



Mémoire du Groupe de recherche en écologie forestière interuniversitaire
et
de la Chaire industrielle CRSNG UQAT-UQAM
en aménagement forestier durable

Chaire Industrielle
CRSNG - UQAT - UQAM
en aménagement forestier durable

Présenté dans le cadre de la consultation générale sur les Objectifs de
protection et de mise en valeur du milieu forestier (OPMV)
des plans généraux d'aménagement forestier.

par

T. Nguyen-Xuan, D. Kneeshaw, A. Leduc, P. Drapeau, S. Brais, D. Paré, L.
Imbeau, S. Gauthier, B. Harvey, A. Desrochers, O. Valeria, C. Messier, Y.
Bergeron, L. De Grandpré

10 Décembre 2003



GREFi
UQAM
C.P. 8888, Succ. Centre-Ville
Montréal (Québec)
H3C 3P8
Téléphone : (514) 987-3000, poste 4321
Télécopieur : (514) 987-4647
gref@uqam.ca

Chaire Industrielle

CRSNG - UQAT - UQAM

en aménagement forestier durable

445, boulevard de l'Université
UQAT
Rouyn-Noranda (Québec) Canada
J9X 5E4
tél.: 819-762-0971 poste 2362
téléc.: 819-797-4727

UQAM
C.P.8888, Succ. Centre-ville
Montréal (Québec) Canada
H3C 3P8
tél.: 514-987-6547
téléc.: 514-987-4647
chaire_afd@uqam.ca

Chercheurs ayant participé à la rédaction de ce mémoire :

Bergeron, Yves. Département des Sciences appliquées, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. Chaire AFD et GREFi.

Brais, Suzanne. Département des Sciences appliquées, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. Chaire AFD et GREFi.

De Grandpré, Louis. Centre de foresterie des Laurentides, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts.

Desrochers, Annie. Département des Sciences appliquées, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. Chaire AFD

Drapeau, Pierre. Département des Sciences biologiques, Université du Québec à Montréal. Chaire AFD et GREFi.

Gauthier, Sylvie. Centre de foresterie des Laurentides, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts. GREFi.

Harvey, Brian. Forêt d'enseignement et de recherche du Lac Duparquet, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. Chaire AFD.

Imbeau, Louis. Département des Sciences appliquées, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. Chaire AFD.

Kneeshaw, Daniel. Département des Sciences biologiques, Université du Québec à Montréal. GREFi.

Leduc, Alain. Chaire AFD et GREFi. Université du Québec à Montréal.

Messier, Christian. Département des Sciences biologiques, Université du Québec à Montréal. GREFi.

Paré, David. Centre de foresterie des Laurentides, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts. GREFi.

Valeria, Osvaldo. Département des Sciences appliquées, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. Chaire AFD.

sous la coordination de : Thuy Nguyen-Xuan, Chaire AFD.

Ces propos ne représentent pas la position officielle de Ressources naturelles Canada, Service Canadien des forêts.

Le GREFI et la Chaire AFD, plus de 15 ans de recherche forestière au Québec

Le GREFI (Groupe de recherche en écologie forestière interuniversitaire) a pour objectifs (1) d'améliorer nos connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers et (2) d'utiliser ces connaissances pour améliorer les pratiques forestières actuelles. ***Dans cette optique, notre groupe de recherche œuvre très activement au développement et à l'application de l'aménagement écosystémique au sein de la forêt boréale et feuillue du Québec et du Canada*** ; une approche qui devrait conduire à une utilisation durable de la ressource forestière.

Le GREF a été fondé en 1987 à l'Université du Québec à Montréal. En 1997, il devenait interuniversitaire (GREFI) en réunissant des chercheurs de l'Université McGill (campus centre-ville et MacDonald), de l'Université Concordia, de l'Université de Montréal, de l'INRS-Institut Armand-Frappier, de l'Université du Québec à Chicoutimi, et de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. Le GREFI compte parmi ses chercheurs 32 membres réguliers (professeurs et chercheurs gouvernementaux), 22 membres associés, en plus des quelque 150 étudiants gradués à la maîtrise et au doctorat, 10 stagiaires post-doctoraux, 20 professionnels de recherche et deux employés réguliers.

La Chaire Industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en aménagement forestier durable (Chaire AFD) a été mise sur pied en 1998 et est soutenue par un consortium de compagnies forestières de l'ouest et du centre du Québec ainsi que de partenaires gouvernementaux (MRNFP). Regroupant des chercheurs du GREFI oeuvrant à la fois à l'UQAM et l'UQAT, elle a pour mission d'assurer la recherche et le développement de stratégies et pratiques d'aménagement forestier durable. En collaboration avec ses partenaires régionaux, elle fixe les priorités de recherche et participe à des actions concertées répondant aux problématiques de l'heure en aménagement forestier. La Chaire comporte 5 axes de recherche complémentaires qui sont :

1. La dynamique forestière et l'historique des perturbations naturelles
2. Les facteurs clés nécessaires au maintien de la biodiversité
3. La productivité forestière et la résilience des écosystèmes
4. Le développement et l'évaluation de nouvelles approches sylvicoles incluant la foresterie intensive
5. Le développement et l'expérimentation de stratégies d'aménagement durable des forêts

La recherche effectuée à la Chaire AFD est développée en s'appuyant sur les connaissances acquises depuis plus de 15 ans en Abitibi-Témiscamingue par l'entremise de l'URDFAT et de la FERLD. Elle est également alimentée par les connaissances acquises autant en forêt tempérée qu'en forêt boréale dans plusieurs régions du Québec par les chercheurs du GREFI. Bien que nous ayons bénéficié des échanges avec nos partenaires, le présent mémoire reflète l'opinion des chercheurs de la Chaire en AFD et n'implique aucunement celle des partenaires de la Chaire en AFD.

Les commentaires sur la proposition des OPMV par le MRNFP porteront sur nos champs d'expertise.

Protection du milieu forestier : une approche par objectifs

La présente démarche des OPMV est une indication que le MRNFP reconnaît l'importance de plusieurs enjeux environnementaux associés à l'aménagement forestier actuellement en place au Québec. Nous saluons l'initiative du ministère quant aux enjeux présentés dans le document de consultation sur les OPMV.

Par le passé, les objectifs d'aménagement établis dans les plans généraux d'aménagement forestier se rattachaient principalement à des objectifs de mise en valeur du milieu forestier. La certification forestière, différents engagements internationaux ainsi que l'opinion publique ont aujourd'hui mené à un besoin pressant d'y ajouter des objectifs de protection du milieu forestier. Ainsi, l'intégration d'objectifs de protection du milieu forestier au sein des PGAF en font des engagements légaux de protection pour les bénéficiaires de CAAF/CAF.

L'utilisation d'une approche par objectifs plutôt qu'une approche par règlements devrait faciliter le développement de solutions réelles aux enjeux environnementaux permettant la protection du milieu forestier tout en assurant sa mise en valeur. Cette approche s'adapte mieux à différents contextes de développement et de mise en application de stratégies d'aménagement. La définition d'objectifs régionaux sur la base des régimes de perturbation représente un exemple de la plus grande flexibilité d'une telle approche.

