

**Revue de littérature portant sur la problématique  
des peuplements composés de feuillus  
intolérants du territoire de la sapinière à bouleau  
jaune de Charlevoix et du Bas-Saguenay**

---

**Revue de littérature portant sur la  
problématique des peuplements composés  
de feuillus intolérants du territoire de la  
sapinière à bouleau jaune de Charlevoix et du  
Bas-Saguenay**

---

**2007**

---

**Réalisé grâce au soutien financier du Ministère des  
ressources naturelles et de la faune**

---

Citation :

Laberge, V. 2007. Revue de littérature portant sur la problématique des peuplements composés de feuillus intolérants du territoire de la sapinière à bouleau jaune de Charlevoix et du Bas-Saguenay. 42 pages.

## Avant-propos

Ce document est remis dans le cadre de la fin d'une entente de financement entre le CLD de la MRC de Charlevoix-Est et le Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune. Il ne s'agit pas d'un document final mais d'une version préliminaire qui nécessite encore des améliorations. Bien qu'il ait déjà été soumis pour lecture et que d'importantes corrections ont déjà été faites, il ne s'agit pas d'une version finale à publier ou diffuser largement. Par contre, il répond amplement aux besoins et aux attentes à ce stade du projet. Il s'agit d'un document de travail qui permet de mieux comprendre la problématique du territoire ciblé par le projet, des solutions possible à mettre en œuvres et des besoins de recherche. Ce document doit être en constante évolution.

## Table des Matières

AVANT-PROPOS .....	III
TABLE DES MATIÈRES .....	IV
LISTE DES FIGURES : .....	V
LISTE DES TABLEAUX : .....	V
INTRODUCTION .....	5
<b>1. DESCRIPTION DE LA FORÊT MIXTE DE CHARLEVOIX-EST ET DU BAS-SAGUENAY .....</b>	<b>9</b>
<b>2. DYNAMIQUE NATURELLE ENGENDRÉE PAR LES PERTURBATIONS SUR LA FORÊT MIXTE .....</b>	<b>13</b>
2.1 DE LA PERTURBATION À LA FIN DE SUCCESSION. ....	13
2.2 L'IMPACT DE LA RÉCURRENCE DES PERTURBATIONS ANTHROPIQUES.....	13
2.2.1 Situation des forêts de Charlevoix et du Bas-Saguenay.....	14
<b>3. L'AMÉNAGEMENT ÉCOSYSTÉMIQUE COMME STRATÉGIE POUR AMÉLIORER LE POTENTIEL FORESTIER DE LA SAPINIÈRE À BOULEAU JAUNE DE L'EST DE CHARLEVOIX / BAS-SAGUENAY .....</b>	<b>16</b>
3.1 BESOIN DE RECHERCHE PAR RAPPORT À LA DESCRIPTION DU TERRITOIRE, À LA DYNAMIQUE NATURELLE ENGENDRÉE PAR LES PERTURBATIONS ET L'APPROCHE ÉCOSYSTÉMIQUE. ....	17
3.1.1 Les besoins de recherche concernant la description de la forêt mixte de Charlevoix-Est et du Bas-Saguenay .....	17
3.1.2 LES BESOINS DE RECHERCHES CONCERNANT LA DYNAMIQUE NATURELLE ENGENDRÉE PAR LES PERTURBATIONS ET L'APPROCHE ÉCOSYSTÉMIQUE. ....	17
<b>4. STRATÉGIES SYLVICOLES ADAPTÉES À LA FORÊT MIXTE, EXISTANTE AU CANADA .....</b>	<b>19</b>
4.1 LES TRAITEMENTS SYLVICOLES VISANT À CONTRÔLER LA QUANTITÉ DE LUMIÈRE ATTEIGNANT LE SOUS-ÉTAGE ET MAINTENIR LE RECRUTEMENT EN ESSENCE DE FIN DE SUCCESSION.....	19
4.1.1 La coupe partielle .....	20
4.1.2 Plantation sous couvert : .....	24
4.1.3 Coupe avec protection du sous-étage.....	25
<b>5. L'INTÉGRATION DES TRAITEMENTS ADAPTÉS POUR L'AMÉNAGEMENT DES FORÊTS MIXTES.....</b>	<b>29</b>
5.1 L'IMPLICATION DE 3 APPROCHES POUR RÉGÉNÉRER ET AMÉNAGER LA FORÊT BORÉALE MIXTE (TIRÉ DE COMEAU ET AL., 2005) .....	29
5.1.1 Première approche : La création et l'aménagement de peuplements intimement mélangés à deux étages; .....	30
5.1.2 Deuxième approche: La création et l'aménagement de peuplements intimement mélangés à un seul étage de tremble et d'épinette blanche; .....	32
5.1.3 Troisième approche : la création d'une mosaïque de blocs individuels de chacune des espèces .....	33
5.1.4 Besoins de recherche pour l'intégration l'approche de Comeau et al. ( à la problématique de notre territoire .....	34
5.2. DÉVELOPPER DES PRATIQUES SYLVICOLES ADAPTÉES À LA FORÊT MIXTE PAR L'AMÉNAGEMENT ADAPTATIF ACTIF (TIRÉ DE MACDONALD ET AL., 2003).....	34
<b>6. CONCLUSION .....</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>39</b>

## Liste des figures :

Figure 1: Carte des unités homogène du Québec méridional selon les niveaux de perceptions 1 à 5.....	7
Figure 2: Répartition des types de couvert de la portion du territoire couvert par le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune.....	10
Figure 3: Territoire à l'étude, le territoire de Charlevoix Est et du Bas-Saguenay couvert par le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'est.....	11
Figure 4: Les peuplements composés de feuillus intolérants, seuls ou en mélange, sur le territoire à l'étude.....	11
Figure 5: Les peuplements composés de feuillus tolérants, seuls ou en mélange, sur le territoire à l'étude.....	12
Figure 6: Les peuplements composés de résineux, sur le territoire à l'étude (Ces cartes sont disponibles en annexe à la fin du document.).....	12
Figure 7: Diagramme de récolte d'exploitation en deux abattages.....	27
Figure 8: Diagramme du régime d'exploitation en un abattage (rétention du 17% du peuplier).....	27
Figure 9: Diagramme du régime d'exploitation en un abattage (rétention de 8,5% du peuplier).....	28
Figure 10: Les étapes d'un cycle d'aménagement adaptatif actif et de rôle des partenaires dans le projet.....	35
Figure 11: Résumé des composantes d'un projet. Les principales étapes dans le cycle de gestion adaptative active sont en gris.....	37

## Liste des tableaux :

Tableau 1: Description des superficies du territoire couverte par le domaine bioclimatique de la Sapinière à bouleau jaune de l'est.....	9
--	---

## **Introduction**

Ceinturant le Lac-Saint-Jean et le Fjord du Saguenay, on oublie souvent que le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'Est tel que décrit dans « *Système hiérarchique de classification écologique en vigueur au MRNF* » (Saucier et al. 1998) se retrouve à une telle latitude. Ce sont les conditions topographiques et le climat particulier occasionné par la proximité de ces plans d'eau, créant un microclimat, qui explique la présence du domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'Est à cette latitude.

Les communautés de Charlevoix-Est et du Bas-Saguenay dépendent d'une économie régionale axée principalement sur l'utilisation des ressources naturelles du milieu forestier. Malheureusement, depuis plusieurs années, les intervenants du milieu forestier de ce territoire estiment et prétendent que plus de la moitié du territoire productif est dégradé, principalement dû à la forte présence de peuplements composés de feuillus intolérants (ex : Peuplier faux-tremble et bouleau à papier) (*Populus tremuloïdes* Michx. et *Betula papyrifera* Marsh.). Par le terme dégradé, ils font référence aux sites où la végétation présente n'évolue pas vers le plein potentiel offert par les conditions écologiques associées au domaine de la sapinière à bouleau jaune. Pourtant, ce territoire est touché par plus de 22 districts écologiques, lui conférant une diversité de composantes biophysiques et écologiques d'une grande amplitude. Cette situation peut, entre autre, être due à l'application de pratiques forestières peu adaptées aux peuplements d'origine ou encore, suite à des perturbations naturelles et humaines. Or, cette situation fait qu'aujourd'hui, l'utilisation des ressources naturelles du milieu forestier n'a plus de rentabilité et par voie de conséquence, ne peut plus assurer la survie des communautés locales.

Les effets de l'homme sur la dégradation des forêts sont de plus en plus alarmants au Québec. Récemment, Grondin et al. (2007) ont proposé une classification forestière par unité homogène qui intègre non seulement des paramètres bioclimatique et biophysique mais également le degré de perturbations anthropiques. Cette classification augmente considérablement la compréhension des écosystèmes forestiers du Québec méridional. D'après ces résultats, les communautés de Charlevoix-Est et du Bas-Saguenay correspondraient aux unités homogènes de la forêt mélangée de l'Est à sapin et bouleau jaune typique (MEJt1a) le long du fleuve Saint-Laurent et de la forêt mélangée de l'Ouest à bouleau blanc, sapin et bouleau jaune typique (MOJt3b) le long du Fjord du Saguenay (figure 1). Toujours d'après ces résultats, la forêt mélangée de l'Ouest (MO) constitue le territoire de prédilection des groupements d'essences de début de succession, notamment les tremblaies. Ce phénomène serait directement relié aux épidémies de tordeuses des bourgeons de l'épinette, aux coupes partielles et totales, aux feux d'origine naturelle et humaines. Les traces d'activités humaines seraient également importantes dans l'unité homogène MEJt1 et elles se manifestent par l'abondance de terres agricoles et de friches. Les tremblaies sont abondantes et leur expansion a grandement été favorisée par les feux d'origine humaine.

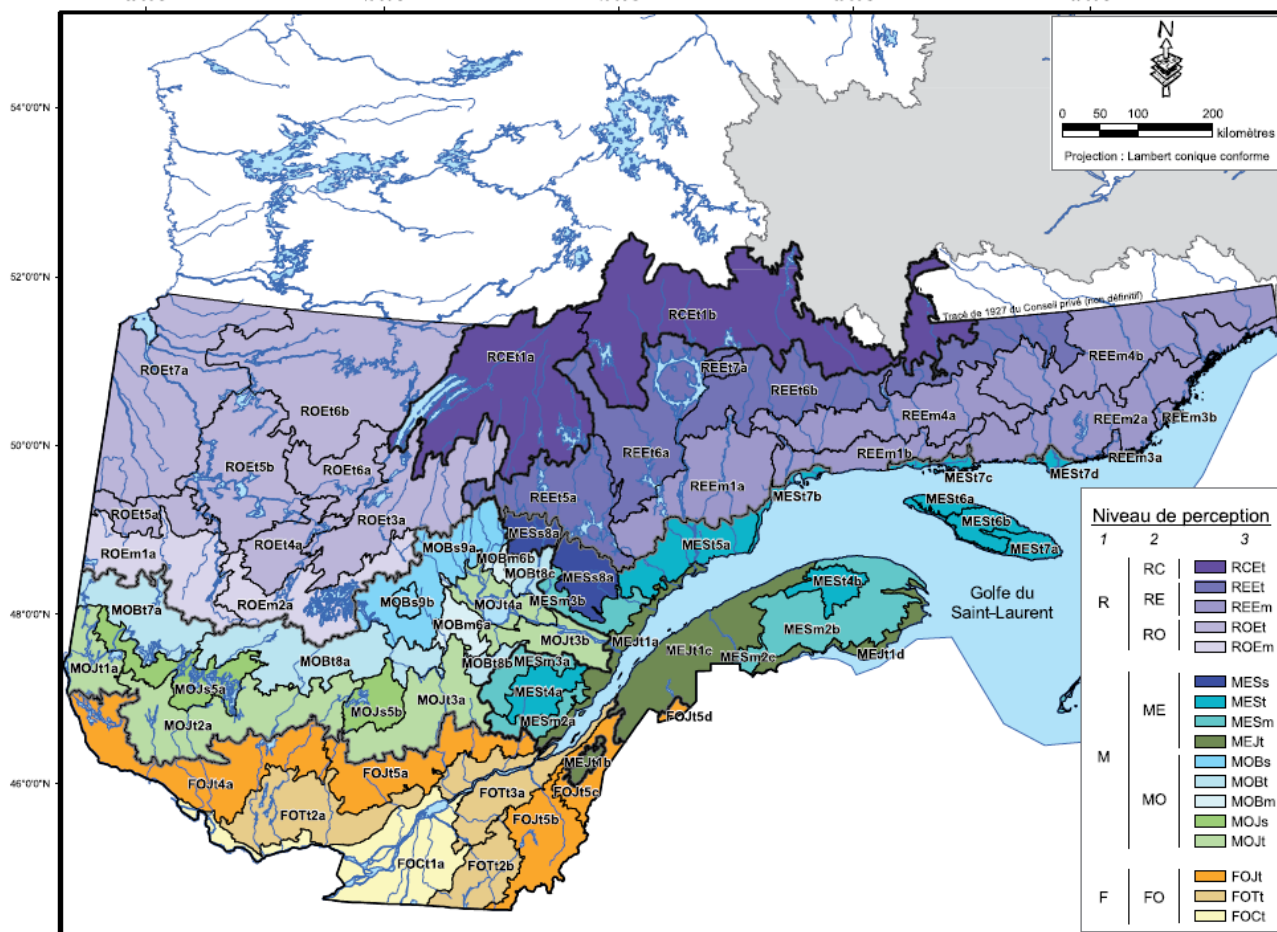


Figure 1: Carte des unités homogène du Québec méridional selon les niveaux de perceptions 1 à 5

L'ensemble de ces constats nous amène à croire que la composition végétale de notre territoire, un des principaux enjeux identifiés de l'aménagement écosystémique en développement au Québec, est actuellement au prise avec un sérieux problème d'invasion par le peuplier faux-tremble et le bouleau blanc (Grondin et al. 2007). Leur présence dans les peuplements mixtes affecte les rendements en épinette blanche (*Picea glauca*, (Moench) Voss) ou en bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*, Britton). Plus encore, la présence de feuillus de lumière est depuis fort longtemps reconnue comme un facteur exerçant de fortes pressions négatives sur le recrutement et la croissance des essences de fin de succession. Par exemple, de nombreux peuplements mixtes de seconde venue ne sont pas adéquatement régénérés en essences de fin de succession pour assurer le renouvellement à la prochaine révolution. Il est fort à craindre que la récolte des peuplements mixtes à fortes proportions de feuillus de lumière viendra amplifier le phénomène d'inhibition au niveau du recrutement en essences de fin de succession, surtout dans un contexte où la coupe doit se faire via la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS), une forme de coupe totale. Une forêt dégradée n'est pas uniquement caractérisée par un rendement faible en volume mais aussi parce qu'elle éprouve de grandes difficultés à se régénérer en essences de fin de succession.

