



Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré de 2018-2023

Cahier 2.1

Enjeux liés à la structure d'âge des forêts

**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec





Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré de 2018-2023

Cahier 2.1

Enjeux liés à la structure d'âge des forêts



Coordination

Marie-Andrée Vaillancourt, biol., M. Sc., Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers

Rédaction

Marie-Andrée Vaillancourt, biol., M. Sc. et Jérôme Rioux, ing.f., M. Sc., Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, Mathieu Bouchard, ing.f., Ph. D., Direction de la recherche forestière, Jean-Pierre Jetté, ing.f. et Marc Leblanc, ing.f., M. Sc., Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, Stéphane Déry, biol., M. Sc., Direction de la gestion de la faune de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches

Collaboration

Annie Belleau, Yan Boucher, Frédéric Bujold, Sylvie Delisle, Pamela Garcia Cournoyer, Jérôme Garet, Lyne Giasson et Héloïse Rheault

Remerciements

Isabelle Auger, Langis Beaulieu, Pierre Beaupré, Marie-Josée Blais, Jacques Blouin, Michel Boisvert, Marie-Hélène Bouchard, Christine Casabon, Lévis Côté, Martin Côté, Sylvie Côté, Steeve Coulombe, Pierre-Luc Couillard, Louis De Grandpré, Mathieu Gingras, Pierre Grondin, François Guillemette, Jason Laflamme, Vincent Laflèche, Catherine Larouche, Nathalie Laurencelle, Luc Lavallée, Sonia Légaré, Isabelle Legault, Annie Malenfant, Vincent McCullough, Louis Ménard, Frank Muessenberger, Jean Noël, Josée Pâquet, Daniel Pin, Véronique Poirier, Louis Prévost, Antoine Richard, Guillaume Robert, Alain Schreiber, Lucie Thibodeau et Daniel Villemure

Photos

Renaud Dostie, Jacques Duval et Sébastien Méthot

Production

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, Québec, mai 2016

Pour plus de renseignements

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers
5700, 4^e Avenue Ouest
Québec (Québec) G1H 6R1
Téléphone : 418 627-8650
Télécopieur : 418 643-2368
Courriel : daef@mffp.gouv.qc.ca
DAEF-0365

Cette publication, conçue pour une impression recto verso, est offerte en ligne à l'adresse suivante : https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/amenagement/Cahier_2-1_structure_age.pdf

Référence : Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (2016). *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré de 2018-2023, Cahier 2.1 – Enjeux liés à la structure d'âge des forêts*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 67 p.

Mots clés : aménagement écosystémique, biodiversité, enjeu écologique, forêt, ligne directrice, planification, Québec, recommandation, structure d'âge, vieille forêt, régénération

Keywords: age-class structure, biodiversity, ecological issue, ecosystem-based management, forest, guideline, planning, Quebec, old-growth forest, recommendation, regeneration

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2018

ISBN 978-2-550-82701-6

© Gouvernement du Québec, 2016

NOTE AU LECTEUR

La Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (RLRQ, chapitre A-18.1) accorde une place importante à l'aménagement écosystémique en tant qu'outil privilégié pour mettre en œuvre l'aménagement durable des forêts (article 1).

Pour consolider l'aménagement écosystémique dans les pratiques forestières, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) a produit la publication *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré de 2018-2023*. Cette publication, constituée de plusieurs cahiers, s'adresse aux aménagistes chargés de la préparation des plans d'aménagement forestier intégré (PAFI) de même qu'aux personnes et aux différents groupes intéressés par l'aménagement forestier. Chaque cahier renferme l'information nécessaire à l'analyse de l'un des enjeux écologiques retenus par le Ministère et à l'élaboration de solutions pour y répondre. La publication s'organise comme ceci :

- Cahier 1.0** Concepts généraux liés à l'aménagement écosystémique des forêts
- Cahier 2.1** Enjeux liés à la structure d'âge des forêts
- Cahiers 3.1** Enjeux liés à l'organisation spatiale des forêts dans la pessière à mousses
- Cahiers 3.2** Enjeux liés à l'organisation spatiale des forêts dans la sapinière
- Cahier 3.3** Enjeux liés à l'organisation spatiale des forêts dans l'érablière
- Cahier 4.1** Enjeux liés à la composition végétale
- Cahier 5.1** Enjeux liés aux attributs de structure interne des peuplements et au bois mort
- Cahier 6.1** Enjeux liés aux milieux riverains
- Cahier 6.2** Enjeux liés aux milieux humides
- Cahier 7.1** Enjeux liés aux espèces menacées ou vulnérables
- Cahier 7.2** Enjeux liés aux espèces sensibles à l'aménagement

Ces différents cahiers présentent les orientations ministérielles destinées à guider le travail des aménagistes dans la préparation des PAFI. Ces orientations concernent à la fois le processus d'analyse des enjeux, la détermination des objectifs et des cibles ainsi que le choix des solutions à adopter. Trois types d'approches ont été retenus par le MFFP pour mettre ces orientations en œuvre. Selon les enjeux, une ou plusieurs de ces approches seront appliquées.

Les dispositions légales. Elles prescrivent ou interdisent certaines pratiques forestières. Leur **application est obligatoire** et ne comporte **pas de marge de manœuvre**.

Les lignes directrices. Elles précisent les orientations que le MFFP entend mettre de l'avant dans la réponse aux enjeux écologiques. Leur **application est obligatoire**, mais les praticiens disposent d'une **certaine marge de manœuvre** pour en adapter les modalités à la réalité locale lorsque cela s'avère nécessaire.

Les recommandations sur l'aménagement. Elles constituent des **suggestions de bonnes pratiques** dont l'application n'est pas obligatoire.

Le présent cahier contient des orientations concernant les lignes directrices et les recommandations sur l'aménagement (annexe A).



AVANT-PROPOS

Amélioration de l'approche sur les enjeux liés à la structure d'âge des forêts

Après avoir mis en œuvre les orientations d'aménagement sur la structure d'âge des forêts inscrites dans les PAFI de 2013-2018 (Jetté et autres, 2013a et 2013b), le MFFP s'est engagé dans un processus de gestion adaptative et a mis sur pied un groupe de travail pour améliorer l'approche sur les enjeux liés à la structure d'âge des forêts. Le mandat du groupe avait pour but d'affiner l'arrimage entre les différents niveaux de planification et le calcul des possibilités forestières et de continuer à développer l'analyse des enjeux écologiques. Les travaux visaient deux grands objectifs. Le premier consistait à étendre la réflexion et les analyses sur la complexité structurale des strates feuillues inéquiennes à l'ensemble des peuplements suivis selon le critère de la surface terrière dans les modèles du Bureau du forestier en chef. Cela a permis d'intégrer, en partie, cet enjeu à celui de la structure d'âge. Le second objectif consistait à analyser la possibilité d'intégrer d'autres attributs clés des vieilles forêts aux outils stratégiques et tactiques pour conserver la diversité des vieilles forêts suivies selon le critère de l'âge dans les modèles du Bureau du forestier en chef. Le présent document perfectionne l'approche déployée au cours de la période 2013-2018 en intégrant les principales recommandations du groupe de travail.

La structure d'âge des forêts dans un contexte de changements climatiques

Le Ministère a récemment entrepris une réflexion sur la lutte et l'adaptation aux changements climatiques en aménagement forestier. Cette réflexion devrait conduire à modifier progressivement et à enrichir l'approche d'aménagement écosystémique actuelle, de manière à renforcer la résilience des forêts et à gérer les transitions écologiques qui pourraient se produire. À la lumière de la réflexion sur les orientations relatives aux enjeux liés à la structure d'âge des forêts, il appert que les cibles actuelles demeurent pertinentes malgré les changements anticipés au cours des prochaines décennies, parmi lesquels le risque accru de feux dans la forêt boréale (Boulanger et autres, 2013). Étant donné que les états de référence qui permettent d'établir les cibles de structure d'âge se réfèrent à une période durant laquelle les feux étaient plus fréquents qu'aujourd'hui, le maintien à court terme des cibles établies à l'aide de cette référence ne risque pas de créer des conditions inatteignables si la fréquence des feux augmente. De plus, une réduction des cibles conduirait à une accélération de la raréfaction des vieux peuplements alors que ceux-ci jouent un rôle important dans le maintien de certaines espèces associées aux vieilles forêts.

Lorsqu'il révisera ses orientations pour la prochaine génération de PAFI (2023-2028), le MFFP devra tenir compte des risques associés aux perturbations naturelles graves lors de la détermination des superficies de coupe totale associées au calcul des possibilités forestières en considérant le cycle de feu actuel et les projections. Ainsi, il sera possible de mieux évaluer les impacts des cibles de structure d'âge sur d'autres enjeux (ex. : l'approvisionnement en bois). Ces analyses et ces révisions devront s'inscrire dans une stratégie globale d'adaptation aux changements climatiques.

TABLE DES MATIÈRES

La structure d'âge des forêts en bref	1
Processus d'analyse et de détermination de solutions pour les enjeux liés à la structure d'âge des forêts	4
Chapitre 1 Analyse des enjeux	5
1.1 Concepts de base pour quantifier les enjeux	6
1.1.1 Description qualitative des stades de développement écologiques	6
1.1.2 Critères quantitatifs associés aux stades de développement écologiques	7
1.1.2.1 Sources de données	7
1.1.2.2 Critère d'âge	8
1.1.2.3 Critère de surface terrière	9
1.1.3 Échelle appropriée pour faire l'analyse d'écart	11
1.2 Analyse d'écart des stades Régénération et Vieux	13
1.2.1 Abondance des stades de développement écologiques dans la forêt actuelle	13
1.2.2 Abondance des stades de développement écologiques dans la forêt naturelle	14
1.2.2.1 Convertir l'information de base sur la forêt naturelle en stades de développement écologiques	14
1.2.2.2 Transfert d'échelle	15
1.2.3 Seuils d'altération	16
1.2.4 Degré d'altération actuel	17
1.2.5 Restauration de la structure d'âge des forêts	19
1.3 Analyses de représentativité des vieilles forêts	19
1.3.1 Sapinière à bouleau blanc et pessière à mousses	20
1.3.2 Sapinière à bouleau jaune et érablières	22
1.3.3 Composition et vulnérabilité	23
1.4 État des connaissances concernant l'utilisation du territoire	26
Chapitre 2 Solutions aux enjeux	27
2.1 Principaux axes de solutions à considérer	27
2.1.1 Forêts de conservation	27
2.1.2 Allongement de révolution ou de rotation (flots de vieillissement)	28
2.1.3 Traitements sylvicoles adaptés	29
2.2 Détermination des cibles de structure d'âge par UTA	31
2.2.1 Recueillir et analyser les informations de base	32
2.2.2 Établir les cibles initiales de structure d'âge	35
2.2.3 Évaluer les conséquences des cibles	37
2.2.4 Analyser, si nécessaire, les différentes options permettant de moduler l'atteinte des cibles de structure d'âge	39
2.2.5 Établir les cibles finales de structure d'âge	40
2.3 De la planification tactique à la planification opérationnelle	41
2.4 Élaboration des plans de restauration écologique	44

2.4.1 Objectifs d'aménagement dans un contexte de restauration	45
2.4.2 Considérations spatiales.....	46
2.4.3 Considérations économiques et financières.....	47
2.4.4 Planification de la restauration : synthèse	47
Annexe A Approches retenues pour répondre aux enjeux liés à la structure d'âge	49
Annexe B Actualisation de l'abondance des stades de développement Intermédiaire et Vieux lors d'analyses cartographiques	51
Annexe C Exemple d'un résultat standard R4.0/R40.0 contenant les résultats d'analyse d'écart et de cibles pour les enjeux liés à la structure d'âge des forêts	52
Annexe D Résumé des critères proposés pour évaluer les recommandations d'aménagement à appliquer selon les spécificités de l'unité d'aménagement	55
Annexe E Typologie de la persistance probable des vieux peuplements et des recrues proches face à l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette	56
Annexe F Solutions sylvicoles pour le maintien ou la restauration des vieux peuplements	58
Annexe G Exemples d'outils d'analyse facilitant l'établissement des cibles de structure d'âge par UTA.....	62
Bibliographie	65

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Description des stades de développement écologiques retenus	6
Tableau 2	Seuils d'âge correspondant aux stades de développement Régénération et Vieux.....	9
Tableau 3	Critères et seuils permettant de déterminer les stades Vieux (catégorie C) et Vieux à structure complexe (catégorie A) applicables aux strates d'aménagement suivies selon le critère de surface terrière	11
Tableau 4	Résumé des seuils d'altération proposés pour déterminer le degré d'altération des UTA ..	17
Tableau 5	État de situation actuel d'une unité d'aménagement par rapport à la cible ministérielle de structure d'âge des forêts	18
Tableau 6	Proportion de vieux peuplements selon les végétations potentielles dans une unité d'aménagement et degré d'altération établis en fonction de la quantité actuelle de vieux peuplements	21
Tableau 7	Exemples d'analyse permettant d'évaluer la représentativité des vieilles forêts selon les grands types de strates d'aménagement (peuplements suivis selon le critère d'âge et peuplements suivis selon le critère de surface terrière)	22
Tableau 8	Proportion de vieux peuplements selon leur composition dans la forêt actuelle, évaluée en fonction de la typologie de la persistance probable	24
Tableau 9	Évolution du degré d'altération pour le stade Vieux selon différents scénarios d'analyse ..	33
Tableau 10	Exemple de grille multicritère permettant de déterminer les degrés d'altération cible par UTA	36
Tableau 11	Marge de la récolte pour la coupe totale en fonction des degrés d'altération visés par UTA	42
Tableau 12	Calcul de la marge disponible pour la coupe totale par UTA dans les peuplements au stade Vieux en fonction des cibles pour la période à planifier	43
Tableau 13	Calcul des corrections à apporter en fonction du temps écoulé entre la photo-interprétation et 2018 pour le stade Vieux.....	51
Tableau 14	Exemple d'actualisation de l'abondance des stades de développement à partir d'une carte établie à l'aide de photographies aériennes prises en 2005 dans le domaine de la pessière à mousses.....	51
Tableau 15	Format exigé pour la structure du résultat standard R4.0/R.40.0 inclus dans les PAFI	52

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Répartition des peuplements suivis selon les critères d'âge et de surface terrière dans une portion d'unité d'aménagement	8
Figure 2	UTA délimitées dans une unité d'aménagement qui chevauche trois domaines bioclimatiques	12
Figure 3	Transfert de l'information sur l'abondance du stade Vieux dans la forêt naturelle des unités homogènes vers les UTA.....	16
Figure 4	Exemple illustrant le lien entre les seuils d'altération et les niveaux d'altération pour les stades de développement Régénération et Vieux.....	17
Figure 5	Abondance et degrés d'altération des différentes UTA en fonction des seuils d'altération du tableau 5 pour le stade Régénération (à gauche) et le stade Vieux (à droite)	18
Figure 6	Illustration de la persistance probable des peuplements (stade Vieux et recrues proches) sur une portion de territoire d'une unité d'aménagement.....	25
Figure 7	Démarche associée au processus d'optimisation proposé pour accompagner l'attribution des degrés d'altération par UTA dans une unité d'aménagement	32
Figure 8	Évolution de l'abondance du stade de vieux peuplement sur la portion de l'unité d'aménagement qui est suivie selon les critères : a) d'âge; b) de surface terrière, pour un scénario d'aménagement donné	38
Figure 9	Comparaison entre les degrés d'altération actuels et visés dans les différentes UTA pour le stade Vieux et délais attribués pour atteindre la cible	41
Figure 10	Structure d'âge de l'UTA 1 qui offre de bonnes options pour le maintien d'un degré d'altération faible.	62
Figure 11	Structure d'âge de l'UTA 2 qui présente peu d'options de restauration	63
Figure 12	Structure d'âge de l'UTA 3 qui présente de bonnes options de restauration.....	63

LA STRUCTURE D'ÂGE DES FORÊTS EN BREF

ANALYSE DES ENJEUX

Maintien ou restauration d'une structure d'âge des forêts proche de celle de la forêt naturelle

La structure d'âge des forêts se définit comme étant la proportion relative des peuplements appartenant à différentes classes d'âge, mesurée sur un territoire relativement vaste (de centaines ou de milliers de kilomètres carrés). Dans la forêt naturelle, la structure d'âge des forêts est essentiellement déterminée par les régimes de perturbations propres à chaque région. Celles où des perturbations graves¹ sont fréquentes contiennent généralement une plus faible proportion de vieilles forêts et une plus grande abondance de forêts en régénération par rapport à celles où ces perturbations sont peu fréquentes. Comme la proportion relative des différentes classes d'âge est une caractéristique des écosystèmes forestiers susceptible d'influencer grandement la biodiversité et les processus écologiques (ex. : le cycle du carbone), il est important d'en tenir compte lors de l'élaboration d'une stratégie d'aménagement forestier. C'est pourquoi les enjeux liés à la structure d'âge des forêts constituent un aspect fondamental d'une stratégie d'aménagement écosystémique.