Les objectifs de protection proposés par le MRNFP

Objectif 1. Réduire l'orniérage

Les objectifs de protection spécifiques aux sols et proposés dans le cadre de l'actuelle consultation visent essentiellement à limiter les pertes de superficies productives suite à l'orniérage, la circulation intensive sur les aires d'ébranchage et la construction de chemin. L'orniérage modifie le régime d'écoulement des eaux de surface et conduit à des modifications de leur qualité (charge de nutriments et sédiments, augmentation de la température). La réduction de l'orniérage et de l'érosion permettront aussi une meilleure protection de la qualité de l'eau et de l'habitat du poisson. Ces objectifs sont tout à fait légitimes. Cependant, l'orniérage est une préoccupation qui a été mis à jour au Québec au cours des consultations sur la stratégie de protection des forêts. Plus de dix ans ont passé depuis ces audiences publiques et nous en sommes toujours à discuter de la pertinence de réduire l'orniérage sur les parterres de coupe ainsi que des moyens pour y arriver. Le ministère se donne encore deux ans avant de fixer des objectifs «réalistes d'amélioration continue» et l'objectif «ultime» est qu'au moins 90 % des superficies de coupe soient sous le seuil de 20 %. Nous recommandons donc que des seuils limites d'orniérage soient fixés dès maintenant et que le Ministère explique ce qu'il entend par « réaliste ».

Ceci étant dit, nous aimerions revenir sur l'efficacité de la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) à limiter l'orniérage. Il a été démontré que le compactage du sol augmente avec le nombre de passages exercés par les équipements forestiers (McNabb et al. 2001, Brais 2001). La CPRS, en restreignant la circulation des équipements à un nombre limité de sentiers, limite effectivement l'étendue du compactage mais en augmente la sévérité. Il est aussi reconnu que lorsqu'un sol se compacte, le volume d'eau augmente relativement au volume de sol minéral et ceci conduit à une diminution de la capacité de portance du sol et à l'orniérage (peu importe la texture du sol). La réduction des sentiers de débardage à 25 % de la superficie des parterres de coupe est une mesure qui à première vue semble incompatible avec la réduction de l'orniérage. Cette mesure étant en vigueur depuis déjà 2 ans, il faudrait en vérifier les conséquences et, si nécessaire, revenir à la norme de 33 % sur les sols hydromorphes. Nous croyons que l'étendue de la perturbation devrait être fixée en fonction des contraintes spécifiques des sites (capacité de portance, texture, régénération pré-établie, épaisseur de la couverture morte).

Par ailleurs, les recherches effectuées au cours des dernières années indiquent qu'un sol forestier physiquement perturbé montre localement une meilleure productivité qu'un sol non perturbé. Cette relation entre la perturbation physique et la croissance de la régénération forestière a été démontré, entre autres, par la comparaison de la croissance de la régénération entre les sentiers de débardage et la superficie non perturbée entre les sentiers (Brais 2001) ou lors de l'évaluation des taux de croissance sur des parterres coupés par coupe «à blanc» et les parterres coupés par CPRS (Leduc et al. 2003). Il faut donc s'abstenir de penser que l'absence de perturbation physique au sol est gage de maximisation de la productivité du sol et que le maintien de certaines fonction du sol (qualité de l'eau, cycle du carbone, biodiversité,) est synonyme de maximisation de la productivité des sols. Puisque ces enjeux représentent souvent des compromis nous croyons qu'il est souhaitable d'établir des zones de productivité forestière intensive, extensive et de conservation et qu'on applique les critères appropriés pour la conservation des sols dans chacune de ces zones.

Objectif 2. Minimiser les pertes de superficie forestière productive

La minimisation des pertes de superficie forestière productive peut, entre autres à travers la gestion des déchets de coupe, avoir des répercussions sur plusieurs enjeux. Ainsi, lors de la planification de la redistribution des débris ligneux, il s'avère nécessaire de bien comprendre les interactions possibles avec les autres ressources. Par exemple, une redistribution des branches sur le parterre peut être avantageuse pour : (1) le cyclage des éléments nutritifs, (2) l'établissement par graines du pin gris et (3) les populations de micro-mammifères (couvert de protection accru contre les prédateurs dans les parterres de coupe). Elle peut être par contre désavantageuse pour : (1) le succès de la régénération préétablie ou (2) le mouvement des gros mammifères. Il faut donc s'assurer que les compromis associés à toute stratégie de redistribution des débris ligneux soient clairement identifiés et justifiés.

Objectif 4. Maintenir en permanence une quantité de forêts mûres et surannées

Par le passé, nous avons déjà recommandé que pour chaque territoire sous aménagement forestier, des objectifs de maintien de vieilles forêts soient établis sur les base des conditions préindustrielles (Bergeron et al. 1999, Leduc et al. 2000, GREFi – Chaire AFD 2000). L'objectif 4 des OPMV respecte cette orientation et suggère un seuil à maintenir en tout temps dans les UAF (33% des proportions historiques connues de forêts mûres ou surannées). La proposition ministérielle porte toutefois une ambiguïté quant au pourcentage de 33%. D'abord énoncé comme un seuil minimal à atteindre, les moyens (voir ci-dessous) proposés pour atteindre l'objectif de 33% présentent plutôt ce dernier comme un maximum à atteindre en matière de maintien de vieilles forêts dans les territoires aménagés. De plus, ce seuil est inférieur au seuil défini par l'approche « écosystémique », qui est fondée sur la notion de maintien des proportions des divers stades de développement dans les limites de variabilité naturelle des écosystèmes forestiers (voir la norme boréale FSC 6.3.6). Pourtant, le Québec est l'une des rares régions à disposer d'une connaissance scientifique de pointe suffisante pour appliquer une véritable approche d'aménagement écosystémique basée sur la variabilité des régimes de perturbations naturelles (Bergeron et al. 1999, 2001, 2002). Cela dit, nous saluons toutefois la reconnaissance par le MRNFP du maintien des vieilles forêts comme un enjeu majeur en rapport avec le maintien de la diversité biologique en forêt boréale aménagée.

La stratégie adoptée par le Ministère comprend trois moyens pour maintenir ces attributs: a) les refuges biologiques, b) les îlots de vieillissement, c) les pratiques sylvicoles adaptées. Cette approche s'avère intéressante car elle présente, dans un cadre d'aménagement, plusieurs alternatives à la conservation des forêts surmatures et vieilles ou, du moins, certains de leurs attributs structuraux.

a) Refuges biologiques

Seuls de tels refuges peuvent assurer, de façon certaine, le maintien de tous les attributs des vieilles forêts. Cette approche doit donc être encouragée, même si elle ne concerne que 2% du territoire des UAF. Ces refuges doivent être permanents pour s'assurer que tous les attributs y soient maintenus. Un réseau bien distribué et bien représentatif des forêts (productives et improductives) de petites aires protégées est donc utile et complémentaire à l'établissement d'aires protégées de plus grandes superficies. Cependant, vu la petite superficie des refuges biologiques, ces derniers ne peuvent se substituer à un véritable réseau de grandes aires protégées en forêt boréale et il est impérieux que ces refuges ne soient pas comptabilisés dans le calcul de 8% de la stratégie québécoise des aires protégées, cible qui est déjà en dessous de celui de 12% adopté par d'autres juridictions.