Cette situation est préoccupante et des actions concrètes doivent être mises en place de toute urgence afin de redonner le plein potentiel forestier aux forêts et permettre aux collectivités forestières de Charlevoix-Est et du Bas-Saguenay d'améliorer cette situation et léguer aux générations futures, une forêt à la hauteur du potentiel de ce territoire. Pour y arriver, il faut améliorer nos connaissances relatives à cette problématique pour agir le plus hâtivement possible. Ce document a donc pour objectif de mieux comprendre l'étendue de la problématique sur ce territoire et les mécanismes à l'origine de celle-ci. Ensuite, il tentera de faire état des solutions envisageables en répertoriant les pratiques sylvicoles adaptées à la forêt mélangée composée de feuillus intolérants et des modes de gestions qui permettent l'intégration de ces pratiques à la planification et aux opérations. Finalement, une réflexion sur les besoins de recherche est entamée à partir des constats faits à la fin des principaux chapitres.

## 1. Description de la forêt mixte de Charlevoix-Est et du Bas-Saguenay

Selon le « *Système hiérarchique de classification écologique en vigueur au MRNF* » (Saucier et al. 1998), la forêt mixte de Charlevoix-Est et du Bas-Saguenay fait partie du domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune qui s'étend de la frontière de l'Ontario jusqu'à la pointe de la Gaspésie. Plus particulièrement, elle fait partie du sous-domaine de l'est, défini surtout par les forêts mélangées mésiques dominées par le sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill), le bouleau jaune venant en seconde place.

En analysant sommairement le portrait du territoire public de la forêt mixte de Charlevoix-Est et du Bas-Saguenay obtenu à partir des données préliminaires de la cartographie du quatrième décennal (tableau 1, figure 3), on constate que les peuplements composés de feuillus intolérants seuls ou en mélange, représentent 66% de la superficie du territoire productif dont 44% sont dominés par les feuillus intolérants (figure 4). Les peuplements composés de feuillus tolérants, seuls ou en mélange, représentent 11% de la superficie du territoire (figure 5) et les peuplements purs de résineux, 20 % (figure 6).

**Tableau 1: Description des superficies du territoire couverte par le domaine bioclimatique de la Sapinière à bouleau jaune de l'est**

	UAF 3351	Lots intras Bas-Sag	Lots Intras Charl. Est	TOTAL	Pourcentage
Superficie totale	82991	10872	8016	101879	
Superficie non productive	10951	626	1061	12638	
Superficie productive	72041	10246	6954	89241	100%
<b>Couvert résineux</b>	<b>14683</b>	<b>1754</b>	<b>1275</b>	<b>17712</b>	<b>20%</b>
<b>Couvert feuillu</b>	<b>12113</b>	<b>1935</b>	<b>2107</b>	<b>16155</b>	<b>18%</b>
FI	10363	1427	1704	13494	15%
FT	1750	508	403	2661	3%
<b>Couvert mélangé</b>	<b>43040</b>	<b>6404</b>	<b>3484</b>	<b>52928</b>	<b>59%</b>
RFI	17217	2312	1079	20609	23%
RFT	530	117	98	745	1%
FIR	20455	3078	2069	25602	29%
FTR	4838	897	238	5972	7%
<b>Sans couvert</b>	<b>2204</b>	<b>138</b>	<b>88</b>	<b>2430</b>	<b>3%</b>
	Sapinière à bouleau jaune (37%)	Sapinière à bouleau jaune (40%)	Sapinière à bouleau jaune (37%)		
Types écologiques les plus présents	Sapinière à épinette noire (30%)	Sapinière à épinette noire (30%)	Sapinière à épinette noire (23%)		
	Sapinière à érable rouge (16%)	Sapinière à érable rouge (10%)	Sapinière à érable rouge (18%)		

Source: Peuplements 4e décennal non officiel

Bien que situé dans le domaine bioclimatique de la Sapinière à bouleau jaune, notre territoire est plus fortement représenté par des peuplements composés de feuillus intolérants que par des peuplements de résineux ou encore, de feuillus tolérants. En observant attentivement la carte des feuillus intolérants (figure 4), on s'aperçoit que les peuplements dominés par les feuillus intolérants sont très abondants (figure 2) et se retrouvent principalement le long des grands axes routiers et des secteurs habités, suggérant fortement un envahissement par ces espèces sur cette portion du territoire. Cette situation ne peut pas être expliquée uniquement par la dynamique naturelle engendrée par les perturbations naturelles sur la forêt mixte. Elle laisse entrevoir que l'action directe de l'homme y serait pour quelque chose.

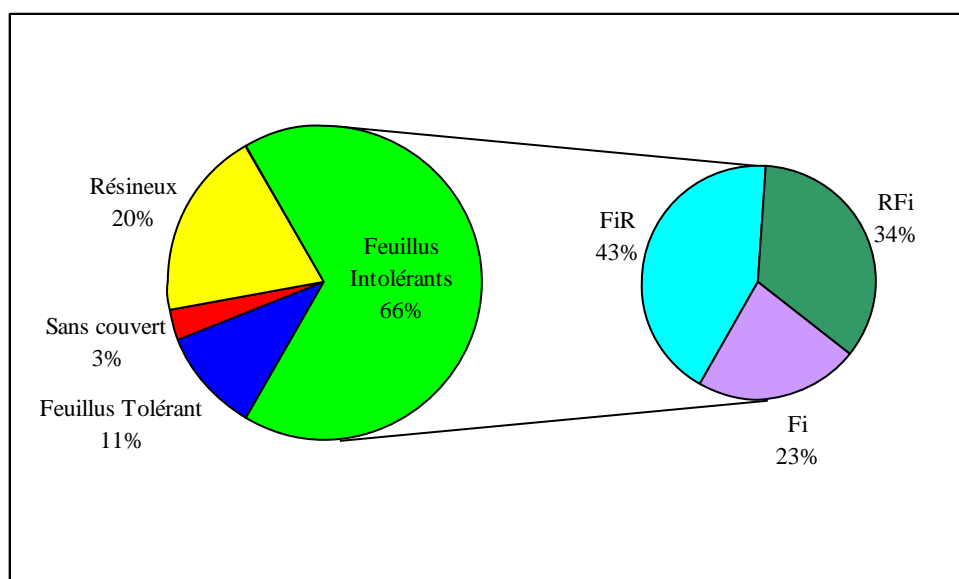


Figure 2: Répartition des types de couvert de la portion du territoire couvert par le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune

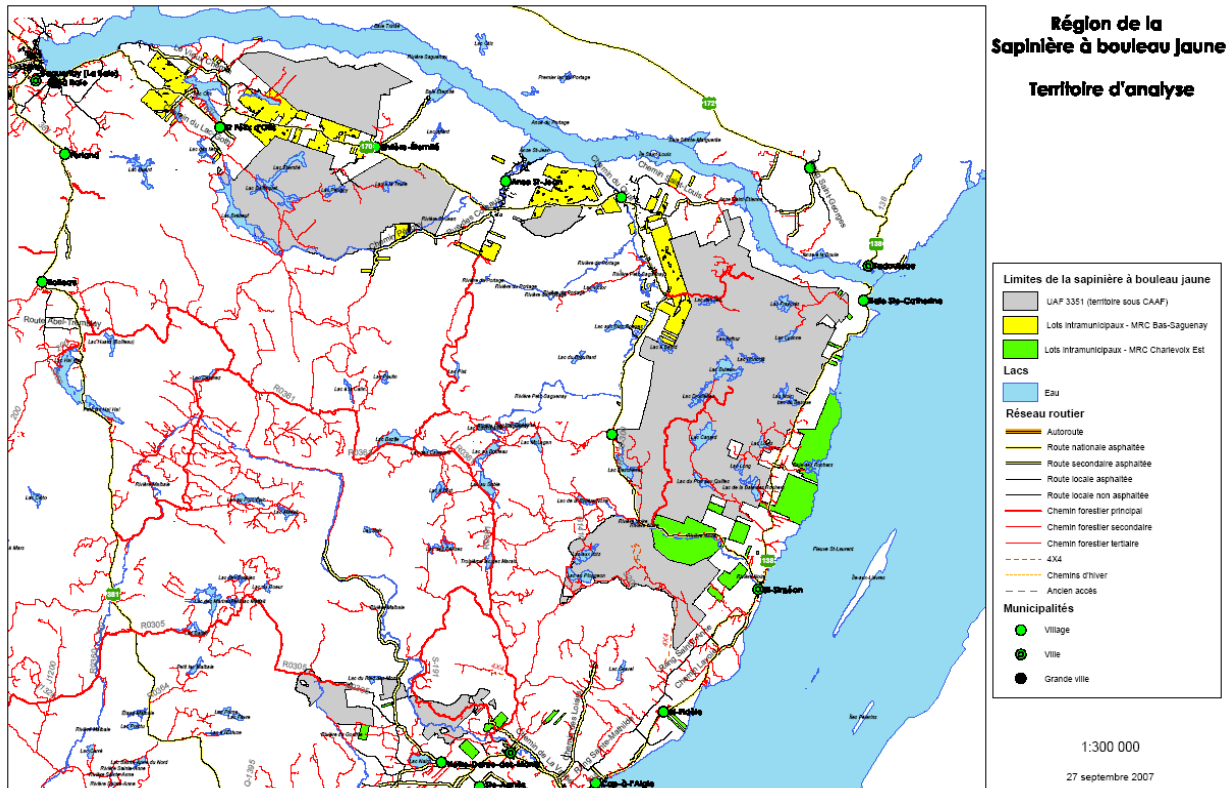


Figure 3: Territoire à l'étude, le territoire de Charlevoix Est et du Bas-Saguenay couvert par le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune de l'est

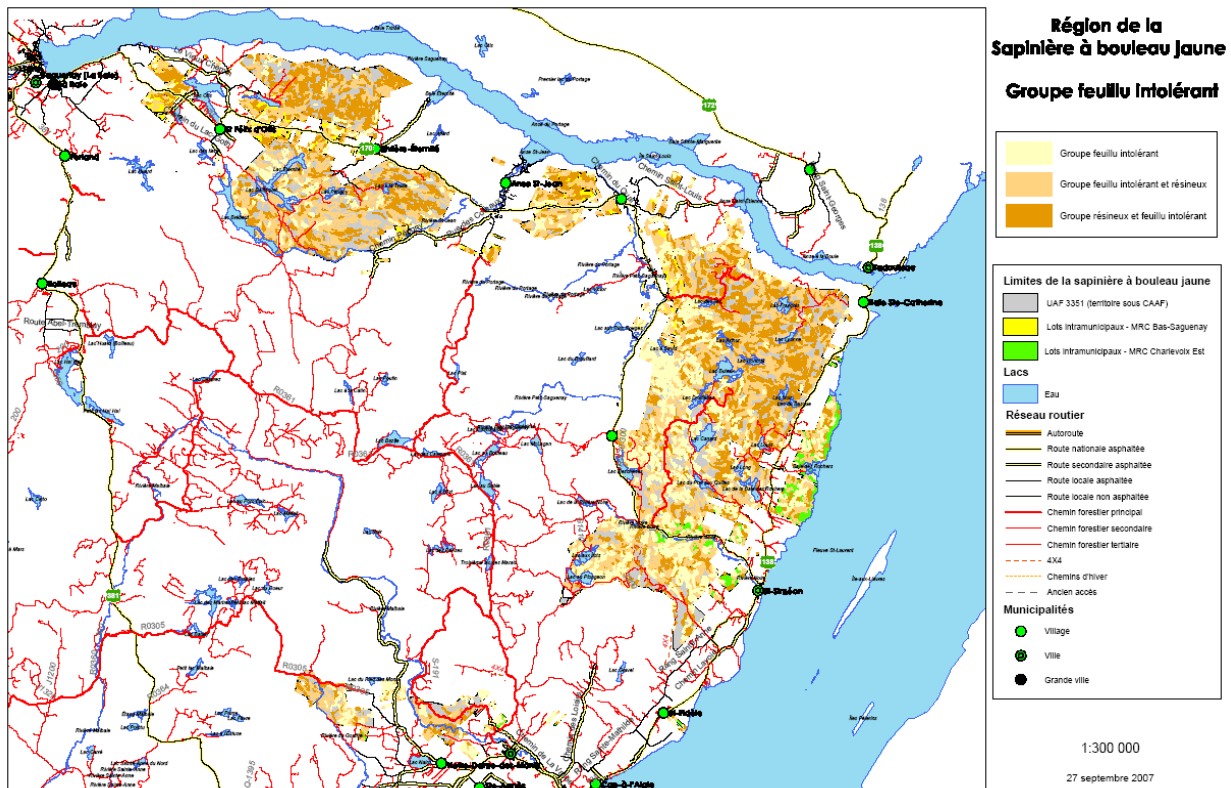


Figure 4: Les peuplements composés de feuillus intolérants, seuls ou en mélange, sur le territoire à l'étude

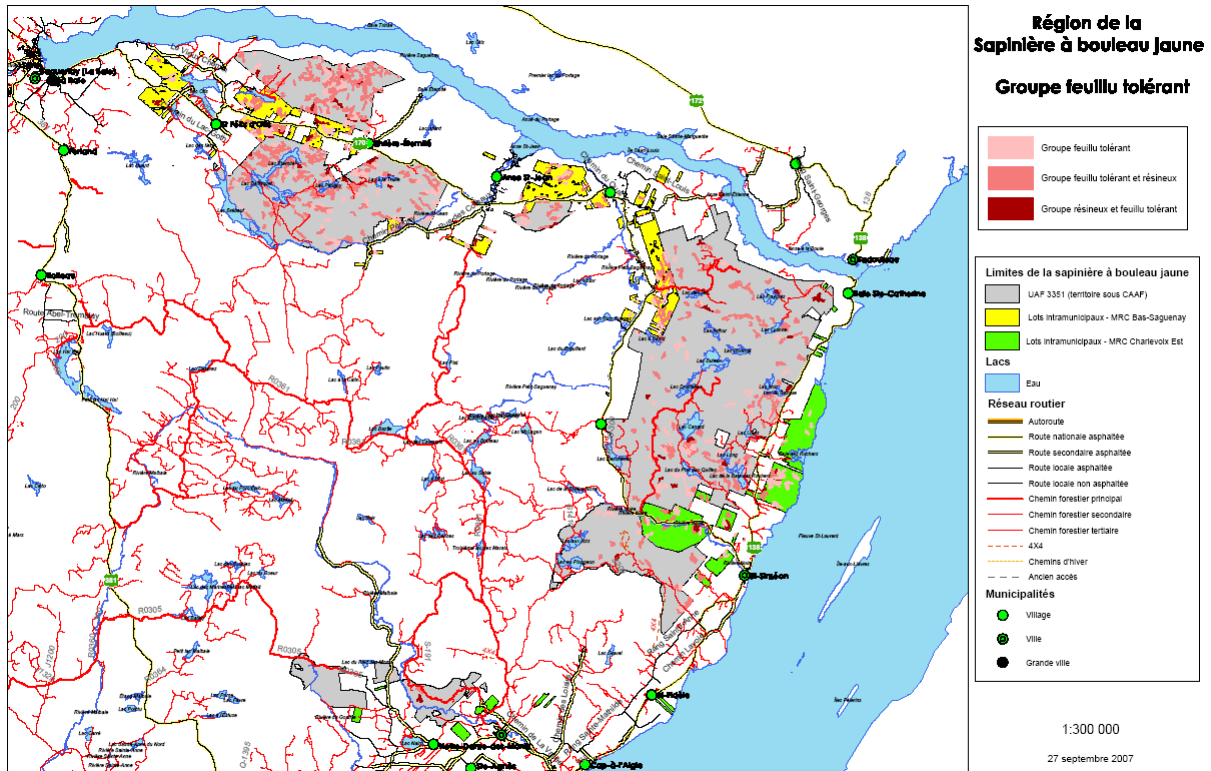


Figure 5: Les peuplements composés de feuillus tolérants, seuls ou en mélange, sur le territoire à l'étude

