle-ci (volume) (Figure 1). Ainsi, les tiges oppressées ou fortement compétitionnées (cime située en fin de fût et faiblement étalée) seront notées D. Plus les cimes seront étalées horizontalement et verticalement, meilleure sera la cote attribuée (A représentant un arbre de bonne vigueur). Important : on ne considère que le tiers supérieur de la tige lors de la classification de la cime.

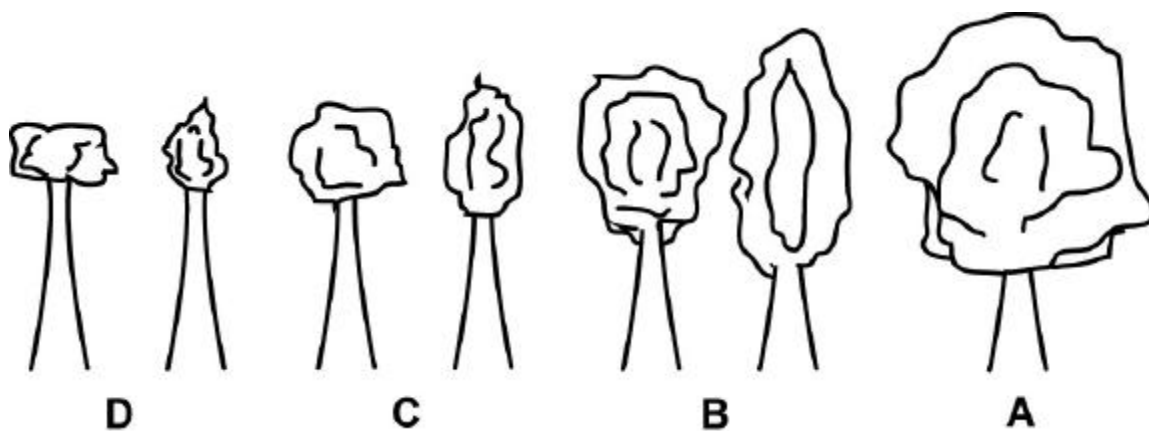


Figure 1 : Niveau de vigueur de la cime

Deuxième étape

La deuxième étape consiste à ajuster (déclasser) la cote établie à l'étape 1 selon le niveau de dépérissement présent sur les tiges. Ainsi une cime bien déployée, mais avec une mortalité de branches peut être reclassifier en C ou même en D.

Annexe 2

Directives de martelage

Essai de jardinage-SPO à la Forêt de l'Aigle

Généralités

Le jardinage durable est l'application de la sylviculture par objectifs au jardinage des forêts. Le jardinage durable compte 3 principaux objectifs forestiers :

1. L'éducation des tiges d'avenir
2. Une récolte économiquement viable
3. La régénération (semis et gaules) en essences désirées

Définitions

Essences

Dans le jardinage durable, chaque essence est reclassifiée dans un des trois groupes d'essences suivant :

1. Essence désirée : essence que l'on désire favoriser en terme de croissance et de qualité. Ex. : BOJ
2. Essence neutre : essence que l'on peut favoriser en absence d'essence désirées. Aucun effort de régénération n'est mis sur ces essences, ni aucun effort d'élimination. Ex. : TIL
3. Essence indésirée : essence dont ne veut ni favoriser la croissance, ni la régénération. Des efforts peuvent être mis pour éviter sa propagation. Ex. : HEG

Classes de diamètre

Dans le jardinage durable, on distingue 3 grandes classes de diamètre :

P : petites tiges = 10-24 cm de DHP

M : moyennes tiges = 24 jusqu'au DORé

G : DORé et plus

Diamètres optimaux de récolte

Le DORé est le diamètre optimal de récolte économique. Dans le cadre du projet, ce diamètre a été fixé à **40 cm** pour toutes les essences, à l'exception des essences suivantes :

BOP : 32 cm

CHR : 50 cm

HEG : 32 cm

PIB : 60 cm

Dans le cadre du présent projet, nous classifions la vigueur des tiges selon les classes de vigueur 3P3S.

Ainsi une tige : M1D est une moyenne tige de vigueur 1 d'une essence désirée.

Caractéristique du peuplement

Le peuplement à traiter présente une surface terrière d'environ 26 m²/ha. Nous comptons prélever **approximativement** 7 m²/ha.

Directives générales de martelage

Le martelage s'effectue en deux étapes :

Martelage positif de tiges d'avenir (P1M1 d'essences désirées et neutres). Nous avons pour objectif de marteler approximativement 6,5 m²/ha.

Martelage de récolte et d'éclaircie. Ce martelage consiste à éclaircir autour des arbres martelés positivement et à marteler des tiges afin d'atteindre le prélèvement voulu ainsi que la quantité de bois d'œuvre voulue. Un arbre est considéré éclairci lorsque sa cime est dégagée d'obstruction verticale et horizontale. Nous estimons qu'en moyenne, le martelage d'éclairci sera d'**approximativement** de 4 m²/ha. Environ 3 m²/ha supplémentaires sera martelé afin d'atteindre le prélèvement voulu de 7 m²/ha.

Priorités de martelage

Martelage positif (peinture bleue)

DM1	NM1	IM1
DP1	NP1	IP1
DG1 ⁴	ND1	IG1
+ priorité -		

Martelage de récolte et d'éclaircie (peinture orange)

3PD	3SD*	DG1*	4I	2I	IG1	NG1	DG1
3PN	3SN*	NG1*	4N	2N	IM1	NM1	DM1
3PI	3SI*	IG1*	4D	2D	IP1	NP1	DP1
+ priorité -							

Attention : L'éclaircie autour des BOP ne pourra se faire qu'en récoltant les tiges d'étage supérieur au BOP.

*À récolter seulement s'il manque de bois d'œuvre pour atteindre 4 m²/ha

⁴ Si il y a un manque de récolte de bois d'œuvre, un DG1 (GD1, c'est la même chose) peut être récolté. Il faudra alors tenter de le remplacer par une tige d'une autre classe.