Par ailleurs, il semblerait que l'aspect dynamique des paysages forestiers, souvent engendré par les perturbations naturelles, n'ait pas été considéré dans la définition des refuges biologiques. Ainsi, il est raisonnable de penser que les incendies de forêt et les

épidémies continueront à affecter le paysage forestier sous aménagement, occasionnant la perte de certains des refuges établis. Afin de réellement atteindre un objectif de 2% de protection à l'aide de refuges biologiques, il nous semble donc nécessaire que l'approche proposée par le MRNFP spécifie les mesures à prendre pour compenser la perte possible des refuges établis. Cela pourrait être de simplement remplacer les refuges perdus par de nouveaux refuges, ou d'augmenter le nombre initial de refuges afin de pallier pour les pertes envisagées (en fonction du régime de perturbation régional). En ce qui concerne les mesures à prendre vis-à-vis les refuges initialement établis et ultérieurement affectés par des feux ou des épidémies, nous suggérons qu'ils restent protégés jouant ainsi un rôle efficace dans le maintien d'un minimum d'habitats récemment perturbés.

b) Îlots de vieillissement

Ces îlots non-permanents assurent le maintien de grands arbres vivants pour une période de temps comprise entre l'âge d'exploitation et l'âge limite de vieillissement (environ 20 ans après l'âge de sénescence).

Les vieilles forêts peuvent contenir trois principaux attributs (selon leur âge) qui les distinguent des forêts plus jeunes :

- 1) De grands arbres vivants et autres arbres « d'intérêt pour la faune » (essentiels à diverses espèces de fin de succession);
- 2) Des arbres morts récemment (essentiels pour plusieurs espèces d'insectes, alimentation des pics);
- 3) Des arbres morts de tous stades (récents et vieux) et de gros débris ligneux au sol (essentiels pour certaines plantes invasives, mais également pour certains amphibiens, e.g. salamandres; les gros débris ligneux conservant une certaine humidité lors de périodes sèches).

Les îlots incluent des forêts qui commencent à atteindre le stade de vieille forêt. La définition des îlots et les tailles minimales proposées semblent appropriées. Toutefois le principal problème a trait au temps de vieillissement retenu (15 à 20 ans) pour que les forêts puissent acquérir les caractéristiques structurales de vieilles forêts. Il est difficile de penser qu'un allongement de révolution de 15 à 20 ans soit suffisant pour que ces îlots puissent remplir pleinement leur fonction écologique de « vieilles forêts ». Il faudrait au moins laisser une partie de ces îlots vieillir davantage, et probablement aussi dans les autres, ne permettre que des coupes partielles ou sélectives.

D'autre part, contrairement aux refuges biologiques les îlots ne constituent pas un territoire fixe des UAF. Le 10% d'îlots de vieillissement est appliqué uniquement en tenant compte des essences « climaciques ». Cependant, dans plusieurs régions du Québec certaines forêts matures non-climaciques (e.g pin gris, peuplier, bouleau) sont très abondantes et comportent des attributs aussi importants que ceux retrouvés dans les forêts climaciques. Il serait donc nécessaire de leur attribuer des îlots de vieillissement. Par ailleurs, dans l'exemple fourni dans le document décrivant les lignes directrices pour l'implantation des îlots de vieillissement, 40% de l'UAF est exclue du calcul des îlots.

Cette procédure n'a pas de sens sur le plan écologique car les proportions historiques de vieilles forêts sont calculés pour un territoire donné, et non en fonction du type d'essence. Cette procédure ne fait que réduire la valeur du 10% proposé, qui devient 10% de la proportion climacique d'une UAF. Ce 10% deviendrait-il seulement, en moyenne, 5 ou 6% des UAF? Nous demandons que le MRNFP établisse un portrait clair de l'état actuel et prévu des vieilles forêts.

Finalement, le ministère propose une mise en œuvre différée de l'implantation des îlots, notamment là où les vieilles forêts sont les plus rares. Les scénarios indiquent une implantation de moins d'îlots (scénarios de 3% et 5%), là où il y a moins de (vieilles) forêts applicables. Cette stratégie est pour le moins paradoxale car les territoires où les vieilles forêts sont les plus rares sont vraisemblablement ceux où ces forêts jouent un rôle crucial dans le maintien de la biodiversité! Il est clair, dans le cas des îlots de vieillissement, que le ministère vise une geste de protection qui n'aura aucune conséquence sur la possibilité forestière. Par ailleurs, il est difficile d'imaginer que nous aurons la flexibilité pour les instaurer plus tard, d'autant que les calculs de possibilités sont faits comme si les proportions instaurées initialement allait le demeurer pour les prochains 150 ans. Une mesure qui pourrait au moins partiellement compenser le faible taux d'implantation d'îlots de vieillissement serait de hausser tous les scénarios d'implantation à 10% en incluant dans les forêts applicables des groupements mixtes feuillus, (précurseurs de vieilles forêts) et permettant ceux-ci à vieillir d'avantage. Encore, certains îlots devraient être traités uniquement par des coupes partielles.

c) Pratiques sylvicoles adaptées

Dans les lignes directrices, le Ministère fournit un tableau des traitements admissibles comme pratiques sylvicoles adaptées pour les divers groupes de production prioritaire. Ce cadre est clairement très restrictif. Prenons, par exemple, le groupe SEPM, le plus important groupe de production de la forêt boréale. Les pratiques « adaptées » se limitent à trois traitements: la coupe progressive d'ensemencement (CPE), la coupe avec protection des petites tiges marchandes (CPPTM) et la coupe avec protection de la haute régénération et des sols (CPHRS). Un regard sur ces trois traitements suggère que, dans leurs modes d'application actuels, ils peuvent difficilement atteindre les objectifs escomptés. Par exemple, bien qu'il s'agisse d'une forme de coupe partielle qui vise à favoriser l'implantation de régénération naturelle, la CPE est généralement suivie par une coupe finale après 10 à 20 ans. Donc, à moins que la coupe finale soit adaptée afin de retenir une quantité importante d'arbres vivants et morts (ex. coupes avec rétention variable), les effets potentiellement bénéfiques de la CPE ne sont qu'éphémères. Dans les cas de la CPPTM et la CPHRS, ces traitements, par définition, visent à prélever des grosses tiges et ne laisser que des plus petites. Sans doute, ils permettent de maintenir plus de végétation résiduelle qu'une CPRS normale ou une coupe totale mais il est difficile de croire que des peuplements traités par la CPPTM et la CPHRS puissent comporter tous les attributs d'une vieille forêt.

L'absence de certains groupes de production prioritaires visés pour les pratiques sylvicoles adaptées est aussi préoccupante. Tel que déjà mentionné, les groupes mixtes à

dominance du bouleau ou du peuplier sont potentiellement importants non seulement pour leur propre contribution à la biodiversité mais aussi en tant que précurseurs aux stades de succession plus avancés.