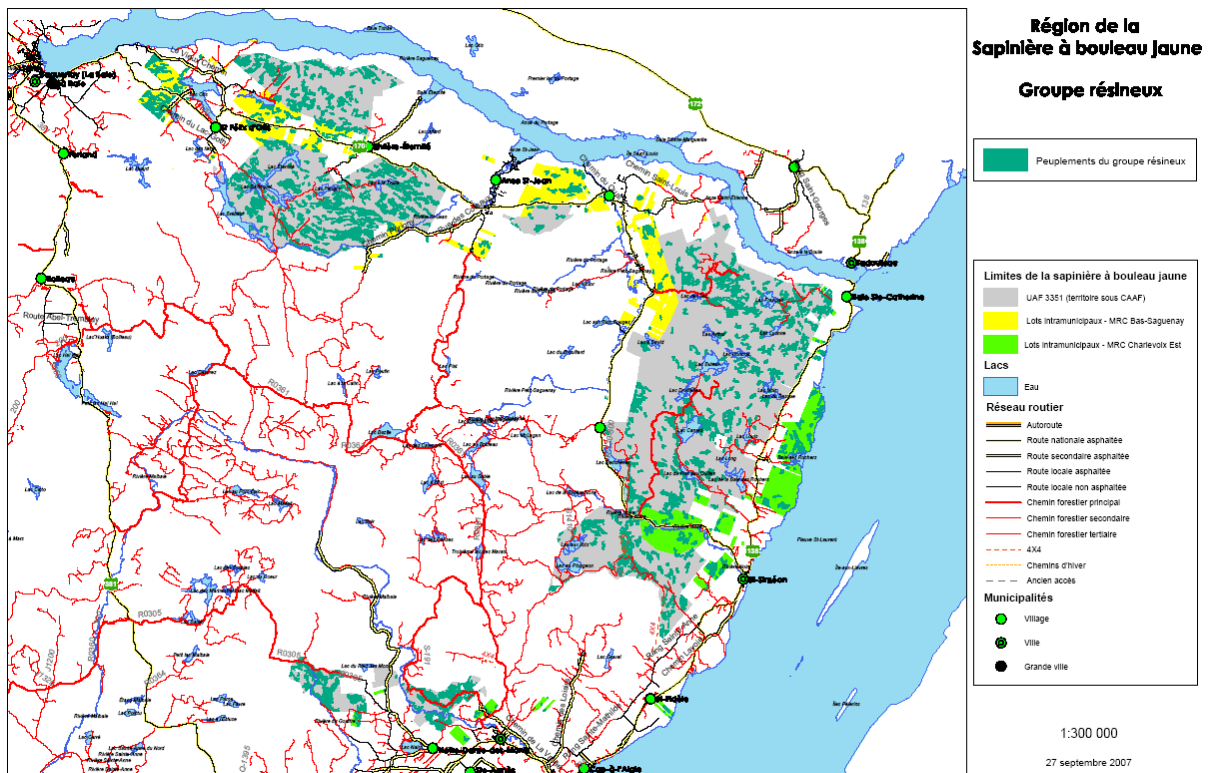


Figure 6: Les peuplements composés de résineux, sur le territoire à l'étude (Ces cartes sont disponibles en annexe à la fin du document.)

## **2. Dynamique naturelle engendrée par les perturbations sur la forêt mixte**

Pour expliquer le phénomène d'invasion en feuillus de lumière observé sur ce territoire, il faut comprendre les mécanismes à l'origine de cette situation. Ainsi, dans un premier temps, nous allons décrire la dynamique naturelle engendrée par les perturbations majeures tel que le feu et la coupe totale jusqu'au stade de fin de succession. Ensuite, nous décrivons la dynamique naturelle engendrée par la récurrence de perturbations majeures d'origine anthropique qui semblent être une des principales causes de la problématique.

### **2.1 De la perturbation à la fin de succession.**

Dans le domaine de la sapinière à bouleau jaune de l'est (SAB-BOJ), le sapin baumier est l'espèce dominante dite de fin de succession. En général, la dynamique de la sapinière est une succession directionnelle contrôlée par les perturbations naturelles majeures comme le feu. Après une perturbation, les strates de sapin meurent et diminuent en importance pour céder la place aux feuillus de lumière (bouleau blanc et peuplier). En absence de nouvelle perturbation, le sapin reprendra sa dominance dans la strate arborescente. De façon naturelle, le retour à la composition originale de ces peuplements suites aux perturbations majeures est estimé à 250 ans dans la littérature.

Dans le domaine de la SAB-BOJ, les épidémies d'insecte, surtout la tordeuse des bourgeons de l'épinette, jouent aussi un rôle important dans la succession. Lors d'une épidémie, les sapins ne sont pas tous défoliés mortellement. La mort d'un grand massif de sapin crée des conditions favorables aux essences de lumière alors que la mort de quelques sapins donne de petites ouvertures favorisant le sapin ou d'autres essences de fin de succession à atteindre les strates supérieures. Pendant plusieurs décennies, de nombreux chercheurs et forestiers ont pensé que puisque la sapinière est adaptée aux perturbations intenses, elle répondrait positivement à la coupe. Aujourd'hui, cette hypothèse est de plus en plus réfutée non pas parce que la coupe a favorisé les feuillus de lumière mais plutôt parce que l'on n'observe très peu ou pas d'attribut qui suggère le retour du sapin et/ou d'espèces compagnes de fin de succession. Le paysage s'est donc enfeuillé sous l'action des coupes et des perturbations naturelles. Nos inventaires sont en accord avec l'idée que des causes anthropiques seraient davantage responsables de cette enfeuillage que les perturbations naturelles (Grondin et al. 2007).

### **2.2 L'impact de la récurrence des perturbations anthropiques**

La dynamique naturelle engendrée par la coupe totale dans la sapinière à bouleau jaune favorise effectivement l'établissement de communautés forestières pionnières, aussi appelées colonisatrices, comme le bouleau blanc, le peuplier faux-tremble et l'érable à épis (*Acer spicatum* Lam.). Il est reconnu que ces espèces exercent une forte pression sur l'établissement et la croissance des espèces de fin de succession. Là où la coupe diffère de la perturbation, c'est qu'elle enlève sur de grandes superficies les arbres matures de fin de succession. Bien qu'après coupe, les conditions du parterre forestier soient favorables à l'établissement par semis, le faible nombre et/ou la forte dispersion des arbres matures ne permettent pas aux sapins ou aux épinettes d'ensemencer tout le parterre forestier. Les graines des peupliers et de bouleaux sont plus petites et produites en plus grands nombres

que celles des résineux. Elles peuvent donc être dispersées plus loin. De plus, ces deux espèces peuvent se régénérer rapidement par drageonnement ou rejets. Les herbacées et les arbustes comme le framboisier (*Rubus*) et l'érable à épis envahissent aussi rapidement les parterres de coupe. Les chances de recrutement en résineux seraient quasi nulles cinq ans après la coupe. Ainsi, ce scénario de coupe expliquerait en partie l'enfeuillement des parterres de coupe. De plus, des études comme celle de Maclsaac et al, (2006) soutiennent qu'après coupe totale, il y a une augmentation générale de la superficie des peuplements couverts par les trouées au fil du temps, avec plus de 30 % des peuplements couverts par les trouées de toutes sortes, non régénérées en espèce arborescente, 14 ans après la coupe. Ainsi, les perturbations telles que les coupes augmenteraient l'hétérogénéité spatiale des peuplements dominés par le tremble tout en augmentant les secteurs de trouées non régénérées de toutes origines.

Même dans un contexte de coupe partielle, l'omniprésence du peuplier, du bouleau blanc et de la végétation de compétition demeure un facteur de compétition potentiel contre le recrutement des espèces de fin de succession. Bien que peu documentés, d'autres facteurs auraient contribué à hausser la proportion de feuillus de lumière dans un contexte de coupe partielle ou totale. Par exemple, une coupe fait durant une mauvaise année de production de graines diminue les chances de l'espèce (sapin ou bouleau jaune) d'occuper les bons microsites rendus disponibles par la coupe. Pire encore, les coupes effectuées durant les épidémies de la tordeuse ont certes eu des impacts considérables sur les populations de sapin et d'épinette car la larve broute d'une façon préférentielle les strobiles. Durant les dix ans d'une épidémie, la production de graines du sapin et de l'épinette était donc fortement réduite par l'insecte. Dans certains cas, l'absence de régénération adéquate dans les trouées formées par la récolte partielle favorise l'installation d'une strate arbustive d'érable à épis. Cet arbuste semble empêcher le recrutement du sapin, des épinettes et des bouleaux jaunes. Il contribue à réduire le potentiel forestier du site. L'élimination de ces arbustes nécessite des interventions répétées parfois même, l'épandage de pesticides, maintenant interdit au Québec.

### **2.2.1 Situation des forêts de Charlevoix et du Bas-Saguenay**

Actuellement, de nombreux inventaires effectués de notre région suggèrent fortement que la dynamique et la structure d'une proportion élevée des forêts de feuillus intolérants et mixtes soit fortement affectée par les coupes antérieures. Il est urgent de vérifier l'exactitude de cette hypothèse pour le territoire de Charlevoix et du Bas-Saguenay afin de réagir à cette perte de potentiel forestier.

La zone productive de Charlevoix et du Bas-Saguenay se caractérise par de grandes superficies dominées par des peuplements de feuillus intolérants puisque la coupe et les perturbations ont favorisé l'établissement du peuplier faux-tremble et du bouleau blanc au détriment du bouleau jaune, de l'épinette blanche, du thuya occidental et du pin blanc. Il est à craindre que la récolte massive de feuillus intolérants, encore par des traitements de coupe totale, pourrait accroître la dégradation du paysage, du moins l'appauvrissement en

essences de fin de succession. Cette situation n'est pas souhaitable compte tenu que plusieurs tremblaies poussent sur des sites considérés comme les plus productifs de la région.

### **3. L'aménagement écosystémique comme stratégie pour améliorer le potentiel forestier de la sapinière à bouleau jaune de l'Est de Charlevoix / Bas-Saguenay**

Présentement sur notre territoire, la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) est encore la principale prescription retenue pour l'aménagement des peuplements de feuillus intolérants et mixtes. Aujourd'hui, nous constatons non seulement que nos interventions maintiennent difficilement l'intégrité écologique de nos forêts de ce domaine bioclimatique, mais aussi qu'elles semblent affecter les mécanismes responsables de la richesse de notre forêt. L'une des avenues prioritaires à ce moment-ci pour l'aménagement forestier de notre territoire, c'est de développer des stratégies sylvicoles de façon à contrôler l'expansion de feuillus pour les amener vers leur deuxième et troisième cohorte plutôt que de les ramener sans cesse à la première par l'application de traitements sylvicoles inadéquats. C'est de cette façon que nous espérons améliorer la productivité tout en maintenant ou reconstituant des assemblages forestiers propres au domaine de la sapinière à bouleau jaune.

Actuellement, plusieurs scientifiques suggèrent que l'intégrité d'une forêt pourrait être maintenue, voire améliorée, si les aménagements étaient faits de façon à ce que le design de coupe mime les effets d'une perturbation naturelle sur la distribution des arbres résiduels. L'objectif est de conserver le plus d'attributs (diversité élevée, îlots d'arbres non coupés et différentes superficies conservées intactes dans l'aire de prélèvement, vieux arbres, chicots, etc) en espérant que ces attributs puissent assurer le maintien de l'intégrité écologique du milieu. Les coupes (ex : la coupe partielle) mimant de petites perturbations naturelles (chablis) conserveraient plus d'attributs que les coupes mimant les feux ou les grandes épidémies(CPRS). La CPRS est l'aménagement le plus utilisé dans le secteur de Charlevoix et du Bas-Saguenay. Ce type d'aménagement expliquerait, en partie du moins, l'enfeuilletement important de la région, particulièrement dans une zone où les perturbations majeures sont associées aux épidémies partielles et aux chablis. La coupe partielle semble donc plus appropriée au maintien de l'intégrité écologique de la sapinière à bouleau jaune. La dynamique naturelle permettant d'atteindre la composition originale des peuplements doit être mimée et être à la base de l'élaboration de scénarios sylvicoles pour la forêt mixte de Charlevoix et du Bas-Saguenay.

Les intervenants forestiers de notre région partagent le même sentiment à propos du potentiel de la coupe partielle. En effet, le modèle d'aménagement écosystémique (mimant la nature) s'impose puisqu'il repose sur une variété de traitements sylvicoles qui permet de refléter plus justement différents aspects de la dynamique naturelle : la CPRS et les autres traitements équiens sont employés afin de recruter les peuplements de la première cohorte. La coupe partielle est utilisée pour modifier la composition du peuplement et sa structure pour s'approcher plus rapidement de la seconde ou troisième cohorte. Ainsi, de la même façon que la succession naturelle des feuillus intolérants évolue vers la forêt mélangée et les forêts résineuses, la coupe sélective tente de mimer la dynamique des trouées. D'ailleurs, Kembal et al. (2005) recommandent de considérer les modèles d'épidémies d'insectes plus que le feu pour aménager les forêts mixtes, surtout si l'on compte sur la régénération naturelle.

Ainsi, des coupes sélectives ou des coupes par trouées devraient être implantées dans les forêts mixtes à la place des grandes CPRS, imitant davantage la dynamique des petites perturbations. L'approche implique d'appliquer des traitements sylvicoles diversifiés et une gestion des forêts plus adaptative aux besoins des diverses essences en fonction de la qualité des sites. L'approche d'aménagement écosystémique nécessite la réduction de la CPRS mais une augmentation des superficies traitées à partir de stratégies sylvicoles connues ou à développer.

### **3.1 Besoin de recherche par rapport à la description du territoire, à la dynamique naturelle engendrée par les perturbations et l'approche écosystémique.**

#### **3.1.1 Les besoins de recherche concernant la description de la forêt mixte de Charlevoix-Est et du Bas-Saguenay**

Les premiers résultats obtenus dans le premier chapitre nous ont permis d'identifier et de quantifier l'étendue des peuplements sujets à l'envahissement en feuillus de lumière. Maintenant, il faut pousser plus loin ces analyses afin d'établir les différentes structures de peuplement retrouvées à l'intérieur des peuplements purs de feuillus intolérants, des peuplements mélangés à dominance de feuillus intolérants et des peuplements mélangés à dominance de résineux. D'après les différentes structures obtenues, il faudra ensuite identifier les différentes pratiques sylvicoles existantes et/ou à développer, en fonction de l'approche d'aménagement écosystémique, afin d'amener ces peuplements vers leur deuxième et troisième cohorte. De plus, le recrutement en essence de fin de succession étant un problème, il serait très intéressant d'obtenir des informations quant à la régénération en essence de fin de succession présente sous-couvert pour tous les types de structures de peuplement.