Maintien ou restauration de la structure et de la composition des vieilles forêts représentatives de la forêt naturelle

Les vieilles forêts représentent le stade de développement le plus sujet à se raréfier dans un territoire sous aménagement. Dans la forêt naturelle, les vieilles forêts dominent généralement le paysage. Elles sont principalement composées d'essences de milieu ou de fin de succession, les essences non longévives associées au stade pionnier étant rarement dominantes à l'échelle du grand paysage. Les vieilles forêts sont également plus ou moins productives, dépendamment du site sur lequel elles sont établies. Cela fait en sorte que les caractéristiques de structure et la complexité qu'elles acquièrent au fil du temps vont varier (ex. : la densité d'arbres vivants et morts de gros diamètre). Les faibles taux de perturbation dans la forêt naturelle font également en sorte que la proportion des vieilles forêts fragmentées est relativement faible. Ces caractéristiques sont importantes pour le maintien ou le rétablissement des espèces et des processus écologiques qui y sont associés. Cela est particulièrement vrai dans un contexte où les vieilles forêts se sont raréfiées et où les choix de gestion peuvent, localement, perpétuer leur rareté.

1. Les perturbations graves sont des perturbations à la suite desquelles plus de 75 % du couvert forestier dominant est touché. Il peut s'agir de feux, d'épidémies d'insectes, de chablis ou encore de coupes dans une forêt aménagée.

ACTIONS POUR RÉPONDRE AUX ENJEUX

Maintenir ou restaurer la structure d'âge des forêts à des degrés d'altération faible ou moyen sur plus de 80 % de la superficie des unités d'aménagement

Pour aborder les enjeux liés à la structure d'âge des forêts, le MFFP procède en premier lieu à une analyse d'écart qui permet de déterminer un degré d'altération pour chacune des unités territoriales d'analyse (UTA) qui composent une unité d'aménagement selon deux stades de développement, le stade de forêt en régénération et celui de vieux peuplement. Le degré d'altération du stade le plus contraignant est retenu pour établir le degré d'altération final de l'UTA. À l'échelle de l'unité d'aménagement, on doit respecter la cible ministérielle suivante : **la somme de la superficie des UTA ayant un degré d'altération faible ou moyen doit représenter au moins 80 % du territoire de l'unité d'aménagement.**

Si la cible n'est pas atteinte, un plan de restauration de la structure d'âge doit être élaboré afin qu'elle le soit dans les plus brefs délais possibles. Les solutions potentielles pour atteindre les cibles de structure d'âge déterminées pour chacune des UTA comprennent les actions de conservation (tenir compte des territoires qui sont exclus de l'aménagement, mais qui contribuent à l'atteinte des cibles), et certaines actions de nature sylvicole, telles que le recours à des coupes partielles adaptées, qui permettent de préserver plusieurs attributs écologiques clés associés aux vieilles forêts.

Assurer le maintien des vieilles forêts sur les principales végétations potentielles du territoire

Dans les unités d'aménagement principalement situées dans les domaines bioclimatiques de la pessière à mousses et de la sapinière à bouleau blanc, le MFFP préconise une analyse d'écart selon les principales végétations potentielles afin d'évaluer si certains types de vieilles forêts se sont raréfiés. Si des écarts importants se maintiennent ou se créent sur l'horizon de planification lors de la modélisation de la stratégie d'aménagement, il est recommandé d'intégrer des cibles de vieilles forêts par végétation potentielle à la stratégie d'aménagement.

Assurer le maintien des vieilles forêts sur les strates résineuses et sur les strates feuillues et mixtes

Dans les unités d'aménagement principalement situées dans les domaines bioclimatiques de la sapinière à bouleau jaune et des érablières, le MFFP préconise une analyse d'écart selon les grands types de strates (strates résineuses : mode d'aménagement équienne; strates feuillues et mixtes : mode d'aménagement inéquienne) afin d'éviter une raréfaction des vieilles forêts résineuses. Si des écarts importants se maintiennent ou se créent sur l'horizon de planification lors de la modélisation de la stratégie d'aménagement sur l'une ou l'autre des strates, il est recommandé d'intégrer des cibles de vieilles forêts par types de strates à la stratégie d'aménagement.

ACTIONS POUR RÉPONDRE AUX ENJEUX (SUITE)

Assurer le maintien des vieilles forêts à structure complexe

Dans les unités d'aménagement principalement situées dans les domaines bioclimatiques de la sapinière à bouleau jaune et des érablières, le MFFP préconise un suivi des vieilles forêts à structure complexe à l'échelle de l'unité d'aménagement. Si elles sont très peu abondantes et que leur superficie demeure stable ou diminue sur l'horizon de planification lors de la modélisation de la stratégie d'aménagement, il est recommandé d'intégrer une cible de vieilles forêts à structure complexe à la stratégie d'aménagement.

PLANIFICATION DE LA STRUCTURE D'ÂGE DES FORÊTS

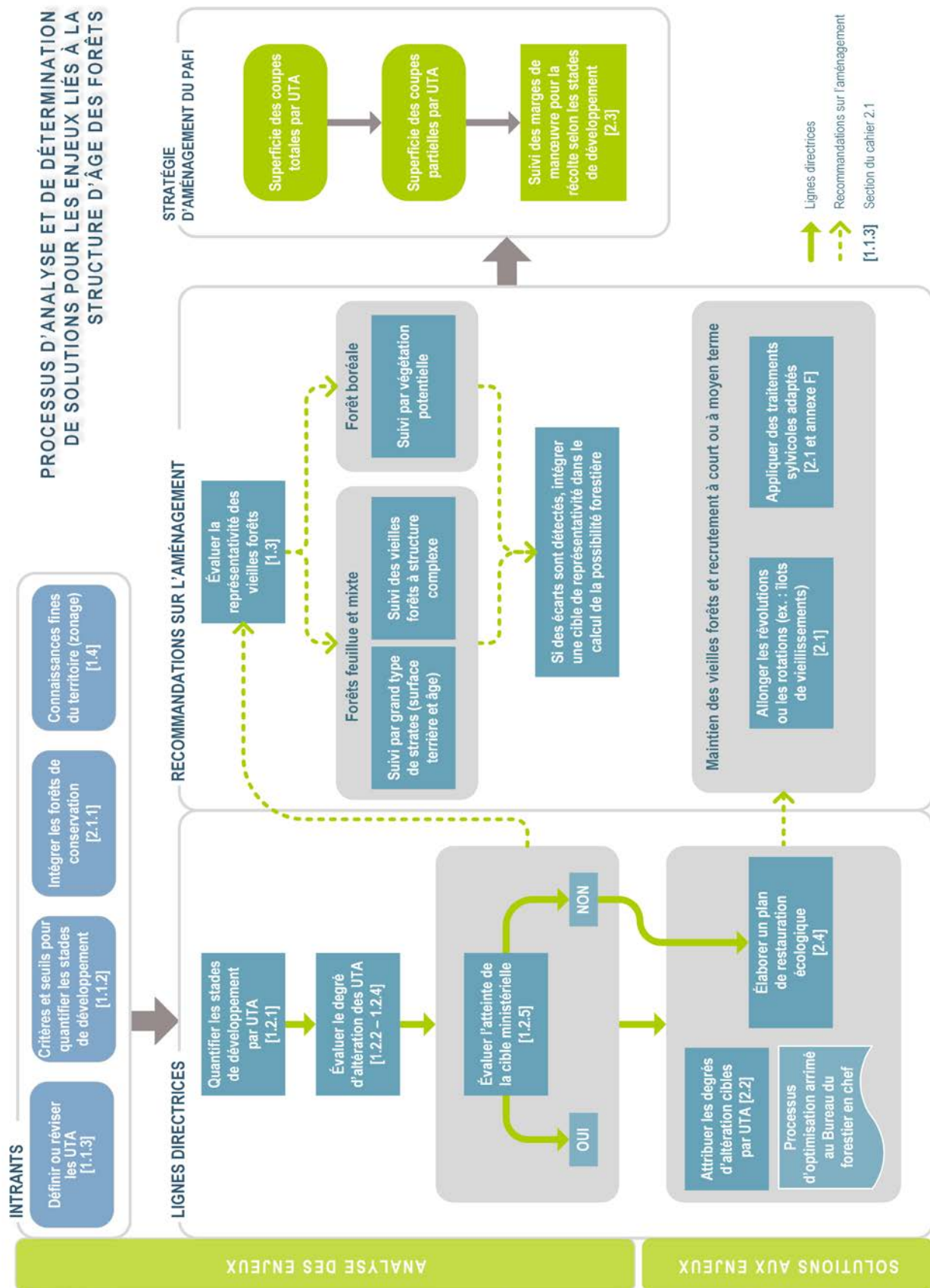
Les trois niveaux de planification pour aborder les enjeux liés à la structure d'âge

Les enjeux liés à la structure d'âge des forêts sont très importants dans le contexte de la forêt aménagée. Pour y répondre, le MFFP propose des lignes directrices et des recommandations sur l'aménagement qui s'appliquent à différents niveaux de planification.

Niveau stratégique : Après avoir mené des analyses pour déterminer l'ensemble des enjeux liés à la structure d'âge, les aménagistes intègrent les cibles de structure d'âge et les délais de restauration, le cas échéant, par UTA, dans le calcul des possibilités forestières. Les cibles stratégiques de structure d'âge des forêts représentent le premier niveau de planification de la structure d'âge (niveau stratégique). Ces cibles doivent être déterminées de façon rigoureuse, par une analyse fine du territoire, de son utilisation, de sa composition ainsi que des options sylvicoles possibles pour réduire l'écart entre la forêt naturelle et la forêt aménagée.

Niveau tactique : La planification stratégique dicte la marge de manœuvre à respecter lors de la répartition des aires de coupe dans chacune des UTA de l'unité d'aménagement. Cette étape représente le second niveau de la planification qui assurera l'atteinte des cibles.

Niveau opérationnel : En accord avec les lignes directrices tactiques et opérationnelles sur l'organisation spatiale des forêts (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2015a; Seto et autres, 2012a; Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, a), les aménagistes préparent l'application des solutions sylvicoles retenues pour maintenir les principaux attributs associés aux vieilles forêts. Il s'agit surtout ici de bien choisir les peuplements dont la révolution ou la rotation sera allongée et d'établir les prescriptions sylvicoles associées aux vieilles forêts que l'on souhaite maintenir ou recruter au moyen de traitements appropriés (Ministère des Ressources naturelles, 2013a)



CHAPITRE 1

ANALYSE DES ENJEUX

Ce chapitre présente les concepts qui permettent de quantifier les enjeux liés à la structure d'âge des forêts (section 1.1), les analyses d'écart entre les stades de développement de la forêt naturelle et de la forêt actuelle (section 1.2) et les analyses sur la représentativité des vieilles forêts (section 1.3).

Ces analyses s'inscrivent dans le contexte de l'activité 2.2 du *Manuel de planification forestière 2018-2023* (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2015b). Les résultats serviront d'intrants lors de l'activité 6 du *Manuel de planification forestière 2018-2023* pour définir les cibles d'aménagement écosystémique. La démarche pour établir les cibles est présentée dans le chapitre 2 où se trouvent également les solutions.



LIEN ENTRE LES ENJEUX ÉCOLOGIQUES

Les analyses présentées dans ce cahier constituent une première étape du processus d'analyse des enjeux écologiques. À ce stade, l'analyse portant sur la composition ou la structure interne des peuplements ou sur le bois mort n'est pas pleinement intégrée, particulièrement pour les forêts boréales où les vieux peuplements sont simplement identifiés en fonction du temps écoulé depuis une perturbation d'origine. Ces enjeux écologiques importants seront traités séparément dans leur cahier respectif. La démarche proposée ici permet toutefois de mettre la table en vue d'une analyse plus approfondie de certains autres enjeux. Quant aux solutions, elles doivent viser l'intégration et la synergie des actions mises en œuvre pour répondre le plus efficacement possible à l'ensemble des enjeux d'un territoire.

1.1 Concepts de base pour quantifier les enjeux

1.1.1 Description qualitative des stades de développement écologiques

Afin de décrire et d'analyser la structure d'âge des forêts sur un territoire, le MFFP propose trois stades de développement des peuplements. Les critères et les seuils retenus pour définir ces stades sont cruciaux du point de vue des besoins de diverses communautés biologiques. Ils constituent avant tout un outil permettant de gérer la biodiversité, et leur définition ne repose pas exclusivement sur des variables dendrométriques comme l'âge d'exploitabilité ou l'âge d'entrée en sénescence.

Les trois stades de développement écologiques retenus par le MFFP sont le stade Régénération, le stade Intermédiaire et le stade Vieux¹ (Boucher et autres, 2011). Une description qualitative de ces stades est présentée dans le tableau 1.

Tableau 1 Description des stades de développement écologiques retenus

Stade de développement écologique	Valeur indicatrice
Régénération	L'abondance du stade Régénération est un indicateur des superficies récemment perturbées. Dans des conditions naturelles, l'abondance de peuplements en régénération est déterminée par des perturbations comme les feux, les épidémies d'insectes et les chablis graves. Dans la forêt aménagée, la superficie de coupe totale (ex. : la coupe avec protection de la régénération et des sols [CPRS]) devient un élément déterminant pour l'abondance de ce stade. Du point de vue de la diversité biologique, le stade Régénération est généralement associé à des espèces pionnières.
Intermédiaire	Ce stade est associé à un couvert forestier ayant atteint une certaine hauteur. Il est important du point de vue des préoccupations sociales et pour certaines espèces fauniques ou floristiques. Il comprend le stade de peuplement mature, dont les caractéristiques permettent l'exploitation commerciale, sans toutefois que celles associées au stade Vieux soient acquises. Certains peuplements matures peuvent donc être considérés comme des recrues potentielles de vieux peuplements.
Vieux	Un peuplement atteint le stade Vieux lorsqu'il commence à acquérir certaines caractéristiques comme une structure verticale diversifiée, des arbres vivants de grande taille et du bois mort de forte dimension à divers degrés de décomposition. On tient pour acquis que ces caractéristiques commencent à être atteintes un certain temps après une perturbation grave. Dans ce stade, on trouve de très vieux peuplements qui possèdent des caractéristiques distinctes de ceux qui viennent d'atteindre ce stade.

1. À ne pas confondre avec les stades de développement d'un peuplement régulier, utilisés par les sylviculteurs : stade de semis, stade de gaulis, stade de perchis et stade de futaie. Dans le présent document, les stades de développement sont définis en tant qu'indicateurs de conditions d'habitats pour la gestion de la biodiversité.

1.1.2 Critères quantitatifs associés aux stades de développement écologiques

Afin de cerner les enjeux liés à la structure d'âge des forêts, deux indicateurs quantitatifs ont été retenus, soit l'abondance du stade de développement Régénération et du stade Vieux. Une analyse d'écart pour chacun de ces stades permettra de cerner les problèmes les plus susceptibles de se produire dans un contexte d'aménagement forestier.

1.1.2.1 Sources de données

Les critères quantitatifs permettant de déterminer les stades de développement doivent être définis pour faciliter, d'une part, la comparaison entre la structure d'âge actuelle et la structure d'âge telle qu'elle est définie dans le *Registre des états de référence* (Boucher et autres, 2011) et, d'autre part, l'arrimage avec les autres outils de gestion, à savoir le calcul des possibilités forestières.

Dans cette optique, le MFFP préconise l'utilisation des données fournies par le Bureau du forestier en chef pour quantifier l'état actuel des stades de développement. Ce choix simplifiera la réalisation des étapes subséquentes nécessaires à l'établissement des cibles de structure d'âge (voir le chapitre 2). Le MFFP est conscient que les états de situation de la structure d'âge issus de compilations de données dendrométriques peuvent être, à certains égards, moins précis que les états de situation qui sont faits à l'aide de l'âge cartographique ou des données dendrométriques fournies par la Direction des inventaires forestiers. Il est donc recommandé de produire, en complément, un état de situation à partir des données cartographiques ou dendrométriques originales afin de quantifier et de justifier les écarts entre les deux sources de données, le cas échéant (voir l'annexe B pour une méthode d'actualisation des données cartographiques).

La nature des données dendrométriques utilisées par le Bureau du forestier en chef va varier selon les modèles utilisés pour faire évoluer les strates d'aménagement sur l'horizon de planification (Poulin, 2013). Ainsi, pour les peuplements typiquement associés à la forêt boréale, et dont le mode d'aménagement est principalement un régime sylvicole équiennien, le modèle de croissance utilisé est NATURA. Celui-ci projette l'âge dendrométrique (ou âge sondé) des peuplements. Dans le cas des peuplements de feuillus tolérants et de certains peuplements résineux ou mixtes tels que les sapinières à bouleau jaune, les cédrières et les pinèdes blanches, dont le mode d'aménagement est principalement un régime sylvicole inéquiennien, on utilise le modèle de croissance ARTÉMIS. Celui-ci permet de faire évoluer la croissance des tiges et projette la surface terrière des peuplements. Dans ce cas, le stade Vieux, défini à l'aide des critères de surface terrière, permet de traduire d'autres caractéristiques typiques des vieilles forêts telles que leur composition et leur structure.

Pour bien arrimer l'approche avec les outils du Bureau du forestier en chef, notamment lors de l'évaluation des possibilités forestières, les critères utilisés pour déterminer le stade Vieux seront fondés sur l'âge ou sur la surface terrière, selon le modèle utilisé pour faire évoluer les strates d'aménagement concernées (figure 1).