Les pratiques adaptées maintiennent de grands arbres, mais il est difficile de prévoir quels niveaux de chicots et de débris ligneux s'y retrouveront. Nos recherches visent à préciser ce type de questions et leurs conséquences pour la faune associée aux vieilles forêts (Drapeau et al. 2002, 2003). Il est probable que plusieurs espèces désertant les coupes totales seront présentes dans des coupes partielles. Il faut toutefois aussi considérer le fait que pour un même volume de bois récolté, les coupes partielles doivent affecter une plus grande superficie de territoire que les coupes totales. Si certaines espèces désertent les coupes totales, et que le traitement en coupes partielles ne donne pas de meilleurs résultats, on se trouverait en fait à accélérer la perte d'habitats pour ces espèces.

Le Ministère veut encourager les pratiques adaptées, ce qui va dans le sens des recommandations énoncées dans le passé par notre groupe. Cependant dans l'exemple présenté dans les lignes directrices, il est difficile de voir comment 60 ha par année de pratiques adaptées sur une UAF où on pratiquerait 3000 ha de coupes par an peut vraiment être considéré comme étant un grand pas en avant. Les propositions nous apparaissent trop timides comparativement à celles déjà suggérées par notre groupe de recherche, démontrant un conservatisme nuisant à la mise en application généralisée des pratiques adaptées. Un danger possible avec cette timidité est que les peuplements dans lesquels ces pratiques pourraient être adoptées risquent de ne plus être en assez grand nombre au cours des PGAF subséquents. Par ailleurs, même si les proportions visées à long terme sont plus importantes que celles qui seront instaurées dans les prochains PGAF, les calculs de possibilité sont faits comme si les proportions instaurés dans le présent plan demeureront stables pour toute la période du calcul i.e. de 150 ans. Si le ministère est sérieux avec les cibles proposées (qui sont déjà beaucoup trop faibles) ce qui n'est pas instauré dans l'immédiat devra être compensé ultérieurement.

Finalement, on perçoit de la part du MRNFP une résistance à changer les pratiques actuelles pour opter vers un système d'aménagement mixte (équienne et inéquienne). Il existe pourtant suffisamment d'expériences en cours au Québec et ailleurs sur les coupes partielles en forêt boréale pour que l'on procède plus rapidement. Les conséquences d'attendre dans ce dossier seraient beaucoup plus dommageables que les possibles risques de changer notre approche en sylviculture. L'urgence d'agir impose une stratégie d'aménagement adaptatif plutôt que le *statu quo* dont fait preuve le ministère dans le choix de son système d'aménagement forestier qui demeure principalement équienne.

d) Considérations générales

Plusieurs articles publiés suggèrent des proportions historiques de forêts mûres et surannées différentes de celles présentées au tableau 1 dans le document de consultation (Bergeron et al. 2001, Kneeshaw et Gauthier 2003). Par exemple, pour la sapinière à bouleau blanc de l'est, nos travaux récents (les résultats ont été envoyés au MRN)

suggèrent plutôt une proportion historique de forêts de plus de 50 ans de 78% (par rapport au 60% rapporté au tableau 1 du document de consultation).

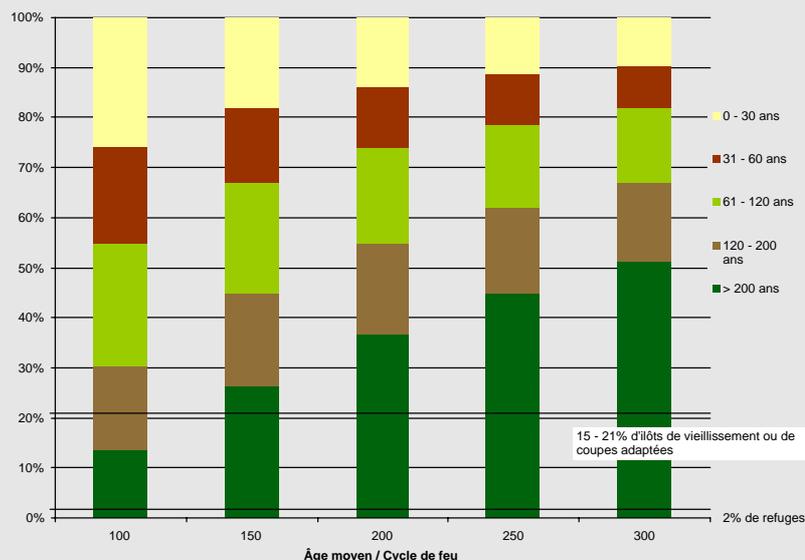
Par ailleurs, le seuil de 33% n'est pas justifié sur le plan scientifique. Quelle confiance peut-on avoir sur le fait qu'il s'agit d'un seuil adéquat pour le maintien de la diversité biologique? Comment ce pourcentage est-il garant de la viabilité à long terme des populations biologiques associées aux forêts surmatures et vieilles dans les territoires aménagés? Une meilleure justification et une documentation plus étayée des sources scientifiques utilisées pour élaborer ce seuil s'avèrent nécessaires pour lui donner une crédibilité.

En ce qui concerne les îlots de vieillissement, le prolongement des révolutions forestières n'assurera pas une structure d'âge des peuplements qui s'apparente à celle connue historiquement. L'approche proposée prolongera certainement l'âge des forêts en comparaison avec l'approche de la forêt normale mais relativement peu en comparaison avec la structure d'âge naturelle (voir encadré).

Il est également nécessaire de soulever le fait que l'objectif 4 devrait être réalisé de façon concertée avec l'effort du Québec d'atteindre 8% d'aires protégées. Pour la faune, il ne fait aucun sens de considérer séparément les aires protégées et les aires sous aménagement dans un même territoire géographique : les vieilles forêts dans un parc situé dans une UAF amélioreront le sort des espèces associées aux vieilles forêts pour l'ensemble de la région en question. La stratégie présentée ne tient pas compte des aires protégées, et les objectifs sont fixés sur le territoire restant. Il y a un effet « pervers » à cette façon de faire : quelle compagnie voudra que l'on crée une aire protégée dans son UAF si elle ne peut s'en servir pour remplir ses objectifs de protection? Une stratégie avec des objectifs de conservation de vieilles forêts plus ambitieux (plus « écosystémiques »), mais qui incluraient toutes les aires protégées, aurait été préférable. De cette façon, les industriels auraient intérêt à ce qu'une aire protégée soit établie chez eux et non chez leur voisin. Finalement, il faut rappeler que le 8% d'aires protégées est de 4% sous le pourcentage d'aires protégées visé mondialement.

Cycle de feu et vieilles forêts

L'usage d'une courbe exponentielle négative permet d'évaluer la proportion du territoire forestier qui devrait être occupée par différentes classes d'âges selon un cycle de feu (ou un âge moyen) donné (Van Wagner, 1978). Le graphique ci-bas illustre la proportion que devraient occuper les forêts de 5 différentes classes d'âge sous 5 différents cycle de feux. La plage d'âge utilisée correspond aux cycles de feux rencontrés dans les différentes régions du Québec boréal.