À première vue, il semble exister une différence en terme de composition forestière entre le nord du territoire, autour de Saint-Félix-d'Otis et Rivière-Éternité, et le sud du territoire, de l'Anse-Saint-Jean jusqu'à Saint-Siméon. Cette observation mérite d'être approfondie. Si cette observation persiste suite à des analyses plus poussées, il serait intéressant d'en trouver la cause. Par exemple, l'étude de l'historique des perturbations naturelles et anthropiques sur ces territoires serait une avenue de recherche intéressante.

Finalement, bien que ce document porte essentiellement sur les feuillus intolérants, il reste 31% du territoire qui est composé de peuplements présentant encore des attributs de fin de succession. Il faudrait à tout prix amorcer notre réflexion pour veiller à aménager convenablement ces peuplements dès maintenant afin d'éviter d'alourdir les superficies dégradées.

#### **3.1.2 Les besoins de recherches concernant la dynamique naturelle engendrée par les perturbations et l'approche écosystémique.**

Plusieurs projets inspirés de l'approche d'aménagement écosystémique sont présentement en cours au Québec. Ces projets n'ont pas été analysés dans le cadre de la rédaction de ce document non pas par manque d'intérêt. Dans les prochains mandats du groupe, il faudra prendre connaissance des différents projets en cours et amorcer

une réflexion visant à concrétiser, valider et mettre en place notre propre approche d'aménagement écosystémique, en s'inspirant de ce qui se fait ailleurs, mais en l'adaptant à notre territoire, à nos problématiques et à nos forces.

Entre autre, les unités homogènes proposées par Grondin et al. (2007) présentent des affinités avec l'aménagement écosystémique. Ces affinités prennent en compte l'ensemble de l'hétérogénéité des paysages façonnés par l'intégration des familles de facteurs. Ainsi, l'utilisation des unités homogènes pourrait alors être prise en compte au moment de l'implantation de l'aménagement écosystémique sur notre territoire soit pour la connaissance de la dynamique forestière, la comparaison de la forêt pré-industrielle et de la forêt aménagée et de la mise en place de stratégies d'aménagement aux échelles du paysage, du type écologique et du peuplement.

Mais avant de mettre en place une approche d'aménagement écosystémique sur le territoire, il faut d'abord connaître les traitements sylvicoles qui permettent de mimer la dynamique naturelle des peuplements. C'est ce que tentera de faire le prochain chapitre.

#### **4. Stratégies sylvicoles adaptées à la forêt mixte, existante au Canada.**

Au Québec, les principales stratégies sylvicoles ont été développées soit dans un contexte de peuplement équien ou dans le but de favoriser une ou deux espèces, en particulier dans les peuplements mixtes. Les stratégies sylvicoles développées pour le bouleau jaune en sont de bons exemples. Les stratégies favorisant la croissance et le maintien de plusieurs espèces à la fois sont peu ou pas documentées pour la forêt mixte du Québec (sapinière à bouleau jaune par exemple).

Afin d'appliquer l'approche d'aménagement écosystémique, il faut d'abord répertorier les traitements sylvicoles existants adaptés à la forêt mixte et qui permettent de mimer les petites perturbations naturelles. Ainsi, cette section présente des stratégies basées sur la dynamique des petites trouées lesquelles favorisent l'établissement des espèces tolérantes tout en contrôlant les populations de feuillus de lumière et la végétation de compétition. Les traitements proposés s'inscrivent dans une stratégie qui consiste d'une part à contrôler la quantité de lumière atteignant le sous-étage et à maintenir le recrutement en essence de fin de succession et d'autre part, à assurer la protection de celle-ci durant la récolte subséquente de l'étage dominant.

Plusieurs essais sylvicoles en forêt mixte à feuillus intolérants ont été faits au Québec de façon expérimentale. Dans le reste du Canada, différents traitements de coupe partielle adaptés à la composition de ces forêts se font de façon opérationnelle. Afin d'améliorer les connaissances de notre forêt mixte et des pratiques adaptées, il nous faut faire le tour de ce qui existe ailleurs et voir de quelle façon ces pratiques peuvent s'appliquer à notre territoire.

##### **4.1 Les traitements sylvicoles visant à contrôler la quantité de lumière atteignant le sous-étage et maintenir le recrutement en essence de fin de succession**

Afin de favoriser l'installation du résineux ou d'autres espèces de fin de succession en sous-étage, deux grands moyens sont présentement préconiser au Canada :

- Prescription 1 : Se fier à la régénération préétablie. Cette prescription est devenue commune dans la partie Est du Canada et augmente en importance.
- Prescription 2 : Effectuer une plantation en sous-étage. Cette prescription a été testée dans l'ouest. Elle a l'avantage de bien établir les espèces désirées avant que se développe la compétition sévère après coupe dans les peuplements mixtes partout au Canada.

Dans l'est du Canada, la coupe partielle est un traitement sylvicole développé qui répond à la première prescription qui vise à favoriser l'implantation naturelle de la régénération. La section qui suit fait un résumé des principaux projets développés de coupe partielle.

## 4.1.1 La coupe partielle

### 4.1.1.1 La théorie à la base de la coupe partielle

Tel que développé au Québec, les coupes partielles dans les peuplements dominés par le feuillu intolérant, plus particulièrement le peuplier faux-tremble, visent l'augmentation de la croissance des résineux préétablis, l'amélioration de la qualité des tiges résiduelles du couvert principal ainsi que l'établissement d'essences désirées dans le sous-couvert par un éclaircissement accru. La coupe partielle est considérée comme une stratégie qui peut améliorer l'imitation de processus naturel de la dynamique de trouée. En ce sens, des études ont indiqué qu'il serait possible de diminuer le drageonnement du tremble tout en favorisant la régénération résineuse en n'ouvrant que partiellement le couvert.

En effet, le peuplier faux-tremble est considéré comme une espèce intolérante à l'ombre qui s'établit en début ou au milieu de la succession végétale. Le peuplier faux-tremble se reproduit abondamment par drageonnement et sa croissance est très rapide, mais il vit rarement plus de 70 ans. Le drageonnement suivant la coupe est spécialement lié à un déséquilibre hormonal dans les racines. La coupe arrête la circulation d'auxines vers la couronne (dominance apicale) et provoque l'accumulation de cytokinines, l'hormone de croissance normalement transportée vers le xylème. La densité des drageons de tremble est conditionnée par la mortalité des arbres parents, i.e. la perte de la dominance apicale, mais la croissance des drageons est davantage liée à la condition lumineuse. La compaction et la perturbation physique du sol peut également stimuler le drageonnement.

Dans un environnement pauvre en lumière, les espèces intolérantes comme le tremble conservent des structures métaboliques qui leur permettent d'absorber plus de lumière que les espèces tolérantes, mais, en même temps, elles dépensent de l'énergie pour maintenir ses structures fonctionnelles. Le tremble et, à un moindre niveau le sapin baumier, fait des ajustements au niveau de leurs feuilles, en fonction de leur environnement lumineux. Selon la littérature, en dessous de 20 % de pleine lumière, la survie à long terme du tremble est compromise.

D'autre part, la faible disponibilité de la lumière retrouvée à 0m et 1m dans le sous-couvert forestier des peuplements matures peut probablement amener la suppression des petites tiges de sapin et d'épinette ou empêcher l'implantation de la régénération sous couvert. La coupe partielle peut être un moyen de contrôler l'intensité lumineuse et les conditions environnementales sous-couvert, en même temps que de modifier les conditions de croissance des semis sous-couvert. Le défi important de la gestion de l'aménagement des peuplements mixtes est de déterminer le niveau de réduction de la surface terrière qui augmenterait la croissance de la régénération des tiges résineuses tout en limitant la dominance par la régénération de feuillus intolérants et des compétiteurs non récoltés.

### 4.1.1.2 Résultat des coupes partielles :

Prévost et al. (2003) ont obtenus des résultats cinq ans après coupe qui confirment qu'il est possible de contrôler la survie des drageons de peuplier en laissant un couvert partiel de 50% de la surface terrière, laquelle

correspond à environ  $10 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  après la coupe, dans un peuplement contenant peu de régénération préétablie. Ces résultats laissent supposer qu'en présence d'une forte régénération préétablie, la surface terrière prélevée dans le couvert principal pourrait être plus élevée, puisque l'ombre projetée par les gaules de résineux serait néfaste pour la survie des drageons. En effet, dans cette étude, la dynamique de végétation aurait été probablement différente si une régénération dense de conifères aurait été initialement présente et prête à prendre l'avantage de la perte du couvert dominant. Le contrôle du tremble dans les coupes partielles modérées (50%) suggère que ce traitement pourrait être bénéfique dans un peuplement mixte de conifères et trembles ayant une forte densité de régénération pré-établie composée de conifères assez hauts (1-3m). Ces résultats suggèrent que la coupe partielle semblerait maintenir une composante significative de résineux dans les futurs peuplements. Suite à ces conclusions, deux autres études de coupe partielle dans un peuplement de tremble avec en sous-étage, une abondante régénération de résineux, sont en cours dans la région de Charlevoix depuis 2001. Les premiers résultats sont attendus sous peu.

Dans le même ordre d'idée, Brais et al. (2004) concluent que la densité plus haute de drageons totaux, le bon recrutement des tiges de la classe de hauteur 1-2 m ainsi que la bonne réponse des tiges résineuses résiduelles à l'augmentation de l'intensité lumineuse de la coupe de 2/3 de la surface terrière, suggère que ce traitement peut produire un mixte d'espèces et une structure de peuplement plus ressemblante à celle des vieux peuplements que la coupe totale ou la coupe de 1/3 de la surface terrière.

#### **4.1.1.3 La lumière et la coupe partielle**

La disponibilité de la lumière demeure de principal critère, plus que l'âge du peuplement, pour le succès de la croissance du résineux en sous-étage de tremble. Ainsi, la lumière qui arrive au sous-couvert est un aspect primordial au succès de la coupe partielle et à la croissance de la régénération en sous-étage. Il est reconnu que les drageons de trembles se recrutent et se développent bien lorsque la lumière est au moins de 30% de plein soleil alors que les taux de croissance de l'épinette et du sapin sont bas en sous-étage quand le niveau de lumière est en dessous de 30% (tiré de Greene et al., 2002.) lesquels sont approximativement les conditions de lumière rencontrées dans la coupe partielle du 2/3 de la surface terrière lors de l'étude de Brais et al. (2004).

Dans l'étude de Prévost et Pothier (2002), les traitements de 50 et 65% ont transmis 30 et 48 % de la pleine lumière, respectivement, durant le premier été suivant la coupe. À l'an 3, les traitements précédents ont transmis 25 et 32% de la pleine lumière estivale. Bourgeois et al., (2004) avait quant à lui obtenu les résultats suivants : la première année après la coupe, la disponibilité de la lumière à 0,75 m du sol était de 35,9%, de pleine lumière dans la coupe à 2/3 de la surface terrière. La troisième année après la coupe, la lumière à 0.75m était de 24,8%.

Bien que le sapin baumier traverse un choc de croissance la première année après la coupe, la régénération de sapin baumier répond bien à la coupe de 2/3 de la surface terrière. Il reste à voir si le taux de croissance va persister avec la fermeture du couvert dans la coupe partielle (Bourgeois et al., 2004)

#### **4.1.1.4 Effet de la coupe partielle sur la compétition**

Avec sa grande capacité de reproduction par marcottage à partir des branches et de la tige principale et à partir des semences, l'érable à épis occupe vigoureusement les ouvertures comme les trouées créées par la TBE et les autres perturbations comme la coupe totale. L'influence de l'érable à épis comme compétiteur de la régénération résineuse après coupe totale a été bien étudiée mais la réponse à la coupe partielle demande plus d'investigation. Spécifiquement, l'influence du retrait partiel de la canopée sur la croissance, la démographie, le recrutement et la mortalité sur l'érable à épis demande d'être examinée. Bourgeois et al., (2004) a tout de même observé qu'en dépit de sa capacité connue à prendre avantage des petites trouées dans la canopée, les conditions créées par un patron de coupe dispersé utilisé dans la coupe partielle n'a pas semblé créer de condition permettant à l'érable à épis d'augmenter significativement sa dominance dans le sous-couvert pour plus que quelques années. En effet, le recrutement, la densité, et la croissance dans les coupes partielles étaient similaires au témoin, 2 ans après le traitement.

#### **4.1.1.5 L'effet de la coupe partielle sur la régénération**

Prévost et Pothier (2002) ont trouvé que les conditions micro environnementales créées par la coupe partielle stimule la croissance de la régénération préétablie de conifères et favorise l'établissement et la croissance de nouvelles régénérations. Lors de leur étude, le recrutement des conifères n'était pas significatif avant la deuxième année durant laquelle une importante germination d'épinette et de sapin a été observée, exceptée pour les coupes totale. L'épinette ne s'est pas vraiment établie les années suivantes, tandis que le sapin a connu un autre pic d'établissement durant la quatrième année. Toujours dans cette étude, la scarification a augmenté fortement le recrutement des semis d'épinette et de sapin dans tous les traitements, excepté la coupe totale. La régénération des conifères était un processus graduel et sporadique, lié à l'offre annuelle en graines et aux conditions climatiques.

Selon le modèle de Sakai (1995), la stratégie du sapin baumier sous un couvert fermé serait d'allouer plus de ressources à la production de feuilles et de maximiser ainsi l'interception de la lumière, mais moins de ressources à la tige. Comme l'ont suggéré plusieurs auteurs, il est plus profitable de rester petit dans des conditions environnementales pauvres en lumière afin d'augmenter sa survie et de tirer profit de la formation de trouées. Un niveau de lumière trop faible tel qu'observé dans les peuplements denses des forêts feuillus ne permet pas la croissance optimale du sapin, laquelle peut être accomplie à 25% de pleine lumière. La tolérance à l'ombre de l'épinette blanche lui permet également de survivre en sous-étage pendant de longues années, mais avec un taux de croissance sévèrement réduit. L'épinette blanche sacrifie souvent sa croissance en diamètre mais maintient sa croissance en hauteur avec des conditions lumineuses faibles. Plusieurs études montrent que le diamètre et la croissance en hauteur des plants d'épinette blanche augmentent avec l'augmentation des niveaux de lumière. Selon Lieffers et Grover, (2004), il faut 20% de lumière pour assurer un taux adéquat de survie dans le cas de l'épinette blanche en sous-étage, 40% de lumière pour un taux de croissance en hauteur optimale et 60% de lumière pour une croissance en diamètre presque optimale.