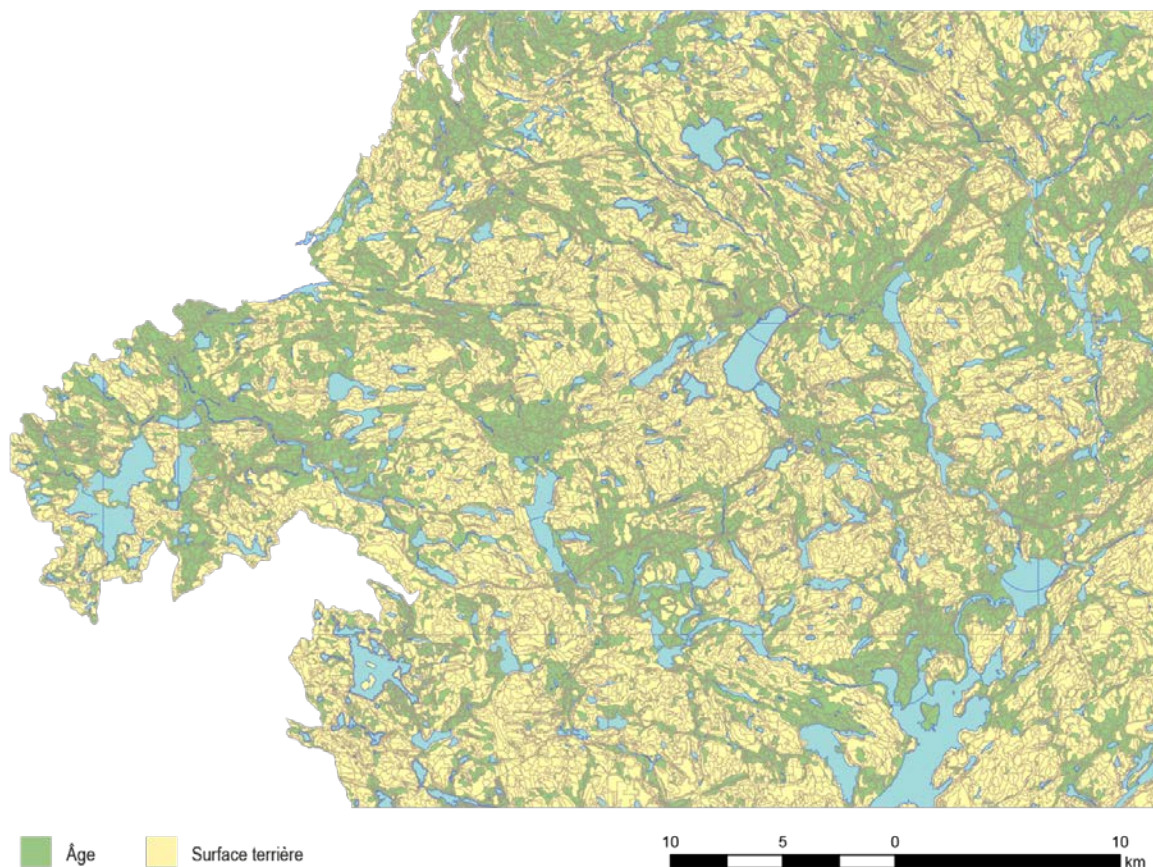


Figure 1 Répartition des peuplements suivis selon les critères d'âge et de surface terrière dans une portion d'unité d'aménagement

1.1.2.2 Critère d'âge

Le tableau 2 présente les seuils d'âge qui permettent de distinguer les stades de développement Régénération et Vieux en fonction des unités homogènes de végétation¹. Ces seuils d'âge ont été déterminés en se basant sur les meilleures connaissances scientifiques disponibles, en tenant compte de la composition forestière dominante et en considérant qu'en général la croissance est plus rapide dans le sud pour une essence donnée. Ces seuils d'âge, bien que relativement simples, sont jugés suffisants pour cerner les principaux enjeux liés à la structure d'âge à l'échelle d'une unité d'aménagement.

On considère que le stade Vieux est atteint lorsque la mortalité dans le peuplement commence à toucher la cohorte dominante apparue après la dernière perturbation grave (Kneeshaw et Gauthier, 2003; Centre d'étude de la forêt, 2008; Le Goff et autres, 2010). L'acquisition de certains attributs importants des vieux peuplements – comme la présence de gros arbres morts qui ont atteint différents stades de décomposition ou une structure verticale et horizontale diversifiée – se fera graduellement au cours des années ou des décennies qui suivront la rupture initiale du

1. Les unités homogènes de végétation (UHV) correspondent généralement aux domaines bioclimatiques. Lorsque ce n'est pas le cas, la classification des UHV a préséance sur le domaine bioclimatique pour la quantification des stades de développement.

couvert dominant (Oliver et Larson, 1996; Bergeron et autres, 1999; Franklin et autres, 2002). Ces attributs représentent un habitat important pour plusieurs espèces spécialisées.

L'acquisition des différents attributs associés aux vieilles forêts se fera plus ou moins rapidement selon les essences qui dominent le peuplement et selon la fertilité de la station (Harper et autres, 2005), les conditions climatiques (Uhlir et autres, 2003) ou, encore, la fréquence des perturbations naturelles partielles propres aux différentes régions. Par exemple, l'occurrence d'une épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette qui crée une mortalité partielle dans le couvert dominant pourrait accélérer l'acquisition d'attributs associés aux vieilles forêts (Tremblay et autres, 2007). Il est entendu qu'à l'échelle des peuplements il y aura des variations dans l'atteinte des caractéristiques souhaitées; certains les atteindront avant les seuils proposés, d'autres, après.

Les critères et les seuils proposés pour définir les stades de développement Régénération et Vieux serviront à établir des cibles stratégiques et tactiques de structure d'âge. L'objectif de ces cibles est de fournir la marge de manœuvre adéquate pour planifier l'ensemble des actions sylvicoles requises pour minimiser les écarts détectés.

Tableau 2 Seuils d'âge correspondant aux stades de développement Régénération et Vieux

Domaine bioclimatique/Unité homogène de végétation ^a	Régénération ^b	Vieux ^c
Pessière à mousses/REE – ROE	≤ 20 ans	≥ 101 ans
Sapinière à bouleau blanc/MOB – MES	≤ 15 ans	≥ 81 ans
Sapinière à bouleau jaune/MOJ – MEJ	≤ 15 ans	≥ 81 ans
Érablière à bouleau jaune/FOT-FOC-FOJ	≤ 10 ans	≥ 101 ans

- a. Les unités homogènes de végétation sont décrites dans le document de Boucher et autres (2011). S'il y a un manque de concordance entre le domaine bioclimatique et l'unité homogène de végétation, cette dernière a priorité.
- b. Pour le stade Régénération, l'abondance actuelle est calculée en fonction de la date de perturbation d'origine et non de l'âge. Elle s'applique à toutes les strates d'aménagement (âge et surface terrière).
- c. Pour les unités homogènes de végétation correspondant à la sapinière à bouleau jaune et à l'érablière à bouleau jaune, les seuils concernent les strates d'aménagement qui sont suivies selon le critère d'âge. Les seuils qui s'appliquent aux strates d'aménagement qui sont suivies selon le critère de la surface terrière sont présentés dans tableau 3 (catégorie C) de la section 1.1.2.3.

1.1.2.3 Critère de surface terrière

Dans des peuplements situés dans les domaines de l'érablière et dans certaines portions de la sapinière à bouleau jaune, l'âge n'est pas forcément le meilleur indicateur pour déterminer le stade Vieux, principalement en raison des interventions passées qui ont altéré la composition et

la structure interne des peuplements. De plus, tel qu'il est mentionné à la section 1.1.2.1, pour une portion importante de ces territoires, c'est la surface terrière qui est projetée dans les modèles de croissance du Bureau du forestier en chef et utilisée comme critère de déclenchement des traitements sylvicoles lors du calcul des possibilités forestières.

Afin d'identifier les vieux peuplements selon les critères fournis par la surface terrière, on a utilisé une typologie qui intègre les paramètres descriptifs les plus pertinents pour évaluer la complexité structurale des peuplements. Cette typologie découle des travaux de Guillemette et McCullough (2011) mis à jour et adaptés par le groupe de travail sur l'amélioration des enjeux liés à la structure d'âge des forêts¹.

Les catégories retenues pour aborder l'enjeu de la structure d'âge des strates suivies selon le critère de la surface terrière sont décrites ci-dessous.

Le tableau 3 présente les critères et les seuils retenus pour définir les vieux peuplements ainsi que les vieux peuplements à structure complexe pour l'ensemble des familles de stations forestières concernées. Il est à noter que les valeurs seuils qui correspondent aux recrues des vieux peuplements à structure complexe (catégorie B) représentent 75 % de la valeur des seuils

CATÉGORIES DE VIEUX PEUPELEMENTS

A) Vieux peuplements à structure complexe

Peuplements qui répondent aux seuils déterminés pour qualifier les vieilles forêts selon les trois critères retenus, soit la surface terrière totale, la surface terrière des essences longévives et la surface terrière des gros bois d'essences longévives. Ils appartiennent au stade évolutif facies ou stable, de par leur structure et leur composition forestière.

B) Recrues potentielles de vieux peuplements à structure complexe

Peuplements qui ont aussi une structure complexe, mais présentent une surface terrière jusqu'à 25 % inférieure au seuil minimal de la catégorie A pour au moins un des trois critères (adapté de Ontario Ministry of Natural Resources, 2004). Les caractéristiques de ces peuplements, qui appartiennent au stade évolutif de facies ou stable, se rapprochent de celles de la catégorie A. Toutefois, les peuplements de la catégorie B ne sont pas nécessairement vieux, mais ils possèdent les caractéristiques pour passer rapidement à la catégorie C ou A.

C) Vieux peuplements

Peuplements dont la surface terrière totale et la surface terrière des gros bois d'essences longévives rencontrent les seuils du stade Vieux. Par conséquent, ces peuplements sont caractérisés par une structure diamétrale assez complexe. La principale distinction avec les peuplements de catégorie A repose sur une composition forestière en essences longévives qui pourrait s'écarter à plus de 25 % des seuils pour le A.

1. Le détail des travaux et des analyses menés par le groupe de travail sera consigné dans un rapport technique.

de la catégorie A. De plus, les valeurs seuil associées au gros bois d'essences longévives ne sont pas intégrées aux modèles utilisés pour le calcul des possibilités forestières. Elles sont donc présentées à titre indicatif.

Les peuplements ayant atteint le stade Vieux (catégorie C) seront considérés dans l'analyse qui servira à déterminer le degré d'altération de la structure d'âge pour chacune des UTA¹. Quant aux peuplements ayant atteint le stade Vieux à structure complexe (catégorie A), ils feront l'objet d'une analyse complémentaire (voir la section 1.3.1)².

Tableau 3 Critères et seuils permettant de déterminer les stades Vieux (catégorie C) et Vieux à structure complexe (catégorie A) applicables aux strates d'aménagement suivies selon le critère de surface terrière

Famille de stations ^a	Végétation potentielle ^b	Domaine bioclimatique/ Unité homogène de végétation	Surface terrière (m ² /ha) des vieux peuplements à structure complexe (catégorie A)		
			Vieux peuplement (catégorie C)		Essences longévives ^d
			Totale	Gros bois d'essences longévives de diamètre ≥ 40 cm ^c	
Chêne rouge	FC1, FE5 et FE6	Tous	22	3	22
Érable à sucre	FE2, FE3 et FE4	Érablières/ FOT-FOC-FOJ	26	10	25
Érable à sucre	FE3 et FE4	Sapinières/ MOB-MES-MOJ-MEJ	25	9	23
Bouleau jaune	MJ1, MJ2 et MS1	Tous	23	6	15
Pins et pruche	RP1 et RT1	Tous	30	12	29
Thuya	RS1 et RC3	Tous	29	7	25

a. Regroupement de stations forestières dont la sylviculture est semblable sous l'angle des essences à promouvoir et de la végétation concurrente. Elles sont subdivisées en groupe de stations qui font ressortir des potentiels et certaines contraintes particulières. Chaque famille de stations est associée à un arbre de décision dans le tome 3 du *Guide sylvicole du Québec*.

b. Chênaie rouge (FC1), érablière à ostryer (FE5), érablière à chêne rouge (FE6), érablière à tilleul (FE2), érablière à bouleau jaune (FE3), érablière à bouleau jaune et hêtre (FE4), bétulaie jaune à sapin et à érable à sucre (MJ1), bétulaie jaune à sapin (MJ2), sapinière à bouleau jaune (MS1), pinède blanche ou rouge (RP1), prucheraie (RT1), sapinière à thuya (RS1), cédrière tourbeuse à sapin (RC3).

c. Ce critère ne sera pas appliqué dans le calcul des possibilités forestières, puisque les courbes de croissance sont uniquement basées sur la surface terrière totale.

d. Les essences suivantes sont considérées comme longévives dans le calcul des possibilités forestières : bouleau jaune, caryer à fruits doux, caryer cordiforme, cerisier tardif, chêne à gros fruits, chêne bicoloré, chêne blanc, chêne rouge, érable argenté, érable à sucre, érable noir, frêne d'Amérique, frêne de Pennsylvanie, frêne noir, hêtre à grandes feuilles, noyer cendré, orme d'Amérique, orme de Thomas, orme rouge, tilleul d'Amérique, épinette de Norvège, épinette blanche, épinette noire, épinette rouge, pin blanc, pin rouge, pruche de l'Est et thuya occidental.

1.1.3 Échelle appropriée pour faire l'analyse d'écart

Pour qu'elle soit cohérente sur le plan écologique, l'analyse des enjeux liés à la structure d'âge doit se faire sur un territoire suffisamment vaste pour que les caractéristiques forestières atteignent un certain niveau d'équilibre par rapport aux perturbations naturelles. Plus la taille moyenne des perturbations graves est importante, plus la superficie pour atteindre cet « équilibre » est grande. En pratique, on considèrera que l'échelle spatiale appropriée pour cette analyse est de 500 km² maximum dans la sapinière à bouleau jaune et l'érablière, de 1 000 km²

1. Les seuils de surface terrière totale associés aux peuplements de catégorie C remplacent les seuils de 20 m²/ha pour la sapinière à bouleau jaune et de 23 m²/ha pour les érablières qui ont été utilisés lors de la période de planification de 2013-2018.

2. Cette analyse permettra l'intégration de l'enjeu concernant la structure complexe pour les peuplements suivis selon le critère de la surface terrière à l'échelle de planification stratégique.

dans la sapinière à bouleau blanc et de 2 500 km² dans la pessière à mousses. Ces ordres de grandeur tiennent compte du fait que les perturbations naturelles comme les feux sont plus étendues dans la pessière. Dans certains cas, une unité d'aménagement peut chevaucher trois domaines bioclimatiques (figure 2).

Dans l'érablière, les unités territoriales de référence (UTR) sont utilisées comme bases territoriales pour faire l'analyse d'écart. Comme la taille des UTR est souvent beaucoup plus petite que la taille maximale proposée, il est possible d'en regrouper certaines. Dans la sapinière, pour les territoires où ils ont été délimités (voir le cahier 3.2.3 [Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, c]), les regroupements d'UTR ou de compartiments d'organisation spatiale (COS) sont utilisés pour définir les UTA jusqu'à concurrence de la taille maximale définie. Dans tous les cas, ces regroupements ne doivent pas dépasser les maximums énoncés.

Dans la pessière à mousses, l'unité spatiale qui est à la base du mode de répartition des coupes est le COS, dont la taille varie généralement de 30 à 250 km² (voir le cahier 3.1.1). Un regroupement d'environ 20 à 30 COS permet de constituer une UTA.

Dans le reste du document, le terme « unité territoriale d'analyse » ou UTA est employé pour désigner l'unité spatiale (UTR, UTR ou COS regroupés, selon le cas) qui sera utilisée pour procéder à l'analyse d'écart et établir les cibles de structure d'âge dans l'activité 6 du *Manuel de planification forestière 2018-2023*.

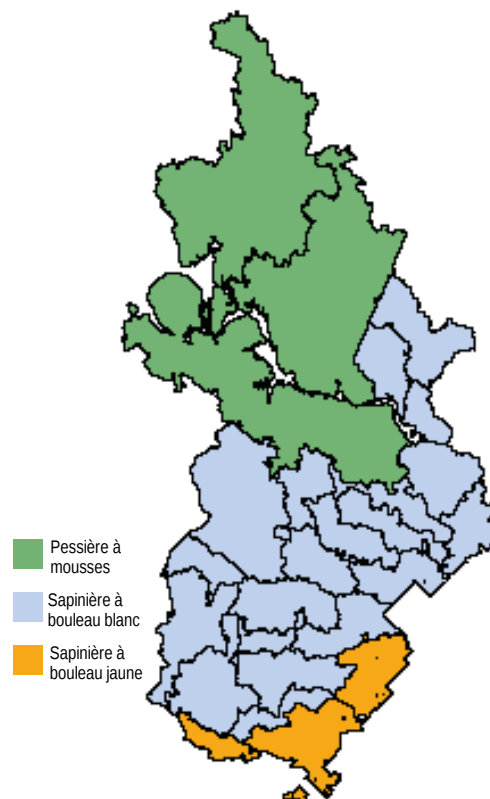


Figure 2 UTA délimitées dans une unité d'aménagement qui chevauche trois domaines bioclimatiques

DÉCOUPAGE TERRITORIAL

Le découpage des UTA a été réalisé pour la première fois lors de la mise en œuvre des PAFI au cours de la période 2013-2018. Pour 2018-2023, il est recommandé de maintenir le même découpage afin de pouvoir apprécier la progression de l'état de situation par rapport aux cibles qui ont été fixées lors de la précédente période. Cela facilitera également la mise à jour de l'analyse d'écart et des cibles d'aménagement pour le PAFI de 2018-2013. Il est toutefois entendu qu'advenant un redécoupage territorial important de l'unité d'aménagement, des modifications peuvent être envisagées (par exemple, à la suite d'importantes modifications apportées aux limites de l'unité d'aménagement ou de la création d'aires protégées).