À la lumière de ce graphique, nous constatons que le 2% de refuges biologiques proposé comme OPMV permet de protéger entre 4 et 15% (selon les régions) de la proportion originale des forêts de plus de 200 ans. Cependant, lorsque l'on considère également les forêts âgées entre 120 et 200 ans (qui sont vraisemblablement aussi des forêts mûres et surannées) cette protection baisse à entre 3 et 6,6%. En d'autres mots, sans autre mesure de conservation (aires protégées et autres), ceci correspond à une perte nette de 93 à 97% de vieilles forêts!

Cependant, l'approche proposée par le MRNFP pour maintenir un nombre suffisant de forêts mûres et surannées comprend également l'établissement d'îlots de vieillissement (ajout de 20 ans à la rotation normale) et l'utilisation de pratiques sylvicoles adaptées. Ainsi la proportion du territoire ciblée pour l'ensemble de ces mesures varierait entre 17 et 23% (selon le tableau 1). En présumant que cet effort soit reporté sur l'ensemble des classes d'âges mûres (61-120 ans), surannées (121-200 ans) et vieilles (>200 ans), et qu'il est appliqué sur 20% du territoire (en moyenne), les mesures proposées toucheraient entre 24 et 36% des proportions originales de forêts mûres et surannées.

Comme les îlots de vieillissement seront constitués principalement de forêts de moins de 120 ans, il est important de souligner que le maintien des forêts de plus de 120 ans ne dépendra en grande partie que des efforts consentis à l'établissement des refuges biologiques et à l'utilisation de pratiques sylvicoles adaptées, ce qui représente une faible proportion du territoire occupé par ces stades de développement. Ces pratiques adaptées pourraient permettre le maintien de certains attributs (pas tous) de vieilles forêts, selon ce qui sera permis ou non de pratiquer.

Objectif 5. Développer et appliquer des patrons de répartition spatiale des coupes adaptés à l'écologie régionale et socialement acceptables

Nous relevons deux principaux problèmes associés à l'approche proposée dans le document de consultation concernant les patrons de répartition spatiale des coupes en pessière à mousses. Le premier est la nature fixe de la superficie proposée de 100 km² par UAF. Celle-ci ne semble pas considérer les différences de superficies qui existent entre différentes unités d'aménagement. Il serait préférable que cette superficie soit pondérée en fonction de la taille de l'UAF et qu'elle soit obligatoire sur le territoire couvert par chaque plan quinquennal et non sur l'ensemble de l'UAF. Ce qui n'est toutefois pas clair dans la proposition ministérielle c'est l'organisation spatiale des massifs par rapport à aux aires de récolte. Sans précisions sur comment seront organisés les chantiers de coupes par rapport à ces massifs, il est difficile d'évaluer la contribution de ces massifs à réduire les effets de perte temporaire du couvert forestier sur la diversité biologique dans les territoires aménagés. À notre avis cette approche de dispersion des coupes n'est qu'une première étape, qui bien que positive, devrait conduire rapidement à une volonté de planification à plus long terme (dans les plans généraux) de la dispersion des chantiers de coupe. C'est cette vision à long terme qui doit être développée pour bien évaluer si la répartition des chantiers de coupes pourra ou non rencontrer des objectifs de maintien de la diversité biologique.

Le deuxième est le caractère « permissif » de la définition de forêt fermée. Selon cette définition, les massifs de forêt fermée pourraient être constitués de forêts âgées de 30 à 50 ans seulement. Il n'est pas certain que ces jeunes forêts joueraient réellement le rôle de forêt fermée, surtout dans les régions où les forêts fermées naturelles sont également beaucoup plus vieilles.

Par ailleurs, les types et les superficies d'intervention permis à l'intérieur de ces massifs ne sont pas clairement établis. Il serait préférable que la récolte y soit minime tant qu'un autre massif de forêt fermée ne sera pas établi sur le territoire ou qu'elle soit principalement constituée de traitements de coupe partielle.

Nous acquiesçons le manque de connaissances sur les patrons naturels de répartition des perturbations dans les domaines de la forêt feuillue, de la forêt mélangée et de la sapinière. L'approche préférentielle proposée est la coupe en mosaïque. Cependant, il est à noter que l'application de cette approche sur des territoires très petits éliminera en grande partie toute marge de manœuvre et mènera à une fragmentation du couvert forestier et à des patrons de coupes qui seront difficilement modifiables (Li et al. 1991). Il faut également démontrer un souci pour les effets de fragmentation engendrés par le développement du réseau routier nécessaire à un tel patron de dispersion de coupe.

Tel que suggéré par la discussion ci-haut, les patrons de répartition spatiale des coupes contribuent directement aux enjeux forestiers associés au développement du réseau routier dans le territoire sous aménagement. Du fait qu'il appuie le développement du réseau routier et l'accès au territoire québécois, le gouvernement québécois devrait également démontrer ses inquiétudes à l'égard des problèmes engendrés par un tel accès

pour la biodiversité, les cultures autochtones et la durabilité du développement forestier suite à l'expansion de la villégiature. Ailleurs dans le monde, et plus particulièrement en Amérique du Nord, le développement du réseau routier a été reconnu comme étant un problème potentiel pour certaines espèces fauniques (mouvement des petits mammifères, abondance des loups et des ours et d'autres grands prédateurs, augmentation de la chasse et du braconnage) ainsi que pour l'accès des 'blancs' aux territoires autochtones. Dans plusieurs provinces au Canada (Ontario, Alberta, Colombie Britannique) on exige que les compagnies forestières rendent inaccessibles une proportion des routes afin de limiter l'accès au territoire. La littérature scientifique démontre clairement les problèmes engendrés par les différents aspects du réseau routier pour le maintien de la biodiversité. Une réflexion plus poussée sur ces différents aspects doit être intégrée à la présente démarche sur les OPMV associés aux patrons de répartition spatiale des coupes.

Objectif 6. Protéger l'habitat des espèces menacées ou vulnérables

Les différentes certifications exigent que les opérateurs soient aptes à reconnaître et à signaler la présence d'espèces menacées. Rien de plus. Pourquoi signaler un nid de Pygargue inconnu dans un territoire vierge auparavant inaccessible, si la seule conséquence est de m'empêcher de couper ce qui était prévu aux opérations cette semaine? Pourquoi ne pas « éliminer les preuves » au plus vite, avant que l'espèce soit découverte, pour continuer tel que prévu et faire mon paiement sur ma machinerie à la fin de la semaine? Si le Ministère est sérieux dans ses plans de rétablissement d'espèces menacées, avec des objectifs quant au nombre de couples reproducteurs par année (comme dans le cas du Pygargue, Comité de rétablissement du pygargue à tête blanche au Québec 2002), des mesures compensatoires doivent être prévues pour encourager le signalement d'espèces menacées. D'ailleurs, cet effet « pervers » des lois sur les espèces menacées a été observé aux États Unis.

Objectifs de protection du milieu forestier qui ne sont pas considérés dans le document de consultation

Maintien de la productivité des sols

On définit la qualité d'un sol comme sa capacité à fonctionner à l'intérieur des écosystèmes, naturels ou aménagés, de manière à en soutenir la productivité et à maintenir ou améliorer la qualité de l'eau et de l'air ainsi que la santé des populations humaines qui en dépendent (SSSA Statement on Soil Quality, 1995). Une diminution de la capacité d'un sol à exercer une ou l'autre de ses fonctions constitue une baisse de qualité, une dégradation.