Les principales conclusions de Greene et al. (2002) sont que la régénération préétablie, surtout dans le cas du sapin baumier dans l'Est et de l'épinette blanche dans l'Ouest doit atteindre >26 000 et > 4 000 arbres / ha (à cause de distributions différentes) respectivement, pour atteindre une densité relative complète. Une évaluation des coûts en comparaison avec la CPRS suivie d'une plantation indique que se fier à la régénération préétablie ou la plantation en sous-étage constituent les alternatives les moins coûteuses pour atteindre une densité relative complète ou partielle en résineux. D'ailleurs, celui-ci conclut de façon tentative qu'il y a suffisamment de surface terrière en résineux dans la plupart des peuplements mélangés boréaux de l'est du Canada pour permettre l'utilisation soit de l'année semencière, soit de la régénération pré-établie ou des deux pour atteindre une densité relative complète ou partielle en résineux. Mais qu'en est-il en réalité dans la région de Charlevoix et du Bas-Saguenay, avons-nous effectivement suffisamment de surface terrière résineuse pour assurer la régénération des peuplements mélangés de feuillus intolérants par la régénération naturelle?

#### **4.1.1.6 La coupe partielle au Québec en l'absence de régénération préétablie**

Qu'arrive-t-il si la régénération en sous étage n'est pas suffisante? L'épinette blanche a la capacité de s'établir naturellement en sous-étage d'un peuplement mixte, à condition bien sûr qu'il y ait suffisamment de semenciers et un lit de germination adéquat. Devons-nous alors nous rabattre sur la coupe totale suivie de la plantation, du dégagement et de l'éclaircie pré-commerciale? La coupe partielle peut certes favoriser le recrutement de nouveau semis mais à condition qu'il y ait présence d'arbre semenciers et encore plus important, de tomber sur de bonnes années semencières. Wang et Kemball (2005) disent que le manque de régénération du sapin baumier et de l'épinette blanche observée dans des peuplements dominés par le tremble semble être causé par l'absence de graines. Greene et al. (2002) croient que dans l'est du Canada, la plupart des paysages auront une surface terrière résineuse meilleure que la limite posée dans son étude, (i.e. 10, 4 ou 2 m<sup>2</sup>/ha correspondant au minimum requis pour un plein, modéré ou minimum stocking en l'absence de hautes régénérations) et qu'alors, la prescription de dépendre sur les bonnes années semencières devrait avoir une large application. En Abitibi, 25% du paysage mésique plus vieux que 40 ans ont une surface terrière résineuse plus grande que 10 m<sup>2</sup>/ha, 51% < que 10m<sup>2</sup>/ha et 25% en peuplements feuillus purs (Greene et al., 2002). Mais quelle est notre situation?

#### **4.1.1.7 La coupe partielle et nos besoins de recherche**

Or, il serait important, dans un premier temps, de s'assurer qu'effectivement, l'ensemble des peuplements mélangés à dominance de feuillu intolérant et les peuplements de feuillus intolérants de Charlevoix et du Bas-Saguenay présentent suffisamment de régénération préétablie ou encore, qu'ils contiennent tous suffisamment de semenciers. En l'absence de régénération préétablie et de surface terrière résineuse suffisante, il serait intéressant de tenter la plantation sous-couvert. Au Québec, cette approche semble avoir été peu étudiée. La littérature mentionne que les peuplements de tremble de l'est du Canada ne semblent pas présenter des taux de lumière suffisants pour permettre la plantation sous-couvert. Mais serait-il possible de planter sous-couvert après la coupe partielle? Et pourquoi ne pas profiter de ce couvert pour réintroduire des essences comme le bouleau jaune et le pin blanc? Avant d'avancer de tel projet, il est d'abord important de voir ce qui est fait ailleurs au Canada.

#### **4.1.2 Plantation sous couvert :**

La plantation sous-couvert a été largement testé dans les peuplements mixtes de l'ouest Canadien. Ainsi, il est intéressant de tracer un portrait de celle-ci et des conditions identifiées pour en assurer le succès. La plantation en dessous des peuplements matures de peuplier peut jouer un rôle significatif dans les futurs systèmes sylvicoles des forêts mixtes.

Selon Lieffers et Grover, 2004, la plantation en sous-étage est une méthode très efficace pour établir l'épinette sous le couvert des peuplements dominés par le peuplier. Elle consiste à implanter une régénération adéquate d'épinette en sous-étage qui sera bien établie lorsque viendra le temps de récolter l'étage dominant feuillu (d'un à trois mètres en hauteur ou de taille suffisamment grande pour que l'opérateur soit capable de la voir lors de la récolte des feuillus).

##### **4.1.2.1 Conditions nécessaires au succès d'une plantation sous-couvert**

Selon les différents auteurs qui ont travaillé sur le sujet dans l'ouest canadien, la prescription de plantation en sous étage demande une transmission lumineuse plus grande que 25% à 1 m de hauteur et sans une dense compétition de plantes herbacées ou d'arbustes. Le peuplement doit être âgé de 40 à 50 ans pour prévoir une récolte à 60 ou 70 ans. Pour la plantation en sous-étage, les peuplements de trembles devraient être à 20 ans de la coupe et le but doit être d'augmenter la composante résineuse dans la prochaine cohorte. Il faut également tenir compte des dommages causés par le lièvre d'Amérique. Les peuplements peuvent habituellement être plantés sans préparation de terrain si les planteurs ajustent quelque peu l'espacement pour éviter la végétation concurrente vigoureuse. La densité et l'espacement de la plantation en sous-étage devraient être conçus en fonction de la future méthode de récolte de l'étage feuillu. Les sentiers de débardages et les jetées peuvent être délimités sur le terrain pour éviter la régénération artificielle de ces espaces si un régime de récolte similaire est prévu.

Afin de diminuer le brout par le lièvre, il est recommandé d'utiliser des plants à racines nues (lesquels sont moins agréables au goût que les plants en récipients) et de ne pas donner aux semis la dernière dose de fertilisant avant la livraison. Aussi, planifier le programme de plantation immédiatement après le sommet dans le cycle de population du lièvre peut permettre un succès d'établissement. Alberta-Pacific Forest industries tente également de faire la plantation en sous étage dans des peuplements adjacents à des peuplements offrant de pauvre qualité d'habitat pour le lièvre (Greene et al., 2002)

Tous ces facteurs peuvent, durant la phase d'établissement, contribuer à une meilleure performance des conifères plantés en sous-étages comparativement aux conifères plantés après une coupe totale. Toutefois, cinq ans après, la croissance des monocultures d'épinette plantées après coupe à blanc est généralement supérieure (Lieffers et Grover, 2004). Mais si l'objectif poursuivi est la remise en production de site et non le gain rapide de volume, cela vaut le coût.

### 4.1.3 Coupe avec protection du sous-étage

Une fois la régénération établie sous-couvert, que ce soit naturellement, grâce à l'application d'un traitement de coupe partielle ou artificiellement grâce à des travaux de plantation sous couvert, il faut prévoir la récolte du couvert principal. Dans l'ouest canadien, plusieurs études ont été menées et différentes méthodes de récolte opérationnelle existent afin de protéger l'épinette en sous-étage.

En effet, dans l'ouest canadien, plusieurs peuplements de peuplier âgés de 60 à 80 ans comportent déjà de l'épinette en sous-étage. De plus, avec les traitements proposés ci-haut qui favorise l'établissement de la régénération sous-couvert, la nécessité de développer des traitements de coupe avec protection du sous-couvert est importante. Dans ces cas, l'objectif de la coupe est de retirer la plus grosse proportion de l'étage feuillu en causant le moins de dommage possible à l'épinette en sous-étage. Les risques élevés de chablis suite à la récolte de l'étage supérieur rendent la conservation de l'épinette particulièrement difficile. En effet, les arbres en sous-étages ont de très fines tiges et des racines de surface qui les rendent très susceptibles au chablis. L'élaboration de stratégies pour protéger la régénération en sous-étage a donc surtout été axée sur la minimisation du chablis.

La coupe avec protection du sous-étage favorise l'établissement rapide des résineux éliminant dans la plupart des cas, le besoin de coûteux traitements de contrôle de la végétation concurrente. Afin de s'assurer que la régénération résineuse soit assez grande pour compétitionner avec les drageons de peuplier et qu'ils soient vus par les opérateurs, le sous couvert d'épinette devrait avoir atteint une hauteur entre 2,5 m et 4 m avant la coupe du peuplier (Greene et al., 2002).

#### **4.1.3.1 Résultats de la coupe avec protection du sous-étage : Nouveaux régimes sylvicoles pour les forêts boréales mixtes de l'Alberta.**

Plusieurs études exploratoires ont été faites au cours des dernières années dans l'ouest Canadien et plusieurs résultats sont disponibles. Lieffers et Grover (2004) ont d'ailleurs publiés un document intitulé : *Nouveaux régimes sylvicoles pour les forêts boréales mixtes de l'Alberta*. Le contenu de ce document est repris dans le texte suivant afin de nous permettre, éventuellement, d'intégrer son contenu à nos pratiques. Les références citées dans cette partie du document ne figurent pas dans la bibliographie. Ces références n'ont pas été consultées dans le cadre de la rédaction de ce document mais bien dans l'article Lieffers et Grover (2004).

#### **Tiré de Lieffers et Grover, 2004.**

« Dans une étude réalisée par Navratil et al. (1994), les régimes de récolte visant la protection du sous-étage offraient la possibilité de protéger de 50 à 60% de la régénération en sous-étage, de maintenir la productivité des opérations forestières et de minimiser le chablis. D'autres études de traitements de dégagement du sous-étage ont montré, par rapport au groupe de témoin, une augmentation de 61% de la moyenne cumulative de la croissance en hauteur; une augmentation de 73% de la croissance en diamètre; une augmentation de 132% de la croissance en volume et une augmentation de 4% de la survie (Man, 2002). Les moyennes ont été calculées à

partir d'une série de données recueillies au cours d'une période de 2 à 40 ans après le traitement de dégagement. Bradbury et al. (2003) ont étudié les changements dans la biodiversité des blocs de coupe suivant la coupe avec protection du sous-étage. Les avantages associés à cette méthode de coupe incluent une augmentation du recrutement des chicots, de la communauté des fongiques, de même qu'une densité d'écureuils rouges et d'écureuils volants similaires à celle de peuplements mixtes non exploités.

En 1997, d'autres essais de dégagement de l'épinette blanche en utilisant une coupe progressive en deux abattages inspirée de l'étude de Navratil et al. (2004) ont été faits. Le chablis, la réponse de l'épinette blanche au dégagement et la régénération du peuplier dans les sentiers de débardage ont été étudiés. Nous vous présentons ici les grandes lignes des trois régimes de récoltes testés et les recommandations :

D'abord, les règles opérationnelles suivantes sont recommandées pour tous les régimes :

1. Orienter les sentiers de débardage perpendiculairement aux vents dominants (nord-sud) tel que recommandé par Navratil et al. (1994)
2. Limiter la longueur des sentiers de débardage à 350m, la productivité des opérations étant trop faible au-delà de cette distance
3. Si possible, pratiquer la coupe avec protection du sous-étage lorsque le sol est gelé ou lorsque les conditions sont particulièrement sèches pour éviter la compaction du sol par les machines
4. Dans la plupart des cas, régénérer les sentiers de débardage et les jetées par des feuillus
5. Pour promouvoir le drageonnement, exécuter seulement les opérations lorsque les parterres sont secs ou gelés, Utiliser aussi des pneus à hautes flottaison
6. S'il y a des ouvertures naturelles ou planifiées de plus d'une longueur d'arbre en diamètre, réserver environ 10 m de l'étage dominant feuillu en périphérie de celles-ci. Ceci est nécessaire pour réduire les pertes dues au vent.
7. Pour réduire les dommages causés à la régénération en épinettes lors du débardage, laisser les souches plus hautes le long du sentier de débardage et de la jetée.

### **Technique en deux abattages :**

Le régime en deux abattages est recommandé quand les risques de chablis sont très élevés: sur les sols humides, là où la régénération en sous étage est de grande taille ou quand les sentiers de débardage ne peuvent être orientés adéquatement à cause des contraintes de terrain. Puisque ce régime d'exploitation comporte une seconde intervention, il est recommandé de l'utiliser seulement quand le peuplement est facilement accessible. Les sentiers de débardage sont de 8 m de largeur et devraient être espacés de 48 m (centre en centre). L'abatteuse-groupeuse récolte toutes les tiges de peuplier jusqu'à 8 m de chaque côté du sentier. Quand la régénération préétablie dégagée lors du premier abattage est assez résistante au vent, de 3 à 8 ans après la récolte, le même patron de 8 m 8 m 8 m est utilisé pour récolter le peuplier dans la bande résiduelle (figure 7). Au moins 5% du peuplier devrait être retenu dans les bandes de portée du second abattage.

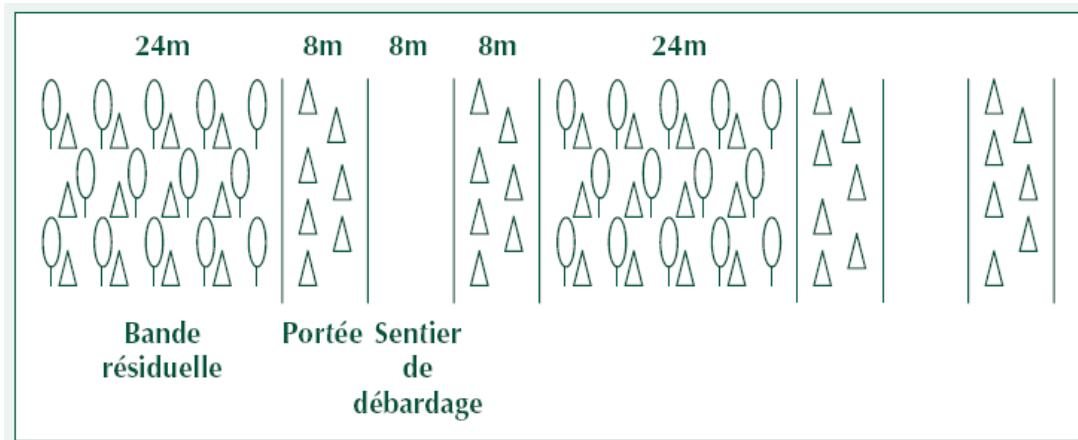


Figure 7: Diagramme de récolte d'exploitation en deux abattages

### Technique en un abattage (rétention de 17% de tremble)

Les sentiers de débardage sont de 8 m de largeur et espacés de 39 m (centre au centre). L'abatteuse-groupeuse récolte toutes les tiges de peuplier jusqu'à 8 m de chaque côté du sentier. Il en résulte une bande résiduelle de 5 m de largeur entre chaque bande de portée (figure 8).