Approche retenue pour répondre aux enjeux

Lignes directrices

- Utiliser l'abondance des stades de développement Régénération et Vieux comme indicateurs pour quantifier les enjeux liés à la structure d'âge des forêts.
- Utiliser les critères et les seuils définis pour quantifier l'abondance actuelle des stades Régénération et Vieux.
- Pour le stade Vieux, appliquer les critères et les seuils selon le modèle de croissance utilisé pour faire évoluer les strates forestières lors du calcul des possibilités forestières. Des seuils d'âge par unités homogènes de végétation sont appliqués dans le cas des strates d'aménagement modélisées avec NATURA, à partir des données d'âge sondé. Des seuils de surface terrière totale par famille de stations et par unités homogènes de végétation sont appliqués dans le cas des strates d'aménagement modélisées avec ARTÉMIS.
- Utiliser les UTA comme base pour quantifier l'abondance actuelle des stades Régénération et Vieux et faire les analyses d'écart. Celles-ci doivent posséder des caractéristiques de taille maximale qui varient en fonction du régime des perturbations naturelles : 500 km² dans la sapinière à bouleau jaune, 1 000 km² dans la sapinière à bouleau blanc et 2 500 km² dans la pessière à mousses.

1.2 Analyse d'écart des stades Régénération et Vieux

1.2.1 Abondance des stades de développement écologiques dans la forêt actuelle

Cette étape sert à compiler l'abondance des stades de développement Régénération et Vieux dans chaque UTA. Pour le stade Vieux, on considèrera les superficies qui atteignent les seuils d'âge et de surface terrière totale associés à la catégorie C définis dans la section 1.1.2. Toutes les superficies forestières sont considérées dans cette compilation, y compris les superficies forestières productives qui sont exclues du calcul des possibilités forestières telles que les aires protégées et les territoires inaccessibles.

Cette compilation devrait se faire à partir des meilleures données disponibles au moment de réaliser le PAFI tactique (PAFIT). Il peut s'agir des données fournies par le Bureau du forestier en chef au début du processus lié au calcul des possibilités forestières ou de la carte forestière, écologique et territoriale du Bureau du forestier en chef (CFET-BFEC) la plus à jour, s'il n'y a pas de nouveau calcul au début de la période d'application du PAFI. Dans ce cas, une mise à jour devra être faite afin d'y intégrer l'ensemble des données sur les perturbations antérieures à la date de production de la carte, y compris la récolte. Pour les territoires associés aux strates suivies selon le critère de la surface terrière et qui feront l'objet de coupes partielles, il sera nécessaire de retirer ces superficies de l'état de situation des vieilles forêts, à moins d'avoir la certitude que le type de traitement prévu en préservera les caractéristiques minimales (cédrières, prucheraies; voir le tableau 3).

Une fois la carte actualisée en fonction des coupes réalisées et prévues, il est important de l'actualiser en fonction de l'abondance du stade Vieux. Cette étape permet de tenir compte du fait que certains peuplements ont pu atteindre ce stade entre l'année où la carte a été réalisée et

l'année pour laquelle on veut fournir un état de situation. Dans le cas des peuplements qui sont suivis selon le critère d'âge, il s'agit simplement d'ajouter le nombre d'années adéquat à l'âge dendrométrique inscrit sur la carte CFET-BFEC. Dans le cas des peuplements qui sont suivis selon le critère de surface terrière, il faudra le déterminer à partir de l'évolution naturelle des strates qui ne seront pas récoltées durant la période de planification analysée.

Attention! Tous les territoires de conservation, même s'ils peuvent être exclus du territoire de l'unité d'aménagement sur le plan administratif (par exemple, les aires protégées placées sous l'autorité du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques) doivent être considérés lors du calcul de l'abondance des stades de développement afin qu'ils figurent dans l'état de situation actuel. Cependant, il faudra s'assurer que les territoires sont répartis de manière à ce que chaque portion se rapporte à une seule unité d'aménagement. Il serait donc possible de subdiviser certaines grandes aires protégées pour qu'elles contribuent à l'état de situation de plus d'une unité d'aménagement.

1.2.2 Abondance des stades de développement écologiques dans la forêt naturelle

Dans cette section, nous proposons une démarche qui permet de traduire l'information sur la forêt naturelle en stades de développement compatibles avec l'approche des stades proposés dans la section 1.2.1 et de rapporter cette information à l'échelle des UTA.

1.2.2.1 Convertir l'information de base sur la forêt naturelle en stades de développement écologiques

Les données disponibles sur la forêt naturelle et sur son régime de perturbations naturelles sont colligées dans le *Registre des états de référence* (Boucher et autres, 2011). Ce document établit la structure d'âge dans la forêt naturelle selon la définition des stades de développement présentée dans le tableau 2, de sorte que cette information n'a pas besoin d'être convertie.

Il est également possible de compléter cette information en utilisant des données provenant d'une autre source que les états de référence (ex. : les études scientifiques particulières, le plan régional de développement intégré des ressources et du territoire [PRDIRT]). Si tel est le cas, il est important de s'assurer que les stades de développement sont définis de la même manière que ceux utilisés dans la description de la forêt actuelle. Selon le type d'études scientifiques disponibles, l'équivalence avec les stades de développement peut être établie de différentes manières.

ADÉQUATION DES CRITÈRES DE SURFACE TERRIÈRE AVEC LES ÉTATS DE RÉFÉRENCE

Le document de Boucher et autres (2011) fournit un état de référence historique de l'abondance des différentes classes d'âge dans les régions forestières du Québec. Puisque, pour certaines portions du territoire, le critère qui est utilisé pour établir l'abondance actuelle du stade de vieux peuplement est la surface terrière totale, l'adéquation entre l'abondance historique et l'abondance actuelle du stade Vieux ne se fait plus de façon aussi directe. Pour assurer une meilleure cohérence entre les deux sources d'information, le MFFP a révisé les seuils de surface terrière totale, de manière à bien discriminer les strates les plus susceptibles de présenter les caractéristiques associées aux vieilles forêts. Ceci facilite donc l'utilisation des états de référence pour établir les cibles de structure d'âge dans l'ensemble des unités d'aménagement.

a) Conversion réalisée à partir de données sur la fréquence des perturbations naturelles

Les données telles que les cycles de feux, la fréquence et l'intensité des chablis ou des épidémies graves d'insectes peuvent être utilisées pour calculer l'abondance théorique correspondant à différents stades de développement écologiques. Lorsque ce type d'information est disponible, il est possible d'utiliser un fichier Excel, qui se trouve dans la documentation accompagnant le *Registre des états de référence* (Boucher et autres, 2011), pour calculer la proportion du territoire occupée par les différents stades de développement Régénération et Vieux.

b) Conversion opérée à partir d'informations provenant de descriptions « statiques »

Ces descriptions illustrent la structure forestière en indiquant la proportion du paysage qui appartient à différentes classes d'âge de peuplements, souvent à partir d'anciennes cartes ou de photographies aériennes. Dans ce cas, il s'agit d'établir une équivalence entre les classes d'âge propres à l'étude et les stades de développement mentionnés dans le tableau 2. Par exemple, une partie du territoire touchée par des feux ou de graves épidémies d'insectes depuis moins de 15 ans pourrait se voir attribuer le stade de développement Régénération, et les peuplements de structure irrégulière, ou dont la classe d'âge est de 90 ans et plus, pourraient être classés dans le stade Vieux.

1.2.2.2 Transfert d'échelle

Les données sur la forêt naturelle sont généralement associées à des zones relativement vastes qui ne coïncident pas avec le contour des UTA. Par exemple, le *Registre des états de référence* (Boucher et autres, 2011) est compilé à l'échelle de l'unité homogène de végétation.

Peu importe leur origine, les données sur la forêt naturelle doivent être rapportées aux unités territoriales qui serviront d'unités de base pour l'analyse d'écart faite à l'intérieur de chaque unité d'aménagement. La figure 3 illustre comment s'opère ce transfert d'information d'une échelle à l'autre, en utilisant la quantité de vieux peuplements comme exemple. On peut y voir qu'une UTA dont le contour est principalement situé dans une unité homogène donnée est considérée comme ayant les mêmes caractéristiques que celle-ci.

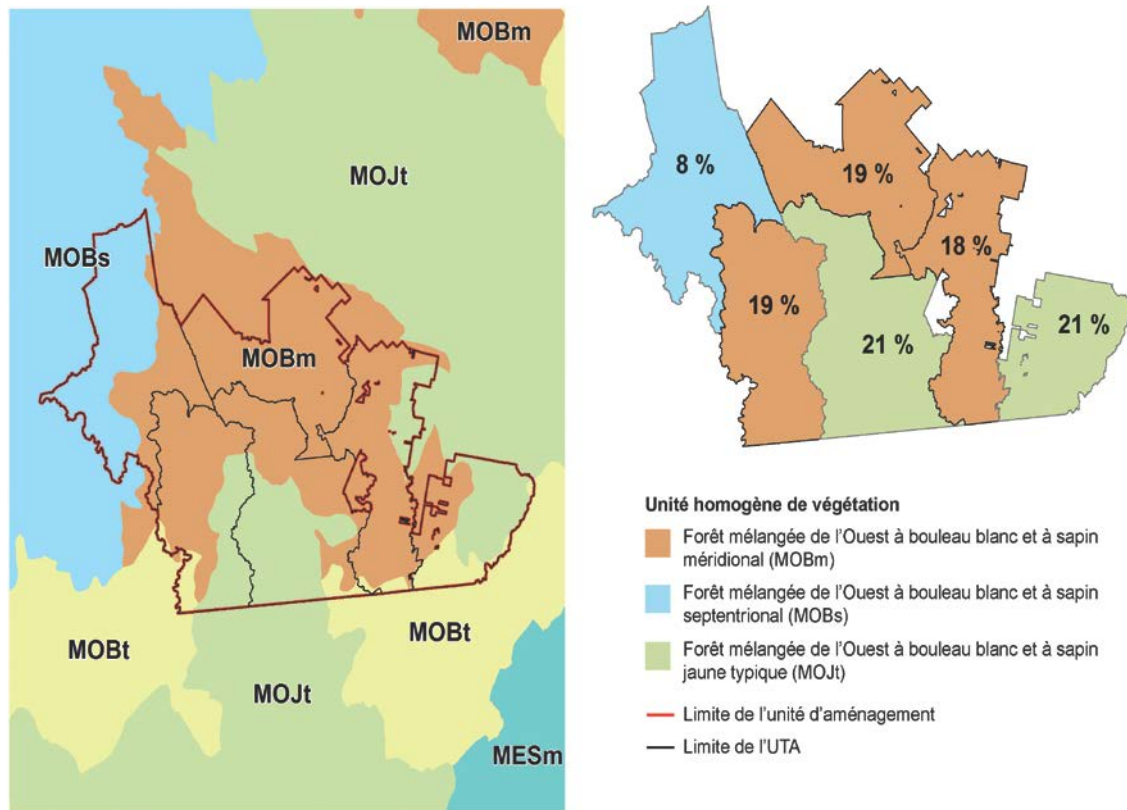


Figure 3 Transfert de l'information sur l'abondance du stade Vieux dans la forêt naturelle des unités homogènes vers les UTA

1.2.3 Seuils d'altération

Les seuils d'altération sont des critères quantitatifs qui permettent de déterminer si la situation d'une UTA est jugée problématique sur le plan écologique. Le MFFP propose des seuils qui séparent trois degrés d'altération, faible, moyen et élevé, correspondant à des risques écologiques plus ou moins élevés. L'approche par degrés d'altération est expliquée plus en détail dans le cahier 1 (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2015c) qui porte sur les concepts généraux liés à l'aménagement écosystémique des forêts¹.

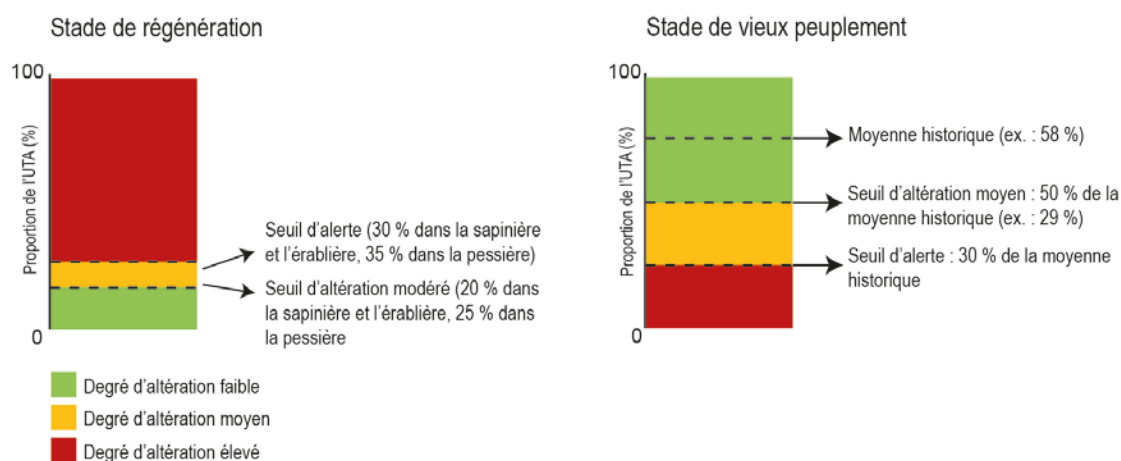
La manière de définir les seuils varie selon le stade de développement (tableau 4, figure 4). Pour le stade Régénération, les seuils ont été fixés selon le pourcentage du territoire qu'il occupe, en distinguant les différents domaines bioclimatiques (ou unités homogènes de végétation) (tableau 4).

Pour le stade Vieux, les seuils d'altération sont établis en fonction d'écarts vis-à-vis des moyennes observées dans la forêt naturelle (moyenne historique issue du *Registre des états de référence* [Boucher et autres, 2011] ou d'autres sources). Le MFFP fixe ces seuils à 50 % de la moyenne historique pour le seuil modéré et à 30 % de la moyenne historique pour le seuil d'alerte, en s'appuyant sur les meilleures connaissances actuelles (Rompré et autres, 2010; Centre d'étude de la forêt, 2008). Comme ces seuils sont fixés par rapport à une moyenne qui dépend de la dynamique écologique régionale, les degrés d'altération varieront en conséquence.

1. En attendant la publication de tout le contenu du cahier 1, on peut se référer à la section 1.2 du document *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestiers intégrés, Partie II – Solutions aux enjeux* (Jetté et autres, 2013b).

Tableau 4 Résumé des seuils d'altération proposés pour déterminer le degré d'altération des UTA

Seuil d'altération	Stade Régénération (seuil maximal)	Stade Vieux (seuil minimal)
Seuil modéré qui distingue le degré d'altération faible du degré moyen	25 % de la superficie de l'unité territoriale (pessière) 20 % de la superficie de l'unité territoriale (sapinière et érablière)	50 % du niveau de la moyenne historique
Seuil d'alerte qui distingue le degré d'altération moyen du degré élevé	35 % de la superficie de l'unité territoriale (pessière) 30 % de la superficie de l'unité territoriale (sapinière et érablière)	30 % du niveau de la moyenne historique

**Figure 4** Exemple illustrant le lien entre les seuils d'altération et les niveaux d'altération pour les stades de développement Régénération et Vieux

1.2.4 Degré d'altération actuel

Cette étape consiste à déterminer le degré d'altération de chaque UTA en fonction de l'abondance actuelle des stades de développement (voir la section 1.2.1) par rapport aux seuils d'altération définis dans la section 1.2.3. Le degré d'altération actuel devrait être déterminé pour chacun des deux indicateurs (abondance des stades Régénération et Vieux; figure 5). Le degré d'altération actuel retenu représente donc le résultat de la démarche d'analyse d'écart.