La capacité des sols à supporter la croissance forestière peut être affectée par les opérations forestières par le biais de mécanismes autres que l'orniérage. Selon le principe de précaution, on doit envisager des mécanismes de protection pour les situations jugées les plus à risque. Nous croyons que l'exploitation des sols peu fertiles représente un enjeu

important. On entend ici les sols dont la fertilité est naturellement limitée par des contraintes physiques (faible épaisseur du dépôt, pierrosité élevée, pente forte, sites hydromorphes) ou géologiques (sols présentant de faibles quantités d'éléments nutritifs ou de forts déséquilibres nutritionnels). La récolte forestière, par l'exportation de biomasse, exerce un drain important sur la matière organique et des nutriments associés à la biomasse forestière.

L'ébranchage à la souche (coupe par tige) en laissant les branches sur le parterre de coupe constitue une approche permettant de conserver la matière organique et les nutriments sur les sites récoltés. Même si on ne retrouve pas actuellement d'étude démontrant une relation de cause à effet directe entre la récolte par arbre entier (perte de matière organique et de nutriments accrue) et la croissance, il est démontré que la coupe par tige, comparativement à la coupe par arbre entier, améliore les qualités nutritives des sites (réduction de l'acidité). Des études ont démontré que les sols fortement acides (pH humus < 4) de la Haute-Mauricie (Bélanger et al. 2003) ou même les sols argileux riches de l'Abitibi (Belleau 2001) réagissent positivement à l'ébranchage à la souche. Le fait de laisser les branches sur le parterre favorise l'oxydation in situ de cette matière organique et l'augmentation du pH sol. Un indicateur des sols susceptibles de se détériorer suite à l'exploitation forestière a été développé (Paré et al. 2002). Cet indicateur suggère que les peuplements de forte densité et d'un IQS supérieur à 15m ne devraient pas être exploités par arbre entier.

Outre les branches; la rétention du bois mort (billes) sur le parterre doit aussi être envisagée si on veut préserver la qualité des sols forestiers. On reconnaît de plus en plus que le bois mort (chicots et billes) constitue un attribut important des écosystèmes forestiers nécessaires au maintien de la diversité des espèces animales et végétales qui en dépendent (Marshall 2000, Similä et al. 2003). Le bois mort enfoui dans la couverture morte du sol pourrait aussi contribuer au maintien de ses qualités nutritionnelles (Brais et al. soumis).

Nous souhaiterions la mise en place de mesures incitatives visant à protéger les sols à fertilité précaire. Nous suggérons les trois mesures suivantes :

- 1- les méthodes de récolte permettant le maintien des débris de coupe sur le parterre ainsi qu'une bonne distribution de ceux-ci doivent être encouragées.
- 2- la couverture d'humus doit être maintenue sur le site afin de limiter l'exposition du sol minéral à des surfaces ne dépassant 100m² suite à la récolte et à la préparation de terrain;
- 3- les pratiques doivent favoriser le maintien de bois mort sur le parterre par la rétention variable de chicots et l'abandon de tiges au sol de manière à assurer un apport continue de bois mort au sol et dans la couverture morte.

Ces mesures devraient viser entre autres les sites suivants et particulièrement pour les peuplements de sapin et de peuplier faux-tremble:

- 1- sols minces ou sols à pierrosité grossière,

- 2- sols à texture grossière,
- 3- sols sur roches ultramafiques (retrouvés dans les Appalaches et à l'est du Réservoir Manicouagan sur la Côte Nord, ces sols sont caractérisés par une surabondance de magnésium comparativement au potassium et au calcium),
- 4- sols dérivés d'anorthosite (retrouvés dans des secteurs précis du bouclier canadien : pauvre en magnésium et potassium).

Protection d'habitats récemment perturbés

Par le passé, notre groupe de recherche a proposé que les habitats récemment perturbés par des feux ne soient jamais récoltés en totalité (Drapeau 2001, Purdon et al. 2002, Drapeau et al. 2002, St-Germain et al. sous presse, Nappi et al. sous presse). Aucune disposition n'est proposée dans le cadre actuel des OPMV.

Développement du réseau routier

Le réseau routier a été identifié ailleurs dans le monde pour son effet potentiellement négatif sur la biodiversité, sur l'accès au territoire des premières nations, etc. Il est nécessaire de développer une stratégie qui balance les bénéfices d'un réseau routier et leurs désavantages (voir la discussion dans la section de l'objectif 5).

4. UNE VUE PLUS GLOBALE DE L'AMÉNAGEMENT FORESTIER

La définition d'objectifs de mise en valeur et de protection du milieu forestier constitue une des principales étapes de la planification forestière sur laquelle tout bon aménagement est basé. Cette étape est généralement précédée par l'établissement d'un bilan de l'état du milieu et elle doit être suivie par l'élaboration d'une stratégie d'aménagement ainsi que d'un plan de suivi et d'évaluation de l'atteinte des objectifs. C'est sur l'ensemble de ces éléments que doit être évalué l'aspect durable d'un aménagement forestier. Bien que le présent exercice de consultation publique ne concerne que les OPMV, il est difficile de le dissocier de ces autres éléments de la planification forestière.

D'autre part, en ne regardant que la portion des terres qui est sous aménagement, le MRNFP est loin de favoriser une approche globale en matière de conservation et de maintien de la biodiversité. Il aurait en effet été souhaitable que la stratégie de déploiement des refuges biologiques ait été articulée sur la connaissance de la répartition des aires protégées afin de permettre le développement d'un réseau d'aires aptes à mieux supporter la biodiversité. Ainsi les faibles cibles de conservation intégrale proposées (2%) auraient pu être bonifiées par le développement d'un réseau d'aires protégées de grandes superficies (8%). L'absence de considérations à l'égard du développement d'un tel réseau d'aires protégées laisse, de plus, la porte ouverte à ce que les 2% de refuges biologiques soient comptabilisés dans les objectifs québécois de 8% d'aires protégées.

Nous déplorons donc que la consultation sur les OPMV précède la Commission d'étude sur la gestion des forêts publiques qui devrait bientôt avoir lieu. En effet, cette commission devrait dresser le bilan de l'état de la forêt québécoise. On y préciser a les

contextes écologique, économique, politique et social à partir desquels les OPMV proposés seront intégrés à la planification forestière. Il nous manque ce portrait global, cette perspective d'ensemble, pour bien jauger la portée des OPMV quant au développement durable des forêts.

Un redéfinition en profondeur du système d'aménagement de la forêt boréale

L'objectif d'aménagement général établi par la Loi sur les forêts en est un d'aménagement **durable** des forêts pour la société. Ceci sous-tend à la fois l'arrimage d'objectifs protection et de mise en valeur du milieu forestier. Les derniers font partie des plans d'aménagement depuis longtemps ; l'intégration des premiers aux PGAF constitue un pas nécessaire à la mise en œuvre du développement durable du secteur forestier au Québec. Nous ne remettons pas en question le bien-fondé des objectifs de protection de la présente proposition, mais bien plutôt les cibles de protection proposées.