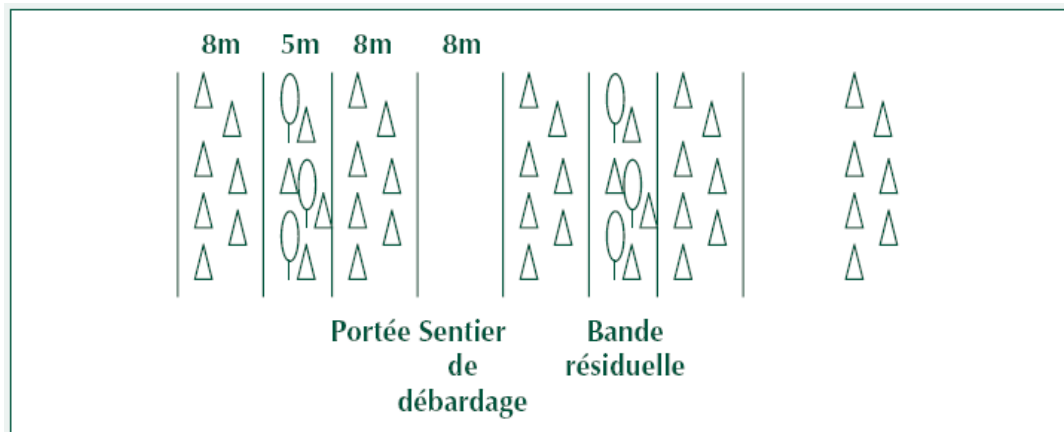


Figure 8: Diagramme du régime d'exploitation en un abattage (rétention du 17% du peuplier)

Les observations suivantes furent tirées de ces deux premiers essais: En 1998, la Vanderwell procéda à des essais opérationnels pour comparer les deux régimes. Ces essais montrèrent que les deux régimes présentent des risques de chablis très semblables (mesuré en 2000). Le régime à un abattage a obtenu un taux de chablis de 0.76% comparativement à 0.14% pour le régime à deux abattages. Même si le taux de chablis du régime à un abattage s'avéra plus élevé, il se situe tout de même sous la norme acceptée de 1%.

### Régime d'exploitation en un abattage (rétention de 8,5% de tremble)

Ce régime est encore en période d'évaluation. Il est présentement utilisé uniquement quand les risques de chablis sont très faibles (régénération en sous-étage de petite taille ou avec un faible coefficient d'élançement). Les sentiers de débardage sont de 8 m de largeur et l'espacement entre ceux-ci alterne entre 24 et 29 m (centre au

centre). L'abatteuse-groupeuse récolte toutes les tiges de peuplier jusqu'à 8 m de chaque côté du sentier. Il en résulte une bande résiduelle de 5 m de largeur entre chaque deuxième bande de portée (figure 9).

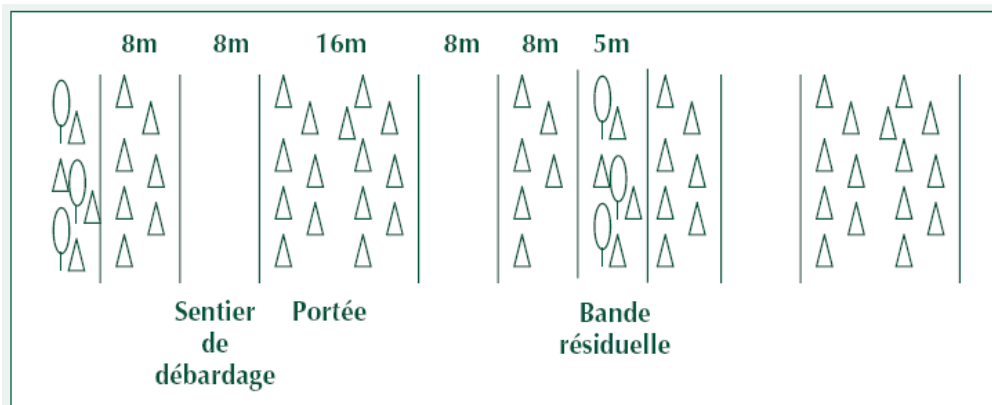


Figure 9: Diagramme du régime d'exploitation en un abattage (rétention de 8,5% du peuplier)

### **Besoins de recherche découlant des nouveaux régimes sylvicoles pour les forêts boréales mixtes de l'Alberta.**

De nouvelles normes de densité relative et de performance de la régénération sont nécessaires pour les peuplements récoltés selon la coupe avec protection du sous-étage. Puisque ceux-ci sont habituellement des peuplements inéquiennes d'épinettes et de peuplier, les règles conçues pour les peuplements équiennes coupés à blanc ne sont pas adéquates. L'effet à long terme des sentiers de débardage de différentes largeurs sur la dynamique de régénération du peuplier demeure aussi une question de recherche importante.

Il est anticipé que l'expansion de la cime des épinettes blanches résiduelles opprimerait la régénération du peuplier sur les sentiers de débardage et que la croissance des peupliers en souffrirait. Ce facteur doit être mieux compris pour permettre la modélisation de la croissance et du rendement du peuplement. Troisièmement, dans le cas de l'épinette blanche, la taille, la densité précédant la coupe et le rapport de cime vivante devraient être évalués comme facteurs potentiels de prédiction du délai de réponse au traitement de dégagement. Finalement, la structure des peuplements et la biodiversité qui résultent de ces différents régimes sylvicoles devraient aussi être étudiées. »

## **5. L'intégration des traitements adaptés pour l'aménagement des forêts mixtes.**

Ce chapitre reprend deux approches développées dans l'ouest canadien visant à intégrer de nouvelles pratiques sylvicoles aux modes de gestions, à la planification et aux opérations. Ainsi, les sections 5.1 et 5.2 sont tirés textuellement de ces études afin d'en présenter le contenu au Groupe des Partenaires pour le développement forestier durable des communautés de Charlevoix et du Bas-Saguenay. La première suggère trois approches pour régénérer et aménager la forêt boréale mixte et la seconde présente un mode de gestion visant l'aménagement adaptatif actif.

### **5.1 L'implication de trois approches pour régénérer et aménager la forêt boréale mixte (tiré de Comeau et al., 2005)**

Dans l'article de Comeau et al. publié en 2005, ceux-ci décrivent trois approches en matière d'aménagement des peuplements mélangés de la forêt boréale composés de peuplier faux-tremble et d'épinette blanche en Colombie-Britannique et en Alberta. La réussite de l'aménagement de ces forêts complexes nécessite une combinaison d'objectifs bien définis au niveau de l'écosystème ainsi qu'une planification flexible au niveau du peuplement. Plusieurs stratégies d'aménagement doivent être utilisées simultanément au sein de l'écosystème afin d'assurer le maintien du mélange naturel des types de forêt et de la diversité structurelle.

L'objectif de cette étude était de comparer un groupe de traitement sélectionné comme étant des options de systèmes sylvicoles prometteurs pour de grandes tendances de compositions de peuplements. Cette approche présente les stratégies comme une combinaison d'options qui peuvent être appliquées à travers le paysage lorsque c'est approprié. Afin d'en rapporter les grandes lignes, nous avons pris soin de traduire le document afin de rapporter le plus justement possible les traitements proposés. Les grandes lignes sont rapportées ici-bas. Les références citées dans cette partie du document ne figurent pas dans la bibliographie. Ces références n'ont pas été consultées dans le cadre de la rédaction de ce document mais bien dans l'article de Comeau et al. (2005).

*« Dans cet article, les stratégies d'aménagement des forêts mixtes sont abordées selon trois approches :*

- 1) La création et l'aménagement de peuplements intimement mélangés à deux étages;*
- 2) La création et l'aménagement de peuplements intimement mélangés à un seul étage de tremble et d'épinette blanche;*
- 3) la création d'une mosaïque de blocs individuels de chacune des espèces.*

*Il est important de noter que certaines de ces approches n'ont pas été testées pour la forêt boréale mixte de l'ouest. Ce sont des pistes de solutions à l'aménagement de la forêt mixte boréale. Vous retrouverez en annexe un tableau extrait de l'article qui résume les différentes approches avec les conditions de peuplement appropriées à leur application, les objectifs poursuivis et les coûts associés à la réalisation des traitements.*

### **5.1.1 Première approche : La création et l'aménagement de peuplements intimement mélangés à deux étages;**

*L'aménagement par succession implique de permettre un mélange intime du tremble et de l'épinette blanche à se développer naturellement après l'établissement naturel ou artificiel de l'épinette blanche et de la régénération naturelle du tremble après une perturbation comme le feu ou la coupe. Dû à la différence du taux de croissance entre le tremble et l'épinette, le tremble forme rapidement le couvert principal avec un sous-étage d'épinette qui croît plus lentement.*

#### **5.1.1.1 Conditions de peuplement appropriées;**

*Il s'agit ici d'une approche non-intensive adéquate pour les sites inaccessibles ou peu productif. Les coûts sont faibles, particulièrement aux endroits où l'épinette s'est régénérée naturellement, mais dû à la forte densité de tremble, la performance de croissance de l'épinette sera lente à modérée.*

*Selon cette approche, les trembles sont d'abord récoltés à maturité biologique pour dégager la strate sous-jacente d'épinette. Les drageons de tremble s'étendent dans les espaces non occupés par l'épinette et contribuent ainsi au rendement quand l'épinette est récoltée dans une deuxième étape. Cette approche imite le processus de succession naturel et maintient un couvert forestier au sein des blocs de récolte.*

#### **5.1.1.2 Options de régénération pour les mélanges de peuplements à deux étages :**

*Sur les sites où l'épinette blanche se régénère naturellement, aucune activité supplémentaire n'est nécessaire. À certains endroits, il est nécessaire de planter ou d'ensemencer pour atteindre la densité voulue d'épinette.*

#### **Plantation :**

*L'épinette blanche peut être plantée immédiatement après la perturbation ou sous le couvert de tremble 10 à 20 ans avant la récolte planifiée du tremble (Lieffers et al. 1996).*

#### **Plantation immédiatement après la perturbation :**

*L'avantage de la plantation après la perturbation est qu'il s'agit d'une pratique habituelle, facilement réalisable et relativement peu coûteuse. Après la plantation, aucun autre traitement n'est à administrer, mais la préparation de terrain peut être nécessaire avant la plantation.*

#### **La plantation en sous-étage :**

*Cette méthode présente de nombreux avantages si les conditions du peuplement sont appropriées. Le débroussaillage n'est pas nécessaire car la faible quantité de lumière disponible sous la canopée de tremble inhibe le développement des herbes et arbustes (Lieffers et Stadt 1994). Le couvert de tremble protège le sous-étage de plants d'épinette des conditions environnementales extrêmes (Stathers 1989, Groot et Carlson 1996, Krasowski 1996), des prédateurs (Taylor et al. 1996) et de la pourridée (Maladie des racines Gerlach et al. 1997). La plantation en sous-étage est rentable au niveau des coûts. Il est nécessaire d'avoir une quantité de lumière disponible suffisante pour la survie et la croissance de l'épinette blanche. Greene et al. (2002) recommandent que*

la lumière disponible soit supérieure à 25 %. Il faut également tenir compte des dommages causés par le lièvre d'Amérique (DeLong 2000).

### **La régénération par ensemencement naturel ou artificiel :**

Cette méthode opérationnelle est acceptée dans les forêts boréales de l'est, mais beaucoup moins acceptée à l'ouest (Greene et al. 1999, Greene et al. 2002). En Colombie-Britannique et en Alberta, l'ensemencement direct est un mode de régénération pour l'épinette blanche beaucoup moins populaire que la plantation à cause des raisons suivantes : Les résultats sont moins fiables (Coates et al., 1994); L'obtention de semis d'épinette blanche de haute qualité est difficile à atteindre; Un haut niveau de planification et de coordination des activités est nécessaire pour le succès d'implantation; La petite taille des plantules par rapport à celle des semis plantés augmente les risques de mortalité; l'établissement par ensemencement naturel augmente le temps requis à l'épinette pour atteindre la taille nécessaire à la coupe.

#### **5.1.1.3 Options de récolte pour les peuplements mélangés à deux étages :**

L'option la plus appropriée pour la récolte est celle qui est dictée par le risque de chablis. Aux endroits où cette approche est choisie, le sous-étage d'épinette blanche doit avoir une densité et des conditions adéquates pour éventuellement avoir un volume marchand suffisamment rentable afin de justifier les coûts de planification et de récolte supplémentaires.

### **Récolte uniforme à deux étages :**

Modèle développé par Brace et Bella (1988) qui consiste en la récolte de tout le couvert de tremble afin de dégager le sous-étage d'épinette blanche. Les épinettes sont protégées pendant la récolte du tremble et sont ensuite récoltées lorsqu'elles sont matures. FORECAST (Welham et al. 2002) et MGM (Bokalo 2005) suggèrent que cette approche peut fournir des rendements totaux plus élevés que par les méthodes conventionnelles de récolte à une passe.

### **Coupe progressive par bande à deux étages :**

Peut être appliqué de plusieurs manières (Smith et al. 1997). Il s'agit d'un système adapté pour les forêts boréales puisqu'il est compatible avec les équipements modernes de récolte et parce qu'il fournit une protection au vent pour les résineux en sous-étage suite au retrait du couvert de tremble (Navratil et al. 1994, Flesh et Wilson 1999). Les trembles sont prélevés par bande pour dégager le sous-étage préétabli ou la régénération préétablie d'épinette. Une fois que l'épinette atteint une taille marchande, elle est récoltée dans une deuxième étape, en même temps que tout le tremble qui est commercialisable. La récolte commence lorsque l'épinette a atteint 4 à 12m de haut et que le tremble est commercialisable.

Des zones tampons non récoltées sont laissées tous les 50 m ou moins à l'intérieur du peuplement, avec des bandes orientées dans une direction perpendiculaire à la direction prédominante du vent (Anon 2003). Dans les sites à très fort risque de chablis, une méthode en trois temps est réalisable, bien que peu rentable

économiquement parlant : 50 % des trembles sont récoltés durant une première passe, les 50 % restant de tremble sont récoltés 10 ans après, et les épinettes sont récoltées à maturité lors d'une troisième passe.

### **Coupe progressive uniforme et par trouées à deux étages :**

Coupe utilisée en Ontario (Anon 2003). Cette méthode consiste à retirer progressivement le couvert de tremble par petites trouées, dont la taille dépend des objectifs du peuplement et de la stature du couvert de tremble. La coupe progressive uniforme consiste à maintenir les arbres (le tremble par exemple) dans une distribution uniforme à travers le secteur récolté (Smith et al. 1997). Les coupes progressives uniformes sont plus difficiles à réaliser que les coupes progressives par bande, avec un équipement conventionnel de récolte.

### **Coupe par bande :**

Variation de la coupe progressive par bande. Des bandes étroites de tremble, d'une largeur équivalente environ au tiers de la hauteur des trembles sont coupées à blanc et plantées avec de l'épinette blanche à des densités de 1200 à 1600 tiges/ha. Le tremble se régénère dans ces bandes, mais à de basses densités à cause de la proximité d'un couvert de trembles dans les bandes non coupées (Frey et al. 2003). L'abondance de la régénération en tremble est contrôlée en ajustant la largeur des bandes non coupées sur chaque côté des bandes récoltées. Les trembles laissés sur pied sont récoltés lorsque l'épinette blanche a atteint environ 4 m dans les bandes de peuplement en mélange et qu'il est peu probable que la co-dominance avec le tremble soit perdue. Les trembles et les épinettes sont donc récoltés à maturité. L'avantage de cette méthode est que les coûts post-plantation sont minimisés car aucune activité d'éclaircie n'est nécessaire.