Lors du processus de préparation du PAFI, les degrés d'altération actuels ainsi que les principales variables ayant été utilisées pour faire l'analyse des enjeux liés à la structure d'âge doivent être consignés selon un format d'échange spécifié dans le résultat standard R4.0/R40.0 du *Manuel de planification forestière 2018-2023*. Un exemple de tableau reprenant les principaux résultats d'une analyse d'écart est présenté dans l'annexe C.1.2.5 État de situation par rapport à la cible ministérielle

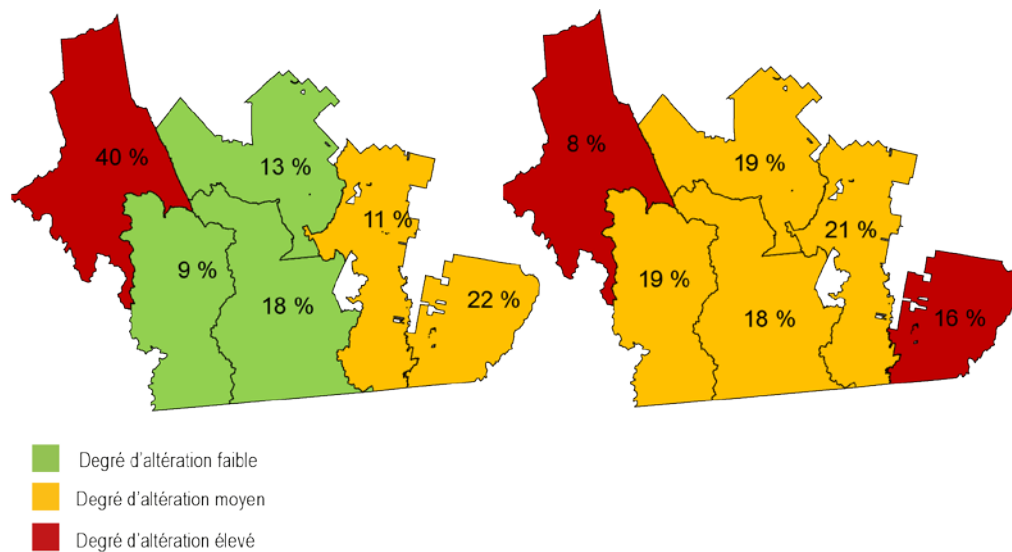


Figure 5 Abondance et degrés d'altération des différentes UTA en fonction des seuils d'altération du tableau 5 pour le stade Régénération (à gauche) et le stade Vieux (à droite)

Afin de comparer la situation actuelle de l'unité d'aménagement avec la cible ministérielle, le diagnostic du degré d'altération actuel d'une UTA donnée est posé en fonction du stade de développement le plus contraignant (stade Régénération ou Vieux). Par exemple, pour une UTA donnée, si le degré d'altération est élevé pour le stade Vieux et moyen pour le stade Régénération, le degré d'altération d'ensemble de l'UTA sera élevé. La superficie totale des UTA présentant un degré d'altération faible ou moyen servira au calcul de l'indicateur ministériel concernant la structure d'âge (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2015d).

Dans l'exemple présenté dans le tableau 5, on constate que la superficie totale des UTA présentant un degré d'altération faible ou moyen est de 68 %, ce qui est en deçà du minimum de la cible ministérielle qui correspond à la somme de la superficie des UTA ayant un degré d'altération faible ou moyen sur au moins 80 % du territoire de l'unité d'aménagement. La mesure des écarts par rapport à la cible ministérielle constitue la base à partir de laquelle on peut établir les cibles du PAFI.

Tableau 5 État de situation actuel d'une unité d'aménagement par rapport à la cible ministérielle de structure d'âge des forêts

Degré d'altération	Cible (%)	État actuel ^a (%)
Faible	≥ 80	0,0
Moyen		68,2
Élevé		31,8
Total		100,0

a. L'état actuel est établi en fonction de la superficie couverte par les UTA selon les trois degrés d'altération

1.2.5 Restauration de la structure d'âge des forêts

Lorsque l'état de la structure d'âge des forêts d'une unité d'aménagement ne permet pas d'atteindre immédiatement la cible ministérielle, les aménagistes ont la responsabilité de préparer un plan de restauration écologique. Le défi que pose la préparation d'un tel plan consiste d'abord à éviter d'aggraver la situation à court terme pour ne pas compromettre la survie des espèces et le maintien des fonctions associées à la présence des vieux peuplements. Les aménagistes doivent aussi tenir compte des conséquences économiques des choix de restauration et rechercher la concertation avec les partenaires du territoire pour concevoir une stratégie qui intégrera le plan de restauration. Le chapitre 2 présente la démarche et les solutions qui permettront d'élaborer le meilleur scénario de restauration possible.

Approche retenue pour répondre aux enjeux

Lignes directrices

- Faire une analyse pour déterminer l'écart entre la forêt actuelle et la forêt naturelle pour deux indicateurs, soit l'abondance des peuplements aux stades Régénération et Vieux.
- Évaluer le degré d'altération (faible, moyen ou élevé) des stades Régénération et Vieux en fonction des seuils d'altération propres à chaque indicateur pour chacune des UTA. Le degré d'altération retenu est celui qui est associé au stade le plus contraignant.
- Atteindre la cible ministérielle suivante : **la somme de la superficie des UTA qui ont un degré d'altération faible ou moyen doit représenter au moins 80 % du territoire d'analyse de l'unité d'aménagement.**
- Lorsque la cible ministérielle n'est pas atteinte, définir un plan de restauration de concert avec les différents partenaires du territoire afin qu'elle le soit dans les meilleurs délais possible.
- Consigner les résultats des cibles finales dans le résultat standard R4.0/R40.0 inclus dans les PAFI.

1.3 Analyses de représentativité des vieilles forêts

La dynamique des peuplements varie en fonction de la nature du milieu physique et du climat qui influence le régime des perturbations naturelles. Les descriptions de la forêt naturelle montrent qu'en général la composition de la forêt est surtout associée à des stades évolutifs de fin de succession (stades de faciès et stable) (Bergeron et Harper, 2009). À ces stades, on trouve généralement une majorité d'essences longévives dans les peuplements. À la suite de l'effet combiné des perturbations naturelles et anthropiques, il est possible qu'une partie importante du territoire soit davantage associée à des stades évolutifs de début de succession (stades pionniers et de lumière) que par le passé. Dans ce type de forêt, on trouve généralement une majorité d'essences peu tolérantes à l'ombre et non longévives dans les peuplements. Ainsi, la différence entre la forêt naturelle et la forêt actuelle peut être marquée par des changements de composition végétale, ce qui soulève des problèmes non seulement sur le plan écologique, mais aussi sur le plan sylvicole. D'un point de vue biologique, les communautés d'espèces associées à ces types de peuplements diffèrent. D'un point de vue sylvicole, il est plus difficile de planifier l'allongement

des révolutions ou des coupes partielles dans les peuplements dominés par des essences non longévives.

Les peuplements typiques des stades évolutifs de fin de succession vont également varier à l'intérieur d'un même territoire. Selon la productivité des stations, les caractéristiques des vieux peuplements seront acquises plus ou moins rapidement, et certains attributs reliés à la structure interne, tels que la densité de gros bois vivant et mort, seront différents (Guillemette et McCullough, 2011; Boucher, De Grandpré et Gauthier, 2003; Vaillancourt et autres, 2008). Ces distinctions notables nous obligent à tenir compte de la représentativité des vieilles forêts dans les diagnostics que nous posons.

Ainsi, des analyses complémentaires devront être conduites afin de préciser le diagnostic établi à partir de l'analyse d'écart de la structure d'âge, car toutes les vieilles forêts n'étant pas égales, il est important de veiller à ce que celles qui sont maintenues sur le territoire soient représentatives des vieilles forêts naturelles (diversité d'âge, de composition et de structure). Ces analyses vont varier en fonction de l'endroit où sont situés les unités d'aménagement et de la proportion du territoire couvert par les strates d'aménagement suivies selon le critère d'âge ou de surface terrière (figure 1; annexe D).

ÉCHELLE D'ANALYSE

À des fins de simplification, les analyses complémentaires pourront être conduites à l'échelle de l'unité d'aménagement plutôt qu'à celle de l'UTA, de manière à assurer une plus grande marge de manœuvre lors de l'optimisation de la stratégie. Il est toutefois recommandé de faire le diagnostic à partir des UTA et de compiler les informations à l'échelle de l'unité d'aménagement; le diagnostic de chacune des UTA permettra de déterminer les cibles de structure d'âge en assurant une synergie entre les différentes cibles (voir la section 2.2.2).

1.3.1 Sapinière à bouleau blanc et pessière à mousses

Dans le cas des unités d'aménagement principalement situées dans la forêt boréale, seul le critère d'âge a été retenu pour distinguer le stade Vieux des autres stades. Ce critère ne peut à lui seul permettre de distinguer différentes catégories de vieilles forêts, d'autant plus que les données sur les âges sondés, fournies par le Bureau du forestier en chef, ne permettent pas toujours de déterminer l'âge réel du peuplement, c'est-à-dire le temps écoulé depuis la dernière perturbation grave. De plus, il s'avère difficile de définir des critères dendrométriques qui permettent de distinguer les peuplements associés au stade Vieux des peuplements associés au stade Vieux irrégulier, c'est-à-dire qui n'ont pas subi de perturbations graves depuis plus de 200 ans. Pour pallier ce problème, l'utilisation de la classification du territoire par végétation potentielle permet de saisir la représentativité de la dynamique forestière.

a) Suivi des vieilles forêts par grand type de végétation potentielle

Afin de déterminer si le territoire présente actuellement, ou pourrait présenter à court ou à moyen terme, un écart dans la représentativité des vieilles forêts, une analyse pour détecter les problèmes de représentativité à l'échelle de l'unité d'aménagement doit être faite. Cette analyse permettra de vérifier si certains types de vieux peuplements sont en raréfaction sur le territoire (tableau 6).

Tableau 6 Proportion de vieux peuplements selon les végétations potentielles dans une unité d'aménagement et degré d'altération établis en fonction de la quantité actuelle de vieux peuplements

Végétation potentielle	Superficie occupée par la végétation potentielle		% de la végétation potentielle occupée par le stade Vieux ^a	
	(ha)	(%)	(ha)	%
MS1	51 000	17	3 060	6
MS2	75 000	25	12 000	16
RE2	60 000	20	9 000	15
RE3 ^b	9 000	3	9 000	100
RS2	105 000	35	17 850	17

Degré d'altération faible
 Degré d'altération moyen
 Degré d'altération élevé

a. Le degré d'altération a été déterminé selon les seuils d'altération moyens et d'alerte associés à chacune des UTA, et pondéré à l'échelle de l'unité d'aménagement. Les seuils d'altération moyens et d'alerte considérés dans cet exemple étaient respectivement de 17 et de 29 %. Ceux-ci ont été appliqués à la portion du territoire occupé par chacune des végétations potentielles concernées.

b. Avec 3 % de représentativité à l'échelle de l'unité d'aménagement, RE3 peut ne pas être considérée comme une végétation potentielle à suivre.

Dans l'exemple du tableau 6, on constate que les vieux peuplements associés à la végétation potentielle MS1 sont les plus sous-représentés par rapport aux autres végétations potentielles. Une augmentation future des vieilles forêts devrait être davantage orientée vers les stations forestières dont la végétation potentielle est caractérisée par une altération élevée (ex. : MS1, MS2 et RE2).

Attention! Cette analyse pourra être faite dès le début du processus d'arrimage avec le Bureau du forestier en chef lors de la révision de la stratégie d'aménagement du PAFIT, à partir des variables de suivi incluses dans les cahiers d'analyse des enjeux liés à la structure d'âge du Bureau du forestier en chef.

Approche retenue pour répondre aux enjeux

Recommandations sur l'aménagement (sapinière à bouleau blanc et pessière à mousses)

- Faire une analyse pour évaluer le degré d'altération des vieux peuplements de chacun des grands types de végétation potentielle, en utilisant les seuils d'altération propres au stade Vieux (pondéré à l'échelle de l'unité d'aménagement) pour évaluer le degré d'altération de chacune des végétations potentielles.
- Atteindre la **cible** suivante : la superficie des vieux peuplements doit être répartie parmi les principales végétations potentielles, en atteignant le degré d'altération moyen sur chacune des portions de territoire occupées par ces végétations.

1.3.2 Sapinière à bouleau jaune et érablières

a) Suivi des vieilles forêts par grand type de strates d'aménagement

Pour assurer une certaine représentativité à l'échelle de l'unité d'aménagement, on doit s'assurer que les vieilles forêts sont bien représentées dans les strates d'aménagement suivies selon le critère d'âge et celles suivies selon le critère de surface terrière (voir la figure 1). L'analyse d'écart proposée consiste à évaluer le degré d'altération du stade Vieux pour chacune des portions de territoire associées aux grands types de strates (strates Âge et Surface terrière) (tableau 7). Pour y arriver, on peut utiliser les seuils d'alerte et modéré associés au stade Vieux de chacune des UTA, mais pondérés à l'échelle de l'unité d'aménagement. Les degrés d'altération sont ensuite calculés sur la base de la superficie de chacun des types de strates dans l'unité d'aménagement.

Tableau 7 Exemples d'analyse permettant d'évaluer la représentativité des vieilles forêts selon les grands types de strates d'aménagement (peuplements suivis selon le critère d'âge et peuplements suivis selon le critère de surface terrière)

	Type de strate		Diagnostic
	Âge	Surface terrière	
Superficie	90 000 ha	60 000 ha	
Exemple 1^a			
Proportion du stade Vieux : - seuil d'alerte = 14 % - seuil modéré = 29 %	18 000 ha 20 %	21 000 ha 35 %	Les degrés d'altération sont bien répartis entre les grands types de strates.
Exemple 2^a			
Proportion du stade Vieux : - seuil d'alerte = 14 % - seuil modéré = 29 %	6 300 ha 7 %	9 000 ha 15 %	Un écart est constaté quant à la répartition des vieilles forêts entre les deux types de strates. Les vieilles forêts sont déficientes dans les strates suivies par le critère d'âge.
Degré d'altération faible Degré d'altération moyen Degré d'altération élevé			

a. Exemple d'unité d'aménagement entièrement située dans l'unité homogène de végétation MOJt où la proportion historique de vieux peuplements = 58 % et la proportion historique de très vieux peuplements = 27 %. Les degrés d'altération sont calculés sur la base des superficies occupées par chacune des strates dans l'unité d'aménagement.

Attention! Cette analyse pourra être faite dès le début du processus d'arrimage avec le Bureau du forestier en chef lors de la révision de la stratégie d'aménagement du PAFIT, à partir des variables de suivi incluses dans les cahiers d'analyse des enjeux liés à la structure d'âge du Bureau du forestier en chef.

Approche retenue pour répondre aux enjeux

Recommandations sur l'aménagement (sapinière à bouleau jaune et érablières)

- Faire une analyse d'écart pour le stade Vieux par grands types de strate d'aménagement (âge et surface terrière), en utilisant les seuils d'altération propres au stade Vieux (pondéré à l'échelle de l'unité d'aménagement) pour évaluer le degré d'altération sur chacune des strates.
- Atteindre la **cible** suivante : la superficie de vieux peuplements doit être répartie dans les strates Âge et Surface terrière, en atteignant minimalement le degré d'altération moyen associé au stade Vieux dans chacune de ces catégories.
- Évaluer l'abondance des vieux peuplements à structure complexe.
- Atteindre la **cible** suivante : les vieux peuplements à structure complexe doivent être maintenus ou augmentés.

b) Suivi des vieilles forêts à structure complexe

Dans le cas des strates forestières qui sont suivies selon le critère de la surface terrière, il est important de déterminer la portion des vieux peuplements qui est occupée par les vieux peuplements à structure complexe (catégorie A) qui sont davantage représentatifs des vieilles forêts naturelles (critère d'essences longévives). L'abondance des vieux peuplements à structure complexe (catégorie A) peut être quantifiée à partir d'une variable de suivi que l'on trouve dans les cahiers d'analyse du Bureau du forestier en chef.

1.3.3 Composition et vulnérabilité

Une analyse plus fine de la composition pourrait être faite pour compléter les diagnostics afin de détecter une surabondance de peuplements dominés par des essences non longévives ou des problèmes potentiels reliés à la présence de proportions importantes de vieux peuplements vulnérables à la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Si une proportion importante des vieux peuplements est dominée par des essences vulnérables, des analyses plus poussées devront être menées lors de l'établissement des cibles de structure d'âge (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2014). Cette analyse pourra aider à choisir quels peuplements récolter pour le recrutement de vieilles forêts persistantes, plus aptes à jouer le rôle écologique qu'on attend d'elles.

Pour faire cette analyse, on peut utiliser la typologie de la persistance probable des peuplements¹. Cet outil de classification permet d'évaluer, d'une part, la proportion de peuplements dominés par des essences non longévives (vieux peuplements de début de succession) et, d'autre part, la proportion de vieux peuplements qui seront peu persistants face à la tordeuse des bourgeons de l'épinette (annexe E; Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2014)². Le tableau 8 et la figure 6 présentent des exemples d'analyses permettant d'évaluer la représentativité des vieilles forêts sur le plan de la composition en utilisant la typologie de la persistance probable des peuplements.

1. Les aménagistes pourraient aussi opter pour une classification qui permet de répartir différents peuplements selon les stades évolutifs afin de départager ceux dont la composition est typique des peuplements de début, de milieu ou de fin de succession. La typologie de la persistance probable fournit une information plus approximative quant au stade évolutif, mais demeure suffisante pour une analyse tactique.