Nous considérons que ces cibles sont nettement en dessous de ce qui représente les conditions nécessaires à la mise en œuvre d'une véritable foresterie durable, et ce notamment en raison du fait que les propositions d'OPMV sont enchâssées dans un système d'aménagement équienné alors qu'une forte proportion de la forêt publique boréale est constituée de peuplements à structure irrégulière et inéquienné. Divers travaux de recherche réalisés sur le territoire québécois ainsi qu'ailleurs en forêt boréale ont montré que l'emploi généralisé de la CPRS (système sylvicole équienné) constitue une pratique mal adaptée pour reproduire les conditions forestières rencontrées dans une large partie de la pessière à mousses. Nous sommes donc étonnés que ces OPMV fassent encore autant de place à la CPRS. D'autre part, il apparaît que l'ensemble des OPMV, en particulier ceux concernant les pratiques adaptées, ont été développés dans un contexte de mitigation des impacts sur la possibilité forestière. Toutefois, des travaux récents menés par notre équipe (Nguyen et al. 2002a,b, Gauthier et al. sous presse, Leduc et al. 2002) en collaboration avec la direction des programmes du MRNFP et des partenaires industriels en Abitibi indiquent que le passage d'une système sylvicole équienné à une sylviculture mixte (équienné et inéquienné) affecterait très peu la possibilité forestière. C'est davantage par conservatisme qu'en raison d'une baisse appréhendée de la possibilité forestière que le MRNFP hésite à se lancer plus à fond dans l'aménagement inéquienné des forêts. Avec des proportions proposées de réserver de 2 à 11 % du territoire consacrées à des pratiques de coupes partielles, la proposition d'OPMV du MRNFP ne permet donc pas de faire le virage nécessaire pour mieux adapter les pratiques sylvicoles à la dynamique naturelle des forêts.

Une stratégie d'aménagement plus flexible

L'approche des OPMV proposée par le MRNFP établit les objectifs de protection visés de même qu'elle dicte les moyens pour y parvenir. Malgré les bonnes intentions d'une telle approche, cette dernière s'inscrit toujours dans un esprit normatif qui offre peu de flexibilité sur le plan des pratiques sylvicoles. Par contre, l'aménagement écosystémique proposé par notre groupe de recherche constitue une approche qui permet d'atteindre les

mêmes objectifs de protection tout en offrant une plus grande flexibilité dans le choix de pratiques sylvicoles mieux adaptées aux contextes régionaux distincts sur l'ensemble du territoire québécois.

Plus spécifiquement, pour atteindre les objectifs de maintien d'attributs de forêts surannées et vieilles à l'intérieur de limites jugées écologiquement acceptables (ce qui renvoie davantage à 66% des proportions historiques), il aurait probablement fallu repenser la manière d'aménager les forêts. Cela ne peut se faire sans une réévaluation en profondeur du plan d'affaire de l'industrie forestière québécoise. Bien que l'abondance de la ressource naturelle (une forêt dont on disait qu'elle était inépuisable) ait favorisé le développement d'une industrie de récolte massive axée sur la vente d'une matière première ayant subi peu de transformation (production de bois d'œuvre et de pâte), l'épuisement prochain de la forêt naturelle forcera une *réingénierie* de cette industrie. Diverses solutions potentielles se présentent à nous et peuvent être regroupées sous deux grandes avenues soit 1) la diversification des modes d'approvisionnement (sylviculture intensive, ligniculture) et 2) la création d'une valeur ajoutée à la ressource naturelle. Le développement d'usines de transformation secondaire serait une manière de créer plus de richesse avec un même volume de bois extrait de la forêt. Enfin, cette réflexion sur l'infrastructure industrielle est fortement tributaire de l'adoption d'une perspective plus globale de l'aménagement du territoire forestier public qui est fondée sur un zonage du territoire qui intègre la question des aires protégées, celle de l'aménagement écosystémique ainsi que l'apport de la sylviculture intensive comme nouvelle source d'approvisionnement de bois.

Suivi et évaluation des objectifs.

Finalement, la réussite d'une approche par objectifs repose sur la mise en place de mécanismes de vérification et de suivis quant à l'atteinte des objectifs établis qui nécessiteront des ressources humaines et financières adéquates. La crédibilité d'une telle approche sera conditionnelle à la diffusion publique des performances environnementales des exploitants. À cause de la dualité (économique et protection) de son mandat d'intendant de la forêt, le MRNFP a tout avantage à se doter de structures d'évaluations transparentes et objectives qui impliqueraient des ressources extérieures à celles du Ministère.

Principales recommandations

Suite à l'examen du document de consultation traitant des objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier proposés pour les plans généraux d'aménagement forestier de 2005-2010, la Chaire AFD et le GREFi aimeraient faire les recommandations suivantes :

- 1) Il est urgent d'établir le bilan des forêts mûres et surannées subsistant à ce jour afin de mieux évaluer l'importance du rôle conjoint que doivent servir la Stratégie québécoise sur les aires protégées et l'approche proposé à l'objectif 4 dans la

- protection de ces forêts. Ce bilan doit également comprendre un « calcul de possibilité » de vieilles forêts qui fournira une prévision à long terme des superficies maintenues en tout temps dans cette catégorie d'âge.
- 2) Il faut absolument justifier scientifiquement la cible proposée du maintien de 33% des forêts mûres et surannées et il est nécessaire d'évaluer la capacité de cette cible à réellement conserver la biodiversité.
 - 3) Il est urgent d'établir des objectifs de maintien de la productivité des sols en portant une attention particulière aux sites plus sensibles aux pratiques sylvicoles actuelles.
 - 4) Il serait plus facile d'atteindre des cibles de protection adéquates en augmentant considérablement l'emploi des pratiques sylvicoles inéquennes. Les pourcentages proposés pour les pratiques adaptées sont nettement insuffisants pour maintenir une proportion adéquate de forêts à structure irrégulière ou inéquenne sur le territoire.
 - 5) Il est important de maintenir tant dans les forêts où des pratiques adaptées seront utilisées que dans les territoires soumis à l'aménagement équienne, des attributs clés d'habitats (gros arbres vivants, arbres morts sur pied et au sol à divers stades de décomposition) propices au maintien de la diversité biologique associée aux forêts surmatures et vieilles. La présente proposition d'OPMV est trop peu explicite à cet égard. Le MRNFP doit faire des propositions beaucoup plus claires.
 - 6) Les OPMV doivent être analysés en fonction d'un cadre plus global d'aménagement du territoire forestier que ne le permet le cadre actuel des plans généraux d'aménagement forestier (PGAF).
 - 7) Des OPMV doivent également être incorporés aux plans spéciaux d'aménagement forestier des territoires ayant subi des perturbations récentes (feux, épidémies d'insectes).
 - 8) Il serait souhaitable de démontrer plus de flexibilité dans les approches proposées pour atteindre les objectifs de protection. Un cadre moins normatif accélérerait les innovations en matière d'aménagement forestier.
 - 9) Il faut inclure à l'OPMV 5 la question des effets du développement du réseau routier sur la diversité biologique.