### **Éclaircie en rangée:**

Méthode équivalente à la coupe par bande sauf qu'elle implique trois types de bandes : coupe à blanc de tremble, éclaircie du tremble et tremble laissé sur pied. Stratégie pour convertir les peupleraies matures vers des forêts mixtes.

## **5.1.2 Deuxième approche: La création et l'aménagement de peuplements intimement mélangés à un seul étage de tremble et d'épinette blanche;**

### **5.1.2.1 Conditions de peuplement appropriées;**

Plutôt que de laisser les peuplements se stratifier en deux étages, les peuplements en mélange intime sont manipulés de diverses manières pour atteindre des objectifs spécifiques de croissance d'épinette blanche et de peuplier faux-tremble. Approche plus coûteuse que l'approche d'aménagement de peuplements mélangés à deux étages. Cette approche est donc appropriée pour les peuplements situés dans des sites productifs, facilement accessibles. Option à envisager pour les aménagistes à long terme.

### **5.1.2.2 Manipulation de la densité de tremble :**

La densité et la surface terrière du tremble sont manipulées pour obtenir une disponibilité de la lumière à l'intérieur du sous le couvert afin d'atteindre les objectifs suivants pour l'épinette blanche : des taux de survie et de

*croissance corrects, l'atteinte rapide d'une position co-dominante dans la canopée et l'atteinte d'un volume marchand dans les temps voulus. Manipuler la densité de tremble est une opération très coûteuse et intensive qui tend à aboutir à une seule cohorte, avec l'intégralité du peuplement récoltée à l'âge de 80-90 ans et avec le tremble et l'épinette qui contribuent tous les deux au volume marchand. Alternativement, le tremble pourrait être récolté à maturité, c'est-à-dire vers 60 ans, suivi de la récolte de l'épinette à maturité.*

### **5.1.2.3 Soins cultureux des épinettes :**

*Les trembles sont récoltés dans des rayons spécifiques ciblés pour augmenter la disponibilité de la lumière pour les épinettes. Le retrait du couvert de tremble est connu pour stimuler de façon significative l'augmentation du diamètre et de la hauteur de l'épinette (Lees 1966, Yang 1991, Lieffers et Stadt 1994, Groot 1999, Coopersmith et Hall 1999, Coppersmith et al. 2000). Ce traitement est très coûteux mais très efficace pour augmenter la croissance de l'épinette blanche dans les peuplements mélangés. Il permet la planification à long terme car l'épinette et le tremble s'établissent dans des proportions connues.*

### **5.1.3 Troisième approche : la création d'une mosaïque de blocs individuels de chacune des espèces**

*Ceci peut être obtenu en dissociant les blocs de coupe en des larges unités d'épinette ou de tremble ou bien en créant des petits bouquets, grappes ou bandes d'épinette, de tremble, et des mélanges intimes des deux espèces. Les blocs individuels de chacune des espèces peuvent être aussi bien créés naturellement dans les forêts mixtes par des trouées (Chen et Popadiouk 2002) qu'artificiellement pour augmenter la complexité structurale des peuplements mélangés.*

#### **5.1.3.1 Séparation des blocs de coupe :**

*La manière la plus simple est de dissocier un bloc de coupe récolte et d'allouer une unité à la régénération du tremble et une autre unité à la régénération de l'épinette (les traitements nécessaires pour assurer les objectifs de croissance et de survie seront appliqués dans le cas de l'épinette). Cette approche est appropriée pour les sites inaccessibles ou improductifs où les soins cultureux intensifs ne sont pas rentables. Cette méthode ne permet pas d'atteindre les objectifs de biodiversité.*

#### **5.1.3.2 Entretien de larges cercles, bandes ou bouquets d'épinette à l'intérieur d'une matrice de peuplements mélangés ;**

*L'épinette blanche est installée dans des placettes jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de danger qu'elle soit dominée par la cime du tremble. Ces activités d'aménagement commencent immédiatement après que le premier peuplement ait été récolté. Les coûts de régénération sont relativement bas, car il est facile de planter dans des placettes, mais les coûts vont augmenter si la préparation de terrain est nécessaire à l'établissement de l'épinette et à maximiser son potentiel de croissance. Cette stratégie est appropriée pour des sites productifs et facilement accessibles et dont l'objectif est de créer un mélange co-dominant d'épinette et de tremble récoltables entre 80 et 91 ans. Il est préférable de maintenir des zones de tremble autour des placettes d'épinette afin de fournir une lumière adéquate pour atteindre les objectifs de croissance de l'épinette.*

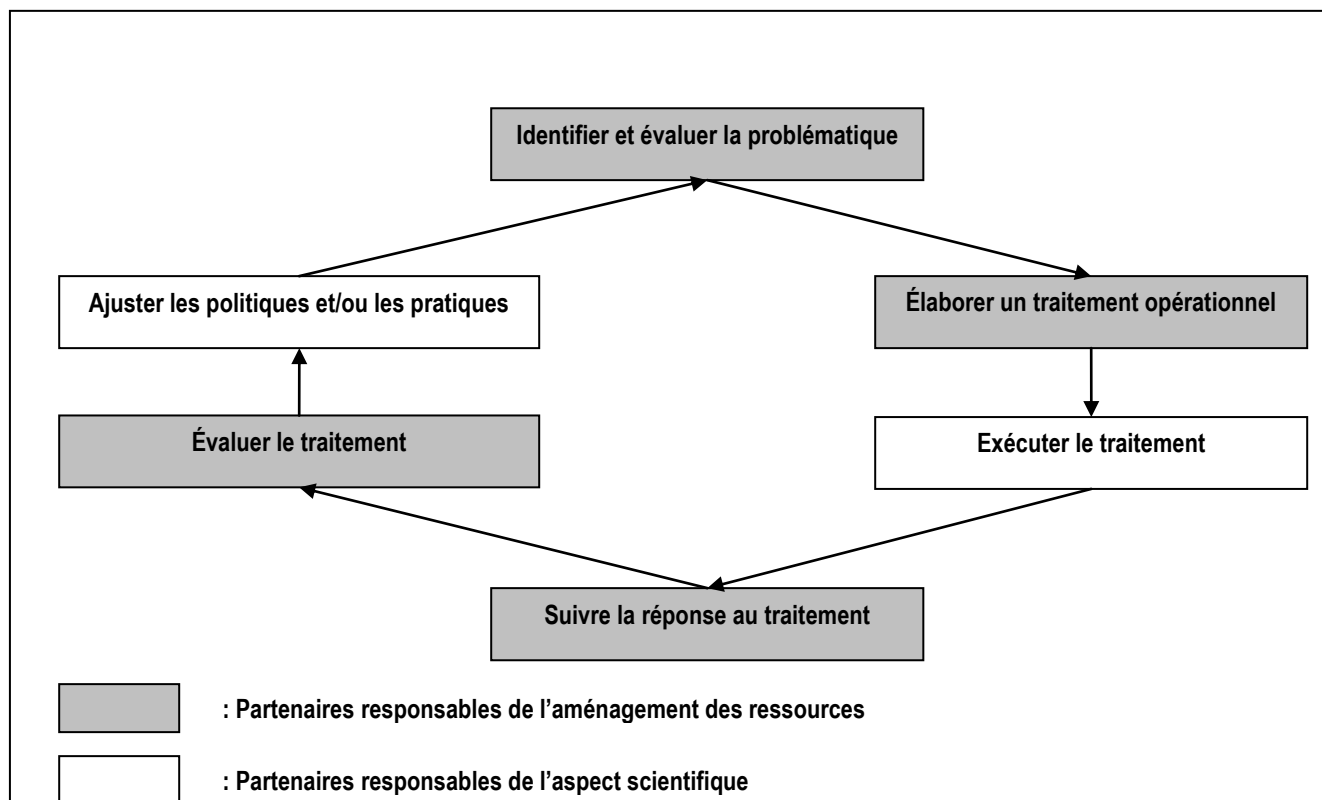
**5.1.4 Besoins de recherche pour l'intégration de l'approche de Comeau et al. (à la problématique de notre territoire)**

*Le succès de l'aménagement des forêts mixtes requière le développement d'objectifs clairs et l'application simultanée d'une variété d'approches à l'échelle du paysage. Dans cette étude, les auteurs ont présenté différentes approches qui peuvent être utiles afin de créer différents types et structures de peuplements dans le but d'atteindre les objectifs. Lors de l'élaboration et de la sélection des approches, il est important de bien considérer les coûts reliés à leur application. Étant donné les longues périodes de rotation, certaines options peuvent être trop dispendieuses pour être appliquées sur des sites peu productifs.*

Cette méthode pourrait très bien être appliquée chez nous, particulièrement pour la planification de l'aménagement des forêts de feuillus intolérants. Il faudrait d'abord établir les différentes conditions de peuplement rencontrées à l'intérieur de ce type de couvert, définir des objectifs clairs et les différents traitements à appliquer à l'échelle du paysage. Un bon plan de travail serait alors essentiel afin de réaliser chacune des étapes.

**5.2. Développer des pratiques sylvicoles adaptées à la forêt mixte par l'aménagement adaptatif actif (Tiré de MacDonald et al., 2003)**

Dans un document publié par Ontario Forest Research Institute en 2003, MacDonald et al. présentent un projet basé sur l'aménagement adaptatif actif mettant en application plusieurs alternatives de système sylvicole simultanément afin d'identifier la meilleure option, en utilisant 6 étapes : identifier et évaluer la problématique, élaborer un traitement, mettre en application le traitement, suivre la réponse au traitement, évaluer le traitement et ajuster les politiques et/ou les pratiques (figure 10). Ce projet d'aménagement adaptatif actif réunit des représentants du gouvernement, de l'industrie, d'organismes à but non lucratif et des universités pour former un partenariat à long terme et accepter des rôles clairement définies reliés à la structure d'aménagement adaptatif actif de ce projet. Les grandes lignes de la méthode d'intégration sont décrites ici-bas. Les références citées dans cette partie du document ne figurent pas dans la bibliographie. Ces références n'ont pas été consultées dans le cadre de la rédaction de ce document mais bien dans l'article de MacDonald et al., (2003).



**Figure 10: les étapes d'un cycle d'aménagement adaptatif actif et de rôle des partenaires dans le projet.**

« L'objectif de ce projet était d'évaluer des approches alternatives pour régénérer des mélanges productifs de résineux et feuillus des forêts mélangées. »

Plusieurs questions ont alors été posées :

- 1) Est-ce que l'aménagement du mélange résineux-feuillus augmente le volume total de production comparativement aux plantations de résineux ?
- 2) Est-ce que la régénération en résineux dans les peuplements mélangés a une meilleure survie, croissance en hauteur et qualité en mélange ou dans des mosaïques composées par une alternance de parcelles de résineux ou de feuillus ?
- 3) En quoi la coupe partielle est-elle plus efficace que l'application d'herbicide pour augmenter la survie, la croissance en hauteur et la qualité de la régénération de résineux dans les peuplements mixtes ?
- 4) Comment varient les coûts opérationnels pour les mélanges, mosaïque et plantations pures ?
- 5) Comment les indicateurs écologiques se comportent entre les mélanges d'espèces, les mosaïques et les plantations pures ?
- 6) Quelles sont les valeurs de base de l'abondance et de la diversité pour les bio-indicateurs des espèces invertébrées dans les peuplements mixtes ?
- 7) Quelles mesures de la végétation, du microclimat et des processus dans le sol et de la biodiversité peuvent être intégrées pour produire un indicateur sûr de la durabilité écologique des secteurs mélangés aménagés ?

*Les réponses aux traitements devront être suivies pendant au moins 10 ans afin de développer des réponses fiables à la plupart de ces questions.*

*Les traitements retenus pour leur projet devaient être opérationnellement et économiquement faisables. Les traitements de coupe totale et de coupe progressive ont été préconisés dans ce projet. Les résultats des travaux testés dans cette étude seront difficilement applicables au Québec puisqu'ils utilisent pour la plupart, l'épandage d'herbicide. Or, cette pratique est proscrite au Québec depuis 2001. C'est surtout l'approche du modèle d'aménagement adaptatif actif qui nous intéresse et qui pourrait être adapté à nos besoins.*

*Dans ce modèle, le transfert de connaissances est très important (figure 11). Les connaissances acquises sont transmises aux aménagistes, aux décideurs, à la communauté scientifique et au public, avec des outils appropriés de communication pour chaque acteur (rapports techniques, articles scientifiques, présentation). Tous les rapports issus de ce projet seront publics et accessibles sur un site web.*

*Toujours dans ce projet, la mesure du succès de l'aménagement adaptatif actif pourrait être le degré pour lequel les résultats de recherche sont incorporés aux nouvelles directives forestières provinciales et aux plans d'aménagement forestier.*

*Les initiatives d'aménagement adaptatif actif sont confrontées à des obstacles politiques, institutionnels, économiques, sociaux et techniques (MacDonald et al. 1999). Durant les deux premières années, ce projet a fait face à des défis comme le financement incertain, le changement de participant chez les organisations partenaires, les changements de planification affectant le plan expérimental. Les participants ont surmonté ces obstacles par l'obtention de consensus, par le partage des responsabilités et en introduisant le besoin de flexibilité dans l'approche expérimentale. Ces obstacles ont été anticipés lors de la mise en place du projet. Les objectifs du projet seront probablement remplis parce que les partenaires sont parties prenantes du concept d'amélioration continue des pratiques en matière de peuplements mélangés en liant la science et l'aménagement de la ressource de façon opérationnelle. »*