2. La typologie comporte cinq classes de peuplements qui représentent un ordre décroissant de persistance probable (types A à E). Une boîte à outils est disponible pour classer les peuplements selon cette typologie.

Ces résultats pourraient permettre, entre autres, de déterminer les strates ou les groupes de strates qui présentent un intérêt particulier, comme celles qui contiennent des proportions intéressantes d'essences longévives et qui offrent un potentiel pour le maintien permanent (conservation) ou temporaire (allongement des révolutions) des vieilles forêts. Certaines strates pourraient aussi offrir la possibilité d'appliquer des traitements sylvicoles qui préservent les attributs des vieilles forêts dans les peuplements. Elles permettent également d'anticiper les risques liés à une éventuelle épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Ce risque sera fonction de plusieurs facteurs, notamment la quantité, la dispersion et la facilité d'accès des vieilles forêts vulnérables.



BOÎTE À OUTILS

Persistance probable

L'aménagiste dispose d'une boîte à outils pour classifier les peuplements. Le guide de référence publié récemment par le Ministère explique en détail l'objectif de cette typologie en rapport avec les enjeux liés à la structure d'âge des forêts (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2014). Cette boîte à outils est disponible sur Sharepoint SGE-ADF/Aménagement écosystémique/Documents à partager/DAEF/Boites à outils Structure d'âge.

Tableau 8 Proportion de vieux peuplements selon leur composition dans la forêt actuelle, évaluée en fonction de la typologie de la persistance probable

Composition	Type de peuplements selon la typologie de la persistance probable	Abondance actuelle		Diagnostic
		Stade Vieux	Recrues proches	
Typique des forêts de début de succession	Type C – Peu longévifs	21 000 ha (60 %)	35 550 ha (71 %)	La proportion actuelle de vieux peuplements est dominée par des peuplements peu longévifs. Le choix des peuplements à maintenir ou à recruter devrait viser à en diminuer la proportion.
Typique des forêts de milieu ou de fin de succession	Type A – Persistants, peu touchés par l'épidémie	9 100 ha (26 %)	5 550 ha (11 %)	Les vieux peuplements typiques des forêts de milieu ou fin de succession sont en majorité des peuplements à forte persistance probable (A et B). Leur maintien n'est pas risqué pour l'atteinte des cibles advenant une épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Une attention particulière devrait être apportée au choix des peuplements à recruter.
	Type B – Persistants, mais parfois touchés par l'épidémie	3 500 ha (10 %)	2 500 ha (5 %)	
	Type D – Persistance variable, touchés par l'épidémie	1 400 ha (4 %)	6 500 ha (13 %)	
	Type E – Peu persistants, touchés par l'épidémie	35 ha (0,1 %)	300 ha (0,5 %)	
Total		35 000 ha (100 %)	50 000 ha (100 %)	

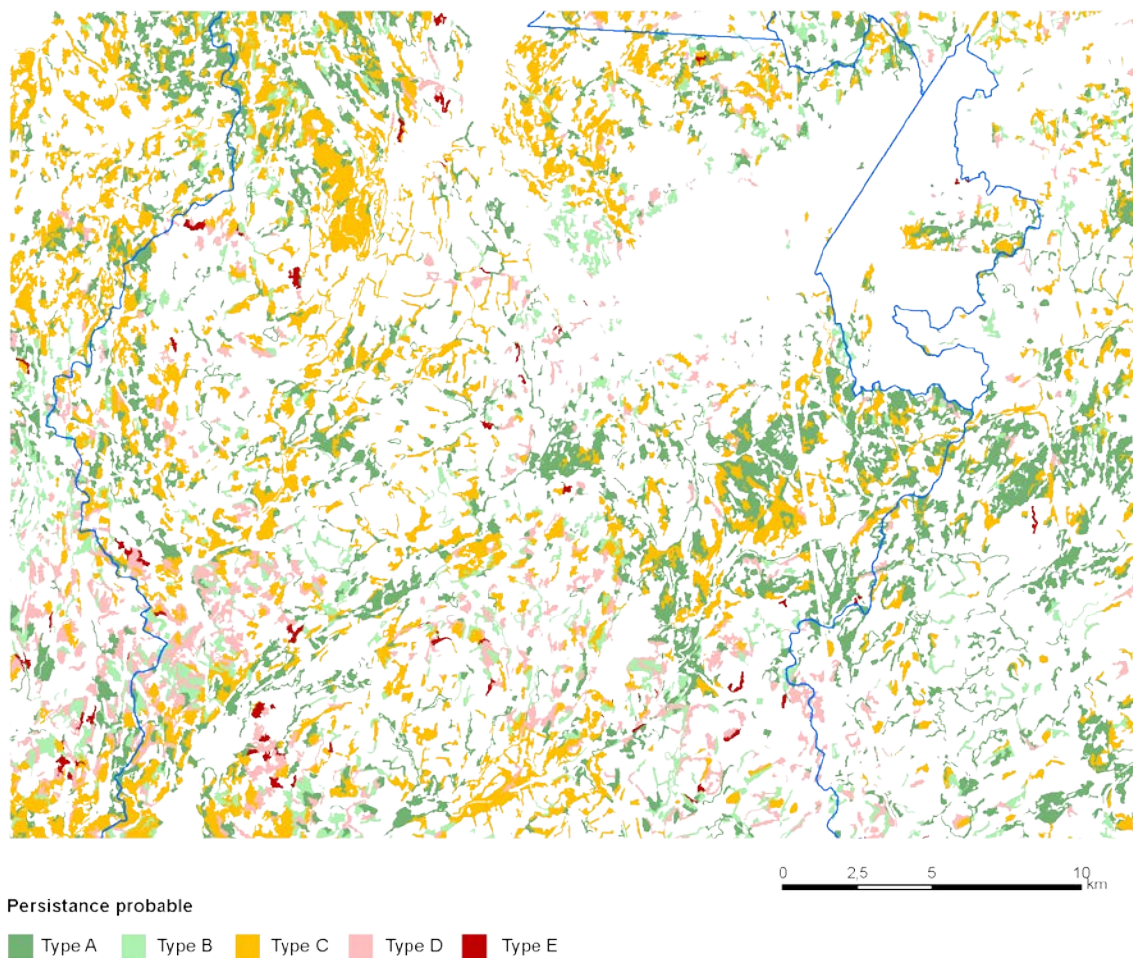


Figure 6 Illustration de la persistance probable des peuplements (stade Vieux et recrues proches) sur une portion de territoire d'une unité d'aménagement

Approche retenue pour répondre aux enjeux

Recommandation sur l'aménagement

- Faire une analyse de la composition des vieux peuplements et des recrues proches pour compléter le diagnostic sur la représentativité des vieilles forêts.

1.4 État des connaissances sur l'utilisation du territoire

En plus des analyses diagnostiques sur l'état de la situation concernant l'enjeu de la structure d'âge des forêts, il est important de rassembler des connaissances fines sur l'utilisation du territoire ou sur la présence de zones sensibles pour des raisons sociales, économiques ou écologiques. Elles pourront être prises en considération lorsque viendra le temps de déterminer les cibles de structure d'âge afin d'assurer la synergie des efforts déployés pour les différents enjeux de l'unité d'aménagement. En principe, ces éléments ont été considérés lorsque les cibles ont été établies pour la période 2013-2018. Une validation de l'occupation du territoire est recommandée, le cas échéant.

Ainsi, la **valeur accordée à certaines portions de territoire par différents utilisateurs du milieu** devrait être prise en compte. En déterminant ces zones, il est possible de faire converger les actions de conservation et les mesures d'harmonisation intégrées dans la stratégie d'aménagement. On pourra ainsi mieux comprendre la synergie entre les efforts déployés, et le coût global pour atteindre plusieurs objectifs du PAFI s'en trouvera réduit. Les cibles visant un degré d'altération faible pour les vieux peuplements pourraient donc s'appliquer à des endroits nécessitant davantage de mesures d'harmonisation. Ces éléments seront discutés avec les intervenants des tables locales de gestion intégrée des ressources et du territoire (TGIRT).

La présence de **zones d'importance pour la biodiversité** (ex. : habitat d'espèces sensibles, écosystèmes particuliers) devrait aussi être prise en considération afin de bénéficier de la convergence des efforts de conservation déployés.

Enfin, les portions de territoire ayant fait l'objet d'**investissements sylvicoles** importants au cours des années devraient être considérées. Lorsque des UTA contiennent une forte proportion de peuplements où le rendement attendu est élevé (forêt plantée ou naturelle), il faut s'attendre à ce que la logique financière conduise les sylviculteurs à récolter la plupart de ces forêts dès qu'elles auront atteint la maturité. Les investissements consentis rendent tout allongement de révolution de ces peuplements coûteux. Dans de tels cas, les cibles de structure d'âge pourraient être moins exigeantes. Les réflexions sur les stratégies régionales de production de bois à adopter, notamment au sujet de l'implantation des aires d'intensification de la production ligneuse (AIPL), devraient tenir compte de cet état de situation.

La prise en compte de l'utilisation du territoire lors de l'attribution des cibles de structure d'âge est une mesure concrète qui permettra de réaliser un aménagement forestier pleinement intégré.

CHAPITRE 2

SOLUTIONS AUX ENJEUX

Ce chapitre traite des solutions à adopter pour que la structure d'âge des forêts aménagées s'apparente à celle de la forêt naturelle. Pour atteindre cet objectif, les aménagistes doivent mener des actions aux différents niveaux de planification (stratégique, tactique et opérationnelle). Dans un premier temps, les grands axes de solutions à considérer sont présentés. Par la suite, le processus de détermination des cibles stratégiques et tactiques, qui consiste principalement à attribuer un degré d'altération cible à chacune des UTA de façon à atteindre la cible ministérielle, est abordé. Enfin, des recommandations permettent de guider l'élaboration des plans de restauration écologique.



2.1 Principaux axes de solutions à considérer

2.1.1 Forêts de conservation

Les forêts de conservation sont constituées de toutes les aires forestières exemptes de récolte. Elles comprennent les aires protégées (incluant les refuges biologiques) ou toute autre portion de territoire où la récolte est exclue pour diverses raisons socioéconomiques (ex. : l'accessibilité, l'affectation). À long terme, ces territoires offrent probablement la meilleure garantie de conservation de la biodiversité associée aux vieux peuplements, et surtout aux très vieux peuplements. En l'absence de perturbations majeures, les forêts qui s'y trouvent évoluent progressivement vers des stades de fin de succession et les peuplements acquièrent toutes les caractéristiques des vieux peuplements naturels.

INTÉGRATION DU PÔLE CONSERVATION

La contribution des aires de conservation est intégrée aux données fournies par le Bureau du forestier en chef. Ces superficies sont suivies dans le temps lors de la modélisation qui permet le calcul des possibilités forestières (superficies EXIN; Nappi et Poulin, 2013). Au moment de l'élaboration de la stratégie d'aménagement, les aménagistes doivent s'assurer que ces territoires sont assignés à une UTA, de manière à pouvoir considérer leur contribution pour qualifier l'état de la situation et son évolution probable. Les diagnostics sur la structure d'âge et la représentativité des vieilles forêts devraient toujours tenir compte de la situation de ces territoires.

Les territoires suivants constituent des exemples de forêts de conservation :

- les aires protégées;
- les refuges biologiques;
- les écosystèmes forestiers exceptionnels;
- les secteurs inaccessibles;
- les portions de lisières boisées riveraines non aménagées.

Les aires forestières exemptes de récolte sont susceptibles de contenir de vieux peuplements qui contribuent à l'atteinte des cibles de structure d'âge. Les aménagistes doivent tenir compte de leur contribution au moment de poser un diagnostic, ainsi que du recrutement qui proviendra de ces territoires à mesure que des peuplements y vieilliront.

Les forêts de conservation permettent parfois de pallier certaines carences observées dans les territoires faisant l'objet de récoltes (stades évolutifs, position topographique). À l'inverse, certains types de peuplements peuvent être surreprésentés dans les aires exemptes de récolte (ex. : pentes fortes, peuplements à faible densité). L'analyse de la composition permet alors d'orienter les choix d'aménagement en dehors des forêts de conservation, de façon à ce que, globalement, le territoire reflète toute la diversité naturelle des vieilles forêts.

Par ailleurs, les forêts de conservation ne sont pas exemptes de perturbations naturelles, comme les feux, qui peuvent aussi causer leur rajeunissement. Cet aspect devrait être pris en considération, particulièrement lorsque ces forêts contiennent une forte proportion de peuplements très vulnérables à la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

Finalement, les aménagistes peuvent parfois influencer les choix d'affectation du territoire en tentant de les faire converger pour favoriser le maintien de vieux peuplements. Dans certains cas, ils peuvent aussi modifier l'emplacement de certains refuges biologiques afin d'améliorer leur représentativité ou le degré de protection qui leur est accordé.

2.1.2 Allongement de révolution ou de rotation (îlots de vieillissement)

Pour atteindre les cibles de structure d'âge établies, des forêts ayant l'âge de l'exploitabilité devront être maintenues afin qu'elles conservent ou acquièrent les caractéristiques typiques des vieilles forêts. Cette façon de faire permet à une certaine proportion de peuplements de jouer leur rôle écologique pendant une certaine période sans empêcher leur exploitation lorsque des peuplements recrus les remplaceront. Cette approche prudente devrait être privilégiée à court terme, jusqu'à ce que des actions sylvicoles aptes à maintenir les attributs des vieilles forêts aient été éprouvées. L'allongement des révolutions ou des rotations constitue un élément essentiel du maintien et de la restauration de la structure d'âge des forêts.

Ainsi, au moment de préparer les PAFI tactiques (PAFIT) et opérationnels (PAFIO), les aménagistes devront porter une attention particulière aux peuplements qu'il convient de maintenir et chercher à saisir toutes les occasions de synergie et de complémentarité avec les autres enjeux d'aménagement. Par exemple, au moment de prendre les décisions finales, il faudra tenir compte de la valeur faunique ou de la qualité visuelle des paysages. Sur le plan écologique, on cherchera la convergence avec les autres enjeux, mais plus particulièrement avec l'organisation spatiale des forêts.

Dans le cas de la pessière à mousses, les peuplements qui ont été maintenus peuvent ainsi constituer de grands massifs forestiers qui représentent un attribut spatial important à l'échelle

du grand paysage. À l'échelle des agglomérations de coupes, les blocs de forêt résiduelle seront souvent constitués de vieux peuplements en allongement de révolution. Cette question est abordée en détail dans le cahier 3.1.2 (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, d).

Dans le cas de la sapinière, des orientations préliminaires ont été publiées dans le cahier 3.2.1 (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, a). Contrairement à l'approche pour la pessière, où l'on recherche le maintien de massifs forestiers à l'échelle du paysage, l'approche pour la sapinière met plutôt l'accent sur le maintien d'une matrice forestière dominée par des forêts à couvert fermé, dont une certaine proportion sera constituée de peuplements en allongement de révolution ou de rotation.

Attention! Des exemples de pratiques sylvicoles adaptées pour ces territoires sont présentés à l'annexe F.

Afin que les vieux peuplements qui sont maintenus puissent jouer pleinement le rôle écologique qu'on attend d'eux, les aménagistes devront analyser soigneusement leur probabilité de persistance. En établissant le lien avec les analyses qui en traitent, ils chercheront à maximiser la présence de vieux peuplements persistants (voir la section 1.3.3). Souvent, les aménagistes favoriseront les strates forestières composées d'une bonne proportion d'essences longévives, plus aptes à l'allongement de la révolution. Dans les régions susceptibles d'être touchées par une épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, il faudra tenir compte de la vulnérabilité des peuplements afin de favoriser le maintien des peuplements les moins vulnérables et les plus longévifs possible (annexe E; Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2014).

Attention! La définition d'îlots de vieillissement bien spatialisés, qui auront été localisés à partir des données forestières les plus détaillées possible, favorisera un meilleur maintien de la biodiversité associée aux vieilles forêts. Il est entendu que cette spatialisation a priori n'est pas essentielle. Pour une cible de vieille forêt donnée, le niveau de récolte imposé par la stratégie d'aménagement implique un effet similaire, mais non spatialisé. Toutefois, cela demandera un suivi plus rigoureux lors de la planification des récoltes afin que celles-ci ne soient pas exclusivement exécutées dans les vieux peuplements.

2.1.3 Traitements sylvicoles adaptés

Les traitements sylvicoles adaptés permettent de récolter de la matière ligneuse tout en créant des peuplements qui maintiennent ou qui retrouvent plus rapidement les caractéristiques des vieilles forêts. Ceux-ci sont un élément clé d'une stratégie d'aménagement vouée à réduire l'écart entre la forêt naturelle et la forêt aménagée, car ils impliquent le recours à des interventions qui visent à se substituer aux perturbations partielles qui dominent les régions forestières concernées. Puisque les effets de ces coupes partielles sur les processus écologiques demeurent relativement méconnus, cette solution doit être appliquée progressivement.

Dans la forêt boréale, pour les strates forestières qui sont suivies selon le critère d'âge et qui ont déjà atteint le stade Vieux, les coupes progressives formeront de vieux peuplements « imités », au sens où ils pourront remplir plusieurs des fonctions écologiques essentielles autrement assurées par les vieux peuplements. Ces peuplements contribueront ainsi à l'atteinte des cibles

de structure d'âge. Toutefois, parce que cette option est un moyen moins sûr que l'allongement des révolutions pour répondre aux besoins des espèces associées aux vieux peuplements, elle doit être utilisée avec prudence et ne devrait pas s'appliquer à plus de 50 % des vieux peuplements d'une UTA. En ce qui a trait à l'organisation spatiale dans la pessière à mousses, il est souhaitable d'envisager des coupes partielles selon le concept de massif de forêts pérennes aménagées (Seto et autres, 2012b).

Dans la forêt feuillue et mixte, plus particulièrement dans le cas des strates suivies selon le critère de surface terrière, les options sylvicoles sont plus limitées. En effet, seul le critère de surface terrière totale permet d'attribuer le statut de vieille forêt; or, la majorité des interventions sylvicoles utilisées réduisent la surface terrière des peuplements en deçà des seuils de vieilles forêts établis (ex. : les coupes de jardinage dans les érablières). Certaines coupes partielles à faible prélèvement représentent une solution, car elles permettent au peuplement de regagner plus rapidement un statut de vieille forêt après la récolte et même, dans certains cas, de le conserver. Ces solutions sylvicoles sont abordées plus en détail à l'annexe F.

Le tome 2 du *Guide sylvicole du Québec* fournit l'information la plus à jour pour guider le choix des traitements à appliquer, en fonction des conditions des peuplements et des objectifs sylvicoles à atteindre (Ministère des Ressources naturelles, 2013a). Dans tous les cas, lorsque, pour différentes raisons, les options sylvicoles s'avèrent difficiles à appliquer, les aménagistes peuvent opter pour l'allongement des révolutions ou des rotations.

Avant de passer à l'étape suivante, qui consistera à définir les cibles de structure d'âge par UTA, il est important d'analyser l'ensemble des solutions sylvicoles applicables afin d'établir avec le plus de justesse possible leur véritable contribution au maintien et à la restauration de la structure d'âge des forêts.

OBJECTIFS DE PROTECTION ET DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DU MILIEU FORESTIER

En 2005, le Ministère se fixait un objectif de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier ayant pour but de maintenir les forêts mûres et surannées (Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 2005). Depuis, cette terminologie qui, sur le plan sylvicole, désigne les peuplements qui ont atteint ou dépassé l'âge d'exploitabilité, a été remplacée par le terme « vieux peuplement » ou « vieille forêt » qui désigne le stade de développement auquel on associe des attributs importants du point de vue de la biodiversité. Depuis 2013, des cibles quantitatives de structure d'âge (qui intègre les vieilles forêts) sont intégrées dans les PAFI. Les approches proposées en 2005, telles que les notions d'îlots de vieillissement et de pratiques sylvicoles adaptées, demeurent des moyens à déployer pour atteindre les cibles de vieilles forêts.

2.2 Détermination des cibles de structure d'âge par UTA

Lors de l'élaboration de la stratégie d'aménagement, les aménagistes devront déterminer un degré d'altération cible pour chaque UTA, de manière à atteindre la cible ministérielle (activité 6.1 du *Manuel de planification forestière 2018-2023*) en se basant sur les données écologiques disponibles et sur les préoccupations de la table locale de gestion intégrée des ressources et du territoire (TLGIRT). Dans les cas où des écarts auront été constatés sur le plan de la représentativité des vieilles forêts, les aménagistes devront aussi faire en sorte que les cibles attribuées à chacune des UTA facilitent l'atteinte de cibles complémentaires.

Des cibles de structure d'âge ont été attribuées pour la première fois lors de la planification 2013-2018. Pour la période 2018-2023, les aménagistes peuvent opter pour une simple validation des degrés d'altération cible définis lors de la période précédente. Cependant, plusieurs facteurs pourraient les inciter à procéder à leur réévaluation tels que :

- l'ajustement des seuils qui définissent les vieilles forêts dans le cas des strates suivies selon le critère de surface terrière;
- de nouvelles données cartographiques;
- un nouveau modèle de calcul des possibilités forestières;
- la modification des limites territoriales de l'unité d'aménagement;
- de nouveaux enjeux entérinés à la TLGIRT qui sont sujets à orienter les cibles;
- l'occurrence ou l'imminence de perturbations naturelles graves.

Pour procéder à la validation ou à la révision des degrés d'altération cible, il est souhaitable que la démarche soit soutenue par « un processus d'optimisation » qui accompagne la prise de décision. Celui-ci permet de valider les orientations choisies par les aménagistes, en utilisant les informations et les hypothèses qui sont à la base du calcul des possibilités forestières du Bureau du forestier en chef et qui sont utilisées pour définir la stratégie d'aménagement des PAFI (figure 7). Les responsables locaux de la planification forestière au MFFP pourront ainsi procéder à des analyses itératives menant au choix final des cibles de structure d'âge. Ils pourront plus aisément prévoir des scénarios qui minimiseront les besoins d'ajustement au moment du calcul final des possibilités forestières.

Attention! En raison de leur plus grande précision, les nouveaux seuils de surface terrière pour définir les vieilles forêts auront pour effet de réduire la proportion de ces dernières. Certaines UTA auront donc des degrés d'altération plus élevés comparativement à l'état de situation précédent. Dans ces cas, il est recommandé que la première itération maintienne les cibles qui avaient été fixées en 2013-2018 (scénario idéal) et que les itérations suivantes explorent les pistes d'atténuation des conséquences sur les possibilités forestières. Pour ces unités d'aménagement, il sera important et justifié de définir un plus grand nombre de scénarios lors des itérations du Bureau du forestier en chef afin d'établir la meilleure stratégie d'aménagement possible.

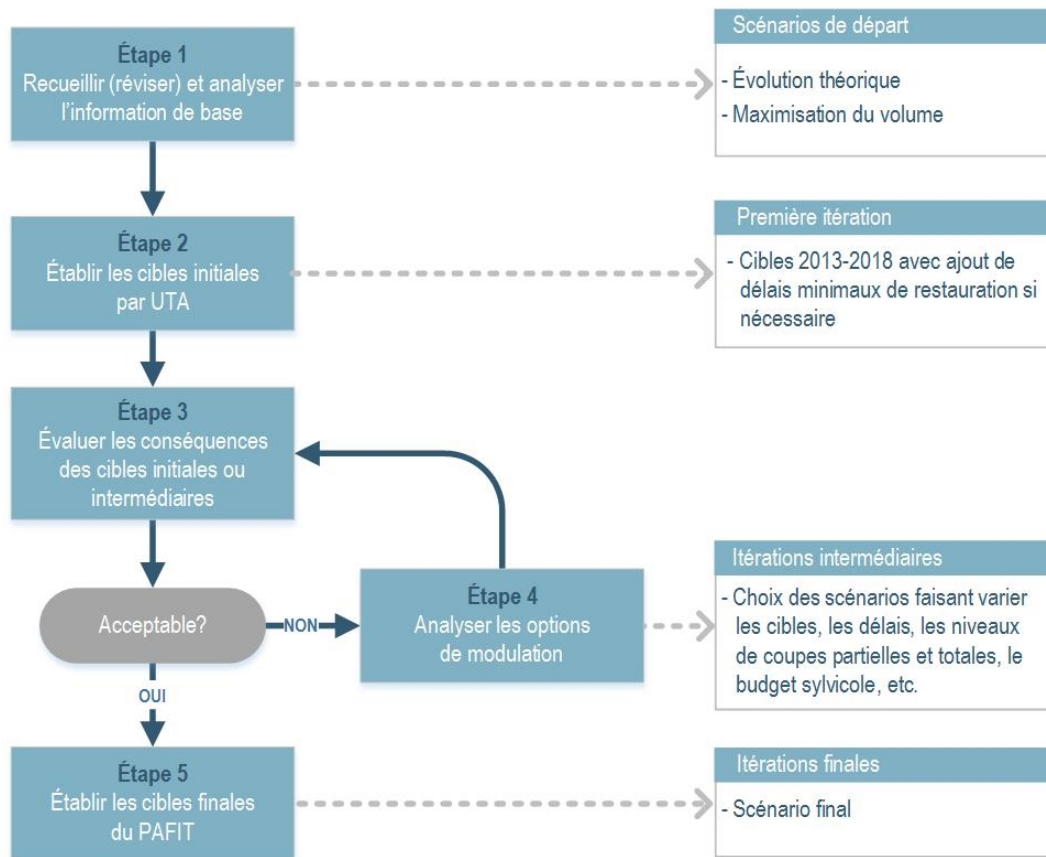


Figure 7 Démarche associée au processus d'optimisation proposé pour accompagner l'attribution des degrés d'altération par UTA dans une unité d'aménagement

2.2.1 Recueillir et analyser les informations de base

Cette étape consiste à analyser les informations de base pour établir ou valider un premier scénario de cibles. À cette étape, deux scénarios sont alors présentés, un scénario d'évolution naturelle théorique et un premier scénario d'optimisation pour maximiser la récolte sans contrainte de structure d'âge. On analysera ces informations de pair avec le résultat des diagnostics établis au chapitre 1 sur la composition des peuplements forestiers et sur le risque associé aux perturbations naturelles graves ainsi qu'avec les connaissances fines de l'utilisation du territoire.

a) Scénario d'évolution théorique

Il faut d'abord faire une analyse de l'« évolution naturelle » de la structure d'âge qui correspond à un scénario où la forêt évolue sans coupe. Puisqu'aucune perturbation naturelle n'est intégrée au scénario, on considère cette évolution comme théorique. Le tableau 9 présente un extrait des résultats qui permettent de visualiser la proportion du territoire occupé par les peuplements au stade Vieux (et le degré d'altération correspondant) pour chaque UTA et chaque période de cinq ans sur l'horizon de planification. Ce résultat sera transmis aux aménagistes à partir des données fournies par le Bureau du forestier en chef au début du processus.

Tableau 9 Évolution du degré d'altération du stade Vieux selon différents scénarios d'analyse

Seuil d'alerte (%)	Seuil modéré (%)	UT	Degré d'altération (%) par période de cinq ans																
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
a) Scénario d'évolution théorique																			
15	25	1	8	12	14	14	17	19	28	34	36	36	37	38	57	59	72	75	75
17	29	2	19	22	24	26	27	29	30	30	30	32	35	39	51	55	66	79	93
19	32	3	18	23	32	40	42	46	50	54	56	59	67	69	86	86	88	89	100
19	32	4	19	22	27	28	29	31	34	35	35	39	42	43	56	56	66	74	94
19	32	5	21	21	26	27	28	29	29	30	31	41	54	63	80	84	89	89	99
17	29	6	16	18	20	23	23	49	58	64	70	73	90	93	98	98	100	100	100
b) Scénario de maximisation du volume																			
15	25	1	8	12	12	14	13	14	16	23	19	17	13	13	13	25	27	29	30
17	29	2	19	18	19	21	22	23	24	25	15	14	15	11	9	9	9	13	19
19	32	3	18	18	25	27	23	22	23	20	20	21	16	11	12	11	12	12	16
19	32	4	19	18	22	23	24	26	29	23	23	24	16	12	12	12	15	15	20
19	32	5	21	22	19	19	19	19	19	20	20	21	16	11	12	11	12	12	16
17	29	6	16	15	16	12	10	21	22	22	22	22	28	27	27	27	27	27	29
c) Scénario selon les cibles de la période 2013-2018																			
15	25	1	8	12	12	14	13	15	16	24	20	20	20	20	20	29	30	33	33
17	29	2	18	21	24	25	25	26	26	17	17	17	17	17	17	17	19	25	26
19	32	3	19	23	32	33	39	34	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
19	32	4	19	22	27	28	29	31	30	24	24	27	23	21	20	20	23	24	29
19	32	5	21	24	25	25	27	26	17	17	18	17	17	17	17	19	23	25	22
17	29	6	16	15	18	19	23	23	26	20	19	18	17	16	16	16	16	17	16

	Degré d'altération faible
	Degré d'altération moyen
	Degré d'altération élevé

Cette première analyse éclaire les choix des aménagistes sur les degrés d'altération à attribuer à chacune des UTA (faible, moyen ou élevé). En général, il est plus simple (et moins coûteux en matière de possibilité forestière) de chercher à obtenir un degré d'altération faible dans les UTA où la forêt est faiblement altérée, et d'accepter un degré d'altération élevé là où elle est déjà fortement altérée. Le scénario d'évolution théorique renseigne aussi sur le délai minimal requis pour atteindre le degré d'altération souhaité en l'absence de coupe et de perturbation naturelle. **Cette information est indispensable pour fixer les délais de restauration.**

Des tableaux illustrant l'évolution du stade de régénération seront fournis aux aménagistes pour chacun des scénarios. Cette information permettra de repérer les UTA où les coupes totales doivent être évitées ainsi que la période à laquelle elles pourront être pratiquées de nouveau.

La démarche s'attardera surtout à l'établissement des cibles relatives au stade Vieux, puisque les cas de restauration de la structure d'âge dus à une surabondance de peuplements au stade Régénération sont moins fréquents, et les options pour y remédier, moins diversifiées.

Dans le cas des vieux peuplements, l'information disponible est plus complexe à gérer et les options de restauration sont plus variées. Elle permet notamment de visualiser la disponibilité des vieux peuplements à différents moments sur l'horizon de planification. Il est alors possible d'envisager les options qui s'offrent aux aménagistes pour élaborer une stratégie en matière de structure d'âge. Pour y arriver, nous proposons de distinguer trois cohortes de peuplements.

- **La cohorte des vieux peuplements**, c'est-à-dire les peuplements qui ont déjà atteint le stade de vieilles forêts. Dans certaines conditions, ceux-ci peuvent être maintenus soit en allongeant la révolution ou la rotation, soit en pratiquant différents types de coupes partielles qui permettent de maintenir un couvert suffisant et de perpétuer certains attributs des vieilles forêts.
- **La cohorte des recrues proches**, c'est-à-dire les peuplements qui ont atteint ou qui sont sur le point d'atteindre leur maturité sylvicole sans être parvenus au stade Vieux. Ils permettent un recrutement de vieilles forêts à l'intérieur d'un horizon rapproché (< 20 ans). Ces peuplements offrent des options sylvicoles similaires à celles des vieux peuplements (allongement de révolution ou de rotation, certains types de coupes partielles), mais il faut compter un délai, correspondant à l'atteinte du stade Vieux, avant que leur contribution ne soit effective.
- **La cohorte des recrues éloignées**, c'est-à-dire les peuplements jeunes ou intermédiaires, qui influencera peu, à ce stade-ci, le choix des cibles par UTA. Elle offre tout de même des options importantes de recrutement à moyen et à long terme, mais l'horizon de temps étant plus long, le résultat est plus incertain.

L'image du recrutement au fil du temps sera déterminante pour construire une stratégie conforme aux orientations du MFFP. L'analyse de chacune des UTA permet d'établir un scénario de disponibilité des vieux peuplements dans l'espace et dans le temps. Elle sera particulièrement utile pour orienter les choix dans les cas de restauration écologique lorsque le retour des vieux peuplements devra être planifié de manière optimale. L'annexe F aborde d'ailleurs des exemples d'options sylvicoles pour chacune de ces cohortes de peuplements.

Pour faciliter l'analyse, des graphiques de structure d'âge à l'échelle de l'UTA seront disponibles à partir des données du Bureau du forestier en chef (voir l'annexe G pour des exemples).

b) Scénario de maximisation du volume récolté

On recommande de procéder à une première optimisation du volume récolté en considérant les contraintes budgétaires, mais sans inclure de contraintes de structure d'âge. Ce scénario fournit

une image des options choisies par l'optimisation en l'absence de toutes contraintes de structure d'âge. Il se situe à l'opposé du scénario d'évolution théorique qui fournissait une image très optimiste de l'évolution de la structure d'âge. En disposant de ces deux images extrêmes, les aménagistes sont à même de choisir un scénario plus réaliste au moment de faire les itérations pour les tests de sensibilité des cibles initiales.

Dans le tableau 9, section b, on présente la projection dans le temps de l'état de chacune des UTA selon les cibles de structure d'âge et le scénario de maximisation du volume récolté.

Parce qu'il maximise le volume sans tenir systématiquement compte de toutes les autres contraintes concernant la production de bois, ce scénario ne peut servir directement de référence pour évaluer les conséquences des cibles de structure d'âge sur les possibilités forestières. Il permet de voir les options que l'optimisation priorise lorsqu'elle cherche à maximiser le volume récolté et, de ce fait, sera utile pour valider le choix des cibles initiales. Ce résultat nous indique, par exemple, que l'optimisation maintient parfois certaines UTA à de faibles degrés d'altération pour différentes raisons. Il est alors possible de faire converger le choix des UTA auxquelles on désire attribuer une cible d'altération faible. Par ailleurs, ce scénario indique aussi les UTA que l'optimisation choisit d'altérer fortement pour soutenir la possibilité forestière. Les aménagistes peuvent alors tenir compte de cette information pour atténuer les conséquences sur les possibilités forestières.

c) Synthèse des informations recueillies

Pour relier toutes les informations recueillies afin de guider le choix des cibles initiales, il est recommandé de les synthétiser à l'aide d'une grille d'analyse multicritère (tableau 10). Celle-ci offrira une vue d'ensemble des différents éléments à prendre en compte et facilitera la communication des enjeux et des solutions possibles lors des discussions avec les intervenants (les gestionnaires, les partenaires à la TLGIRT, les analystes du Bureau du forestier en chef, etc.).

2.2.2 Établir les cibles initiales de structure d'âge

À partir des informations qui ont été colligées à l'étape précédente, il est possible de déterminer les cibles initiales de structure d'âge pour chacune des UTA. La première itération devrait consister à établir un scénario qui optimise le volume récolté, en considérant les contraintes budgétaires et les cibles qui avaient été retenues pour la stratégie d'aménagement de l'exercice 2013-2018. Il servira de scénario de référence par rapport à la période précédente.

Si l'aménagiste doit revoir sensiblement les cibles, voici quelques indications qui pourraient guider ses choix.

On pourrait rechercher un degré d'altération faible (vert) lorsque :

- l'évolution théorique des peuplements permet de recouvrer le statut de « faiblement altéré » (vert) à l'intérieur de quatre périodes (20 ans)¹ et qu'il y a une disponibilité de cohortes de recrues à différents moments de la structure d'âge (flux de recrues);
- les UTA comprennent une proportion importante de zones à haute valeur (sociale ou écologique) qui commanderont des mesures d'harmonisation. Ces zones pourraient être définies en fonction des demandes exprimées par les TLGIRT;
- il y a une proportion relativement faible de peuplements dominés par des essences non longévives ou vulnérables à la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

1. La cible est fixée en fonction du délai d'atteinte du seuil de faible altération selon l'évolution théorique.

On pourrait rechercher un degré d'altération élevé (rouge) lorsque :

- l'évolution théorique de la forêt ne permet pas de recouvrer le statut de « faiblement altéré » (vert) avant plusieurs périodes. La disponibilité à court et à moyen terme des recrues est limitée;
- il y a peu de zones à haute valeur et les attentes sociales peuvent être comblées par d'autres types de mesures;
- il y a une forte proportion de forêts ayant déjà fait l'objet d'investissements sylvicoles et dont le rendement ligneux attendu est élevé (considérer les AIPL en devenir);
- il y a une forte proportion de peuplements dominés par des essences non longévives ou vulnérables.

Dans un premier temps, on peut déterminer quelles seront les UTA qui pourraient atteindre un degré d'altération faible (vert) d'ici quatre périodes (20 ans). En même temps, il faudrait détecter celles qui devraient nécessairement rester à un degré d'altération élevé (rouge) pour une période prolongée (au moins au-delà de la période critique). De manière générale, il ne devrait pas y avoir de délai de restauration, outre celui commandé par l'évolution théorique de la forêt¹, pour un premier scénario de cibles. Le tableau 10 montre un exemple de grille permettant de déterminer les degrés d'altération souhaités pour chacune des UTA.

Tableau 10 Exemple de grille multicritère permettant de déterminer les degrés d'altération cible par UTA

UTA	% de l'UA	Degré d'altération actuel	Critère d'analyse						Degré d'altération souhaité à long terme
			Évolution théorique - Altération faible < 4 périodes	Présence élevée de zones de conservation	Présence élevée de demandes sociales	Investissements sylvicoles ou AIPL	% élevé d'essences longévives	% élevé de peuplements vulnérables	
1	20	Élevé	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Moyen
2	17	Moyen	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Moyen
3	20	Moyen	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Faible
4	15	Moyen	Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Moyen
5	12	Moyen	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Moyen
6	16	Élevé	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Élevé
Cible ministérielle		64 %							84 %

1. Le logiciel d'optimisation (Woodstock) ne peut se faire attribuer une cible impossible à atteindre. Le modèle générerait alors une solution infaisable. Les cibles de forte altération (rouge) doivent être maintenues jusqu'à ce que l'évolution théorique permette le retour vers des degrés d'altération plus faible (jaune ou vert).

Attention! Lors de l'établissement des cibles initiales, il est très important que celles-ci soient ambitieuses et visent des degrés d'altération plus exigeants. Le délai de restauration devrait être équivalent à celui prévu dans l'évolution théorique de la forêt. On cherchera à tirer profit des UTA qui peuvent atteindre le degré d'altération faible rapidement ($\leq$ quatre périodes) en leur attribuant une cible plus exigeante. Ainsi, il sera possible de pousser l'exercice plus loin afin que les aménagistes puissent « voir » les options privilégiées par l'optimisation. Cet exercice est important même si le premier résultat est susceptible d'avoir des conséquences notables sur les possibilités forestières. Lors des prochaines itérations, il sera possible de fixer des cibles plus réalistes sur le plan des conséquences jugées acceptables. Il faut surtout retenir que c'est à partir d'une première itération exigeante qu'il est possible de faire les meilleurs compromis possible après avoir pris connaissance de toutes les options disponibles.

Au moment de valider les cibles de structure d'âge de chacune des UTA, il est important de prendre leur composition en compte, notamment par le biais de leur persistance probable. Le résultat des analyses présentées à la section 1.3.3 à partir de la typologie de la persistance probable pourra être mis à profit ici. Si un niveau de vulnérabilité élevé est détecté, il serait pertinent de se donner une marge de sécurité, lorsque c'est possible. Une méthode détaillée qui permet d'analyser la marge de manœuvre par rapport aux cibles de structure d'âge selon un scénario d'épidémie grave est présentée dans le document *L'aménagement écosystémique dans un contexte d'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette – Guide de référence pour moduler les activités d'aménagement dans les forêts publiques* (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2014).



BOÎTE À OUTILS

Marge de manœuvre pour les cibles de structure d'âge

L'aménagiste dispose d'un fichier Excel pour évaluer la marge de manœuvre de différents scénarios de cibles de vieux peuplements. Ce document est disponible sur Sharepoint SGE-ADF/Aménagement écosystémique/Documents à partager/DAEF/Boîtes à outils/Structure d'âge.

2.2.3 Évaluer les conséquences des cibles

Les résultats tirés de la première itération fournissent diverses informations utiles pour déterminer les cibles finales. Tout d'abord, la projection dans le temps du degré d'altération des UTA est disponible pour chacun des scénarios. Les aménagistes disposent maintenant de plusieurs résultats qui présentent les choix de l'optimisation pour chacune des UTA selon les scénarios proposés.

a) Atteinte des cibles de représentativité des vieilles forêts

Le premier scénario permet de vérifier si la stratégie qui en découle atteint les cibles complémentaires qui assureront la représentativité des vieilles forêts. Dans le cas des unités

d'aménagement dans les domaines de la sapinière à bouleau blanc et de la pessière à mousses, cette représentativité se traduit par une répartition adéquate au sein des principales végétations potentielles, et dans le cas des unités d'aménagement situées dans les domaines de l'érablière et de la sapinière à bouleau jaune, par une répartition dans les grands types de (voir la section 1.3).

Des graphiques tirés des cahiers d'analyse du Bureau du forestier en chef, qui montrent l'évolution du stade Vieux en fonction des végétations potentielles et des grands types de strates d'aménagement, ainsi que l'évolution des vieux peuplements à structure complexe dans le cas des strates d'aménagement suivies selon le critère de surface terrière, seront mis à la disposition des aménagistes. La figure 8 montre un exemple de l'évolution du stade Vieux pour les grands types de strates (suivies selon les critères d'âge et de surface terrière).

Si les variables de suivi montrent des écarts qui se perpétuent sur l'horizon de planification, des options de modulation devraient être envisagées pour rectifier la situation. Celles-ci peuvent consister à réviser les cibles à l'échelle des UTA et à revalider les variables de suivi ou encore à ajouter une cible à l'échelle de l'unité d'aménagement en plus des cibles établies à l'échelle des UTA.

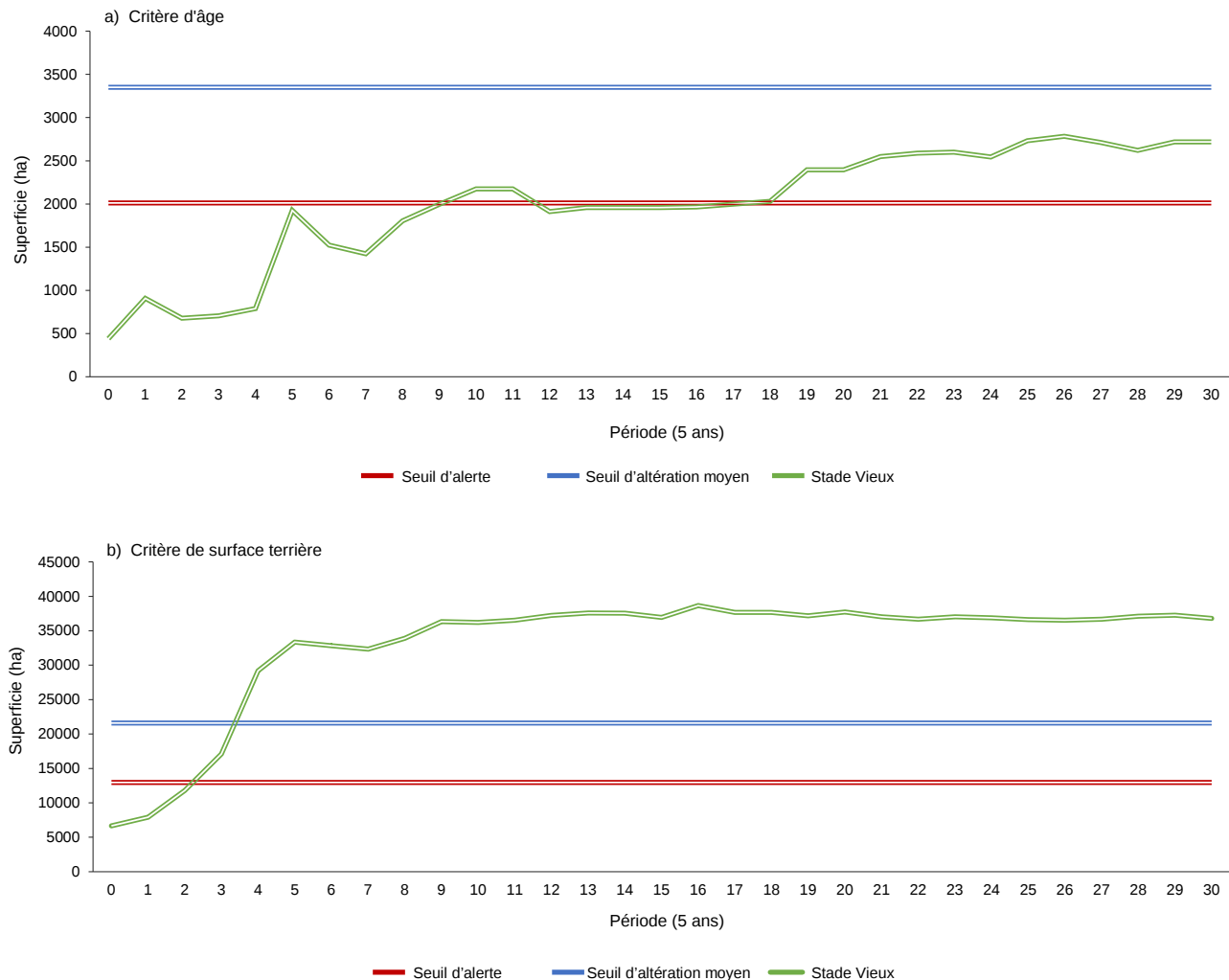


Figure 8 Évolution de l'abondance du stade de vieux peuplement sur la portion de l'unité d'aménagement qui est suivie selon les critères : a) d'âge et b) de surface terrière, pour un scénario d'aménagement donné

b) Conséquences sur les possibilités forestières

Avec ces données, il est possible d'analyser les conséquences potentielles sur les possibilités forestières en comparant les volumes disponibles pour la récolte selon chacun des scénarios. Il est important de se rappeler que cette analyse ne constitue qu'un test de sensibilité qui ne peut servir à calculer un effet précis, mais qui peut donner un ordre de grandeur de l'effet d'une stratégie d'aménagement donnée. Le calcul final intégrera d'autres facteurs qu'il est impossible de traiter à ce stade-ci. On peut présumer qu'il y aura un certain degré de convergence entre différentes mesures qui seront intégrées au calcul final des possibilités forestières, et ce, particulièrement si elles ont été anticipées lors de l'attribution des cibles initiales.

2.2.4 Analyser, si nécessaire, les différentes options permettant de moduler l'atteinte des cibles de structure d'âge

Lorsque les conséquences qui découlent des cibles sont jugées inacceptables ou lorsqu'elles ne facilitent pas l'atteinte des cibles sur la représentativité des vieilles forêts (voir la section 1.3), plusieurs options de modulation doivent être considérées. Ces options vont varier selon l'état de situation initial du territoire par rapport à la cible *ministérielle*.

a) Unités d'aménagement qui atteignent la cible ministérielle

En analysant tous les résultats fournis dans les étapes précédentes, les aménagistes seront à même d'ajuster les cibles initiales pour formuler une version finale des cibles de structure d'âge. Dans le cas des unités d'aménagement dont l'état permet de respecter la cible ministérielle, des ajustements pourront être apportés dans le choix des UTA associées à chacune des cibles, en s'assurant toujours que la somme de la superficie des UTA ayant un degré d'altération faible ou moyen représente au moins 80 % du territoire de l'unité d'aménagement. On pourrait, par exemple, revoir le choix des UTA auxquelles on a initialement attribué une cible d'altération élevée. Dans d'autres cas, lorsque les circonstances s'y prêtent, certaines UTA pourraient se voir attribuer des cibles plus exigeantes pour optimiser la stratégie d'aménagement en offrant des noyaux où les conditions sont plus proches de l'état naturel des forêts.

b) Unités d'aménagement qui n'atteignent pas la cible ministérielle

Dans le cas des unités d'aménagement dont l'état actuel est sous le seuil minimal de la cible ministérielle, les aménagistes devront préparer un plan de restauration écologique de la structure d'âge (voir la section 2.4). Ils devront, entre autres, évaluer la capacité opérationnelle pour appliquer des solutions sylvicoles qui permettent le maintien des vieux peuplements. Une hausse des niveaux de coupes partielles pour conserver les caractéristiques souhaitées dans les peuplements où elles sont planifiées¹ peut garantir un flux de bois tout en freinant l'altération de la structure d'âge.

1. Cette hypothèse devra toutefois être validée localement en fonction du type de coupe partielle proposé. Un groupe de réflexion se penchera sur l'apport des différents types de coupes partielles selon les grands types de strates (âge et surface terrière).

DÉFINIR UN SCÉNARIO DE RESTAURATION RÉALISTE

Après avoir examiné les options de modulation disponibles et établi un délai de restauration, les aménagistes peuvent élaborer plusieurs scénarios d'optimisation pour trouver les options les plus réalistes. Il est d'abord recommandé d'ajouter une période (5 ans) au temps requis pour le scénario d'évolution théorique afin d'atteindre la cible souhaitée. Le délai maximal ne devrait toutefois pas dépasser 1,5 fois le délai requis par le scénario d'évolution théorique pour atteindre la cible. Les scénarios intermédiaires peuvent aussi tester différentes contraintes budgétaires et sylvicoles tels que le niveau de coupe partielle souhaité.

Une fois toutes les options sylvicoles disponibles utilisées selon leur potentiel, les aménagistes peuvent moduler les cibles et décider d'un délai de restauration en procédant par UTA pour attribuer un moment à partir duquel la cible de structure d'âge s'appliquera. L'ensemble de ces choix nous indiquera le délai d'atteinte de la cible ministérielle pour l'unité d'aménagement. Ici encore, il s'agit de faire les « meilleurs compromis possible », basés sur les résultats de la première itération, les connaissances fines du territoire et les interactions qui auront eu lieu à la TLGIRT. Il sera essentiel de profiter des occasions où une cible plus exigeante peut être atteinte dans certaines UTA.

2.2.5 Établir les cibles finales de structure d'âge

En se basant sur cette deuxième version des cibles établies par les directions générales du MFFP en région, le Bureau du forestier en chef procède à une itération finale qui fournira le résultat d'un scénario d'optimisation du volume récolté en incluant la contrainte de structure d'âge, la contrainte budgétaire et les délais de restauration, lorsque nécessaire. La version définitive des cibles est arrêtée après analyse de ce dernier résultat. L'exercice consiste alors à valider le fait qu'il s'agit du meilleur scénario possible, compte tenu des objectifs écologiques et des conséquences sur les possibilités forestières.

L'exemple présenté à la figure 9 illustre des UTA dans lesquelles les degrés d'altération ciblés sont plus exigeants que le degré d'altération actuel et les délais attribués pour atteindre la cible. En toute logique, et dépendamment du recrutement anticipé, on devrait diminuer les superficies de coupe totale dans ces UTA pour permettre le rétablissement de la structure d'âge aussi rapidement que possible et faciliter ainsi l'atteinte de la cible ministérielle. Dans l'exemple du tableau 10, la superficie totale des UTA pour lesquelles on a fixé des cibles correspondant à des degrés d'altération faible ou moyen est supérieure à 80 % de la superficie totale de l'unité d'aménagement, ce qui devrait permettre d'atteindre la cible ministérielle.