Littérature citée

Bélanger, N., Paré, D., Yamasaki, S. H. 2003. The soil acid-base status of boreal black spruce stands after whole-tree and stem-only harvesting Can. J. For. Res. 33: 1874-1879.

- Belleau, A. 2001. L'impact de divers traitements de débris ligneux sur les sols de peuplements de tremble. Mémoire. M.Sc. biologiques, UQAT.
- Bergeron, Y., B. Harvey, A. Leduc, S. Gauthier. 1999. Forest management guidelines based on natural disturbance dynamics: Stand- and forest-level considerations. *The Forestry Chronicle* 75: 49-54.
- Bergeron, Y., S. Gauthier, V. Kafka, P. Lefort, D. Lesieur. 2001. Natural fire frequency for the eastern Canadian boreal forest: consequences for sustainable forestry. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 384-391.
- Bergeron, Y., A. Leduc, B. Harvey, S. Gauthier. 2002. Natural fire regime: a guide for sustainable management of the Canadian boreal forest. *Silva Fennica* 36: 81-95.
- Brais, S., Sadi, F. Bergeron, Y. Coarse woody debris dynamics in a post-fire jack pine chronosequence and their relation with site productivity. *For. Ecol. Manage.* (Sept 2003).
- Brais, S. 2001. Persistence of soil compaction and effects on seedling growth in northwestern Quebec. *SSSA Journal* 65 : 1263-1271.
- Comité de rétablissement du pygargue à tête blanche au Québec. 2002. Plan de rétablissement du pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) au Québec. Société de la faune et des parcs du Québec, Québec. 43 p.
- Drapeau, P. 2001. Les brûlis récents, la récupération des arbres morts et leurs conséquences sur la biodiversité. Pp 83-98 in N. Perron et M. Plante et C. Dusseault, éditeurs. Actes du 2^{ième} Forum Forêt Faune 1999. Conférence et table ronde sur l'intégration des activités forestières et fauniques. Université du Québec à Chicoutimi.
- Drapeau, P., A. Nappi, J.-F. Giroux, A. Leduc, J.-P. Savard. 2002. Distribution patterns of birds associated with coarse woody debris in natural and managed eastern boreal forests. Pp. 193-205. *In* B. Laudenslayer, W. F. Laudenslayer, Jr., P. J. Shea, B. E. Valentine, C. P. Weatherspoon, and T. E. Lisle (Technical Coordinators). *Ecology and Management of Dead Wood in Western forests*. USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR 181. USDA Forest Service Pacific Southwest.
- Drapeau, P., Leduc, A, Bergeron, Y., Gauthier, S., Savard, J.-P. 2003. Les communautés d'oiseaux des vieilles forêts de la pessière à mousses de la ceinture d'argile: Problèmes et solutions face à l'aménagement forestier. *Forestry Chronicle* 79: 531-540.
- Gauthier, S., Nguyen, T., Bergeron, Y., Leduc, A., Drapeau, P, Grondin, P. Sous presse. Developing forest management strategies based on fire regimes in northwestern Quebec, Canada. Chapter 18, in Perera, A.H., Buse, L.J., and Weber, M. G. (éditeurs) *Emulating natural forest landscape disturbances: Concepts and Applications*. Columbia University Press New York, NY.
- GREFi - Chaire AFD. 2000. En quoi le nouveau régime forestier permet-il d'assurer l'intégrité et la diversité des écosystèmes forestiers. Mémoire du Groupe de recherche en écologie forestière interuniversitaire (GREFi) et de la Chaire

- Industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en aménagement forestier durable (Chaire AFD). Présenté à la Commission de l'économie et du travail, dans le cadre de la consultation générale sur le projet de loi n 0 136 (*Loi modifiant la Loi sur les forêts et d'autres dispositions législatives*).16 pages.
- Kneeshaw, D.D. Gauthier, S. 2003. Old-growth in the boreal forest at stand and landscape levels. *Environmental Reviews* 11: s99-s114.
- Leduc, A., Y. Bergeron, P. Drapeau, B. Harvey, S. Gauthier. 2000. Le régime naturel des incendies forestiers : un guide pour l'aménagement durable en forêt boréale. *L'Aubelle* numéro 135, novembre – décembre 2000.
- Leduc, A., Bergeron, Y. Brais, S. Yamasaki, S.H. 2003. The application of large scale survey data to the diagnosis of post-harvest regeneration. Final report to the Sustainable forest management NCE. 10, p.
- Leduc, A., Nguyen-Xuan, T., Bergeron, Y., Harvey, B., Gauthier, S., P. Drapeau. 2002. L'aménagement par cohorte: de la rhétorique à la pratique. Chaire industrielle CRSNG UQAT-UQAM-AFD. Fiche technique 3.
- Li, H., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Spies, T.A. 1993. Developing alternative forest cutting patterns: a simulation approach. *Land. Ecol.* 8: 63-75.
- Marshall, V.G. 2000. Impacts of forest harvesting on biological processes in northern forest soils. *For. Ecol. Manage.* 133: 43-60.
- McNabb, D.H., Startsev, A.D., Nguyen, H. 2001. Soil wetness and traffic level effects on bulk density and air-filled porosity of compacted boreal forest soils. *SSSA Journal* :65: 1027-1350.
- Nappi, A., P. Drapeau and J.-P. Savard. Sous presse. Salvage logging after wildfire in the boreal forest: is it becoming a hot issue for wildlife? *Forestry Chronicle*.
- Nguyen-Xuan, T. 2002a. Développement d'une stratégie d'aménagement forestier s'inspirant de la dynamique des perturbations naturelles pour la région Nord de l'Abitibi. Octobre. Rapport présenté au ministère des ressources naturelles du Québec. 36 pages.
- Nguyen-Xuan, T. 2002b. Classification des peuplements forestiers de la pessière à mousse du Nord de l'Abitibi selon leur structure interne. Rapport présenté au ministère des ressources naturelles du Québec. 24 pages
- Paré, D., Rochon, P. Brais, S. 2002. Assessing the geochemical balance of managed boreal forests. *Ecological Indicators* 1 : 293-311.
- Purdon, M., J. Noël , J. A. Nappi, P. Drapeau, B. Harvey, S. Brais, Y. Bergeron, S. Gauthier et D. Greene. 2002. L'impact des coupes de récupération après feu en forêt boréale: leçons d'Abitibi. Chaire industrielle CRSNG UQAT-UQAM . Note de recherche de transfert de connaissances scientifiques produite par la Chaire industrielle CRSNG UQAT-UQAM.
- SSSA Statement on soil quality : *Agronomy News*, June 1995, P. 7.

- St-Germain, M., P. Drapeau and C. Hébert. sous presse. Habitat use of pyrophilous coleoptera in recently burned black spruce forest of Central Quebec. *Biological Conservation*.
- Similä, M., Kkouki, J., Martikkainen, P. 2003. Saproxylic beetles in managed and seminatural Scots pine forests : quality of dead wood matters. *For. Ecol. Manage.* 174 :365-381.
- Van Wagner, C.E. 1978. Age-class distribution and the forest fire cycle. *Can. J. For. Res.* 8:220-227