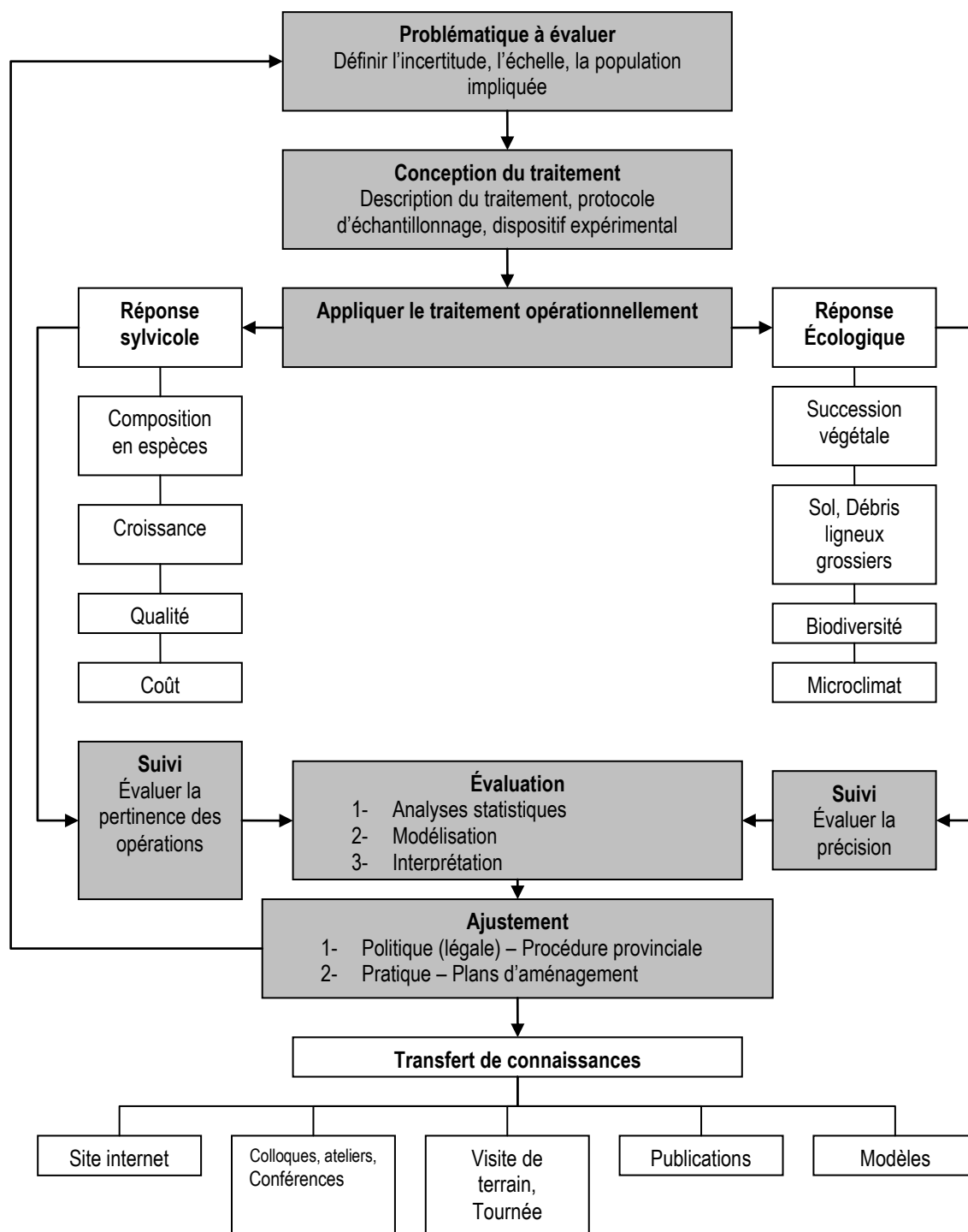


Figure 11: Résumé des composantes d'un projet. Les principales étapes dans le cycle de gestion adaptative active sont en gris

## **6. Conclusion**

La majorité des travaux faits concernant l'aménagement des forêts mixtes portent principalement sur l'aménagement de deux essences (ex : le tremble et l'épinette). Dans le cas de la forêt mixte du Bas-Saguenay, la problématique est plus complexe puisqu'il faut gérer une multitude d'essence à la fois : Tremble, épinette, sapin, bouleau jaune et blanc, érable rouge sans compter les essences compétitives comme l'érable à épis. Le plus grand problème dans la gestion de cette forêt mixte semble être l'envahissement par les feuillus de lumière comme le tremble mais aussi la végétation de compétition qui est toujours omniprésente en sous-couvert. Or, le tremble, l'érable à épis, le noisetier et même le framboisier se régénèrent facilement et parfois très agressivement d'une façon végétative. Cette végétation en synergie avec le tremble et le bouleau à papier exerce une barrière constante sur le recrutement sexué des espèces qui possède surtout une stratégie de propagation sexuée comme chez l'épinette blanche et rouge, le sapin, le bouleau jaune et les pins.

Il faut donc rapidement mettre en place des approches sylvicoles sur le territoire qui permettront d'intégrer les nouvelles pratiques sylvicoles qui visent à mimer la dynamique naturelle de la forêt mixte. Plusieurs besoins de recherche ont été ciblés mais le travail à faire est beaucoup plus important que ce qui est cité dans ce document. La mise sur pied de groupe de travail « acquisition de connaissances » formé de chercheurs et d'intervenants du milieu forestier locaux permettra de continuer et bonifier la réflexion entamée dans ce document, de mettre en place une stratégie visant à rapidement élaborer une nouvelle stratégie sylvicole visant la véritable restauration de la sapinière à bouleau jaune tout en évitant de poser des actions qui continuent à dégrader la situation.

**Bibliographie**

- Archambault, L., Morissette, J., Bernier-Cardou, M., 1998. Forest succession over a 20 years period following clearcutting in balsam-fir-yellow birch ecosystems of eastern Quebec, Canada. *Forest Ecology and Management*, 102 (1): 6174-XXX.
- Astrup, R., Larson, B.C., 2006. Regional variability of species-specific crown openness for aspen and spruce in western boreal Canada. *Forest Ecology and Management*, 228: 241-250.
- Bell, F.W., Newmaster, S.G., 2002. The effects of silvicultural disturbances on the diversity of seed-producing plants in the boreal mixedwood forest. *Can. J. For. Res.* 32: 1180-1191.
- Bourgeois, L., Messier, C., Brais, S., 2004. Mountain maple and balsam fir early response to partial and clear-cut harvesting under aspen stands of northern Quebec. *Can. J. For. Res.* 34: 2049-2059.
- Brais, S., Harvey, B.D., Bergeron, Y., Messier, C., Greene, D., Belleau, A. et Paré, D., 2004. Testing forest ecosystem management in boreal mixedwoods of northwestern Quebec: initial response of aspen stands to different levels of harvesting. *Can. J. For. Res.* 34: 431-446.
- Burgess, D., Pinto, F., Wetzal, S., 2002. Expérience sur la régénération du pin blanc – Conclusions d'intérêt pour les aménagistes. Centre de foresterie du Pacifique. 28, 6 p.
- Comeau, P.G., Kabzems, R., McClarnon, J., Heineman, J.L., 2005. Implication of selected approaches for regenerating and managing western boreal mixedwoods. *The Forestry Chronicle*. 81 (4): 559-574.
- Constabel, A.J., Lieffers, V.J., 1996. Seasonal patterns of light transmission through boreal mixedwood canopies. *Can. J. For. Res.* 26: 1008-1014.
- DeLong, H.B., Lieffers, V.J., Blenis, P.V., 1997. Microsite effects on first-year establishment and overwinter survival of white spruce in aspen-dominated boreal mixedwoods. *Can. J. For. Res.* 27: 1452-1457.
- Etheridge, D.A., MacLean, D.A., Wagner, R.G., Wilson, J.S., 2006. Effects of intensive forest management on stand and landscape characteristics in northern New Brunswick, Canada (1945-2027). *Landscape Ecology*, 21: 509-524.
- Greene, D.F., Kneeshaw, D.D., Messier, C., Lieffers, V., Cormier, D., Doucet, R., Coates, K.D., Groot, A., Grover, G., Calogeroulous, C., 2002. Modelling silvicultural alternatives for conifer regeneration in boreal mixedwood stands (aspen/white spruce/balsam fir). *The Forestry Chronicle*. 28 (2) : 281- 295.
- Greene, D.F., Zasada, J.C., Sirois, L., Kneeshaw, D., Morin, H., Charron, I., Simard, M.J., 1999. A review of the regeneration dynamics of North American boreal forest tree species. *Can. J. For. Res.* 29: 824-839.
- Grondin, P., Noël, J., Hotte, D., 2007. L'intégration de la végétation et de ses variables explicatives à des fins de classification et de cartographie d'unité homogènes du Québec méridional. Mémoire de recherche forestière no 150. Direction de la recherche forestière MRNF. 62 pages.

- Grondin, P., Saucier, J.-P., Blouin, J., Gosselin, J., Robitaille, A., 2003. Information écologique et planification forestière au Québec, Canada. Note de recherche forestière no 118. Direction de la recherche forestière MRNF. 10pages.
- Groot, A, Lussier, J.M., Mitchell, A.K., MacIsaac, D.A., 2005. A silvicultural systems perspective on changing Canadian forestry practices, *The Forestry Chronicle*, 81 (1): 51-55
- Harvey, B.D., Brais, S., 2007. Partial cutting as an analogue to stem exclusion and dieback in trembling aspen (*Populus Tremuloides*) dominated boreal mixedwoods: implication for deadwood dynamics. *Can. J. For. Res.* 37 (9): 1-9.
- Hébert, R., Are clearcut appropriate for the mixed forest of Québec? *The Forestry Chronicle*. 79 (3) : 664-671.
- Hill, S.B., Mallik, A.U., Chen, H.Y.H., 2005. Canopy gap disturbance and succession in trembling aspen dominated boreal forests in northcastern Ontario. *Can. J. For. Res.* 35: 1942-1951.
- Kemball, K.J., Wang, G.G., Dang, Q.-L., 2005. Response of understory plant community of boreal mixedwood stands to fire, logging, and spruce budworm outbreak. *Can. J. Bot.* 83: 1550-1560.
- Kneeshaw, D.D., Prévost, M., 2007. Natural canopy gap disturbances and their role in maintaining mixed-species forest of central Quebec, Canada. *Can. J. For. Res.* 37(9): 1-11
- Kneeshaw, D.D., Kobe, R.K., Coates, K.D., Messier, C., 2006. Sapling size influences shades tolerance ranking among southern boreal tree species. *Journal of Ecology*, 94: 471-480.
- Légaré, S., Bergeron, Y., Paré, D., 2002. Influence of forest composition on understory cover in boreal mixed-wood forest of Western Quebec. *Silva Fennica*. 36 (1) : 353-366.
- Lieffers, V.J., Grover, B., 2004. Nouveaux régimes sylvicoles pour les forêts boréales mixtes de l'Alberta. Réseau de gestion durable des forêts. 16 pages.
- Lieffers, V.J., Pinno, B.D., Kenneth, J.S., 2002. Light dynamics and free-to-grow standards in aspen-dominated mixedwood forest. *The Forestry Chronicle*. 78 (1): 137-145.
- Lieffers V.J., Messier, C., Stadt, K.J., Gendron, F., Comeau, P.G., 1999. Predicting and managing light in the understory of boreal forests. *Can. J. For. Res.* 29: 796-811.
- Lieffers, V.J., Macmillan, R.B., MacPherson, D., Branter, K., Stewart, J.D., Semi-natural and intensive silvicultural systems for the boreal mixedwood forest. *The Forestry Chronicle*. 72(3) : 286-292.
- Lieffers, V.J., Pinno, B.D., Kenneth, J.S., 2002. Light dynamics and free-to-grow standards in aspen-dominated mixedwood forest. *The Forestry Chronicle*. 78 (1): 137-145.
- Lindenmayer, D.B., Franklin, J.F., Fischer, J. 2006. General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biological Conservation*. 131 (3): 433-445.
- MacDonald, G.B., Cherry, M.L., Thompson, D.J., 2004. Effect of harvest intensity on development of natural regeneration and shrubs in an Ontario boreal mixedwood stand. *Forest Ecology and Management*, 189: 207-222.

- MacDonald, G.B., Thompson, D.J., 2003. Responses of planted conifers and naturel hardwood regeneration to harvesting, scalping, and weeding on a boreal mixewood site. *Forest Ecology and Management*, 182: 213-230.
- MacDonald, G.B., Rice, J.A., McLaughlin, J., Pearce, J., Venier, L., Nystrom, K., Meek, P., 2003. Developing Sustainable Mixedwood Practices in a Stand-Level Adaptative Management (SLAM) Framework: Project Establishment. *Forest Research Information Paper No. 157*. Ontario Forest Research Institute. 17 pages.
- Maclsaac, D.A., Comeau, P.G., MacDonald, S.E., 2006. Dynamics of regeneration gaps following harvest of aspen stands. *Can. J. For. Res.* 36:1818-1833.
- Maclsaac, D.A., Krygier, R.F., XXX, La protection du sous-étage comme solution de rechange à la coupe rase dans les peuplements mixtes de la forêt boréale. *Ressources naturelles Canada*. 1 page.
- Man, R., Lieffers, V.J., 1999. Are mixtures of aspen and white spruce more productive than single species stands? *The Forestry Chronicle*. 75 (3) : 505-513.
- Martin, J.L., Gower, S.T., 2006. Boreal mixedwood tree growth on contrasting soils and disturbance types. *Can. J. For. Res.* 36: 986-995.
- Messier, C., Doucet, R., Ruel, J-C.,Claveau, Y., Kelly, C., Lechowicz, M.J., 1999. Functional ecology of advance regeneration in relation to light in boreal forests. *Can. J. For. Res.* 29: 812-823.
- Montigny, M.K., MacLean, D.A., 2006. Triad forest management: Scenario analysis of forest zoning effects on timber and non-timber values in New-Brunswick, Canada. *The Forestry Chronicle*. 82 (4): 496-511.
- Pitt, D.G., Bell, F.W., 2005. Juvenile response to conifer release alternatives on aspen-white spruce boreal mixedwood sites. Part 1: Stand structure and composition. *The Forestry Chronicle*. 81 (4) : 538-547.
- Pitt, D.G., Mihajlovich, M., Proudfoot, M., 2004. Juvenile stand responses and potential outcomes of conifer release efforts on Alberta's spruce-aspen mixedwood sites. *The Forestry Chronicle*. 80 (5): 583-597.
- Pothier, D., Prévost, M., 2002. Photosynthetic light response and growth analysis of competitive regeneration after partial cutting in a boreal mixed stand. *Trees*, 16: 365-373.
- Powell G.W., Bork, E.W., 2006. Aspen canopy removal and root trenching effects on understory vegetation. *Forest Ecology and Management* 230, 79-90.
- Prévost, M., Pothier, D., 2003. Partial cut in a trembling aspen – conifer stand: effects on microenvironmental conditions and regenetation dynamics. *Can. J. For. Res.* 33: 1-15.
- Prévost M., Roy, V., Raymond, P., 2003. Sylviculture et régénération des forêts mixtes du Québec (Canada): une approche qui respecte la dynamique naturelle des peuplements. Note de recherche forestière no 125. Direction de la recherche forestière du MRNF. 8 pages.
- Saucier, J-P., Bergeron, J.F., Grondin, P., Robitaille, A., 1998. Les régions écologiques du Québec méridional (3<sup>e</sup> version) : un des éléments du système hiérarchique du territoire mis au point par le Ministère des Ressources naturelles du Québec. *L'Aubelle* no 124, suppl. février-mars 1998. 12 p.

Simard, M-J., Bergeron, Y., Sirois, L., 2003. Substrate and litterfall effects on conifer seedling survivorship in southern boreal strands of Canada. *Can. J. For. Res.* 33: 672-681.

Voicu, M.F., Comeau, P.G., 2006. Microclimatic and spruce growth gradients adjacent to young aspen stands. *Forest Ecology and Management*, 221: 13-26.

Wang, G.G., Kenball, K.J., 2005. Balsam fir and white spruce seedling recruitment in response to understory release, seedbed type and litter exclusion in trembling aspen stands. *Can. J. For. Res.* 35: 667-673.

Welham, C., Seely, B., Kimmins, H., 2002. The utility of the two-pass harvesting system: an analysis using the ecosystem simulation model FORECAST. *Can. J. For. Res.* 32: 1071-1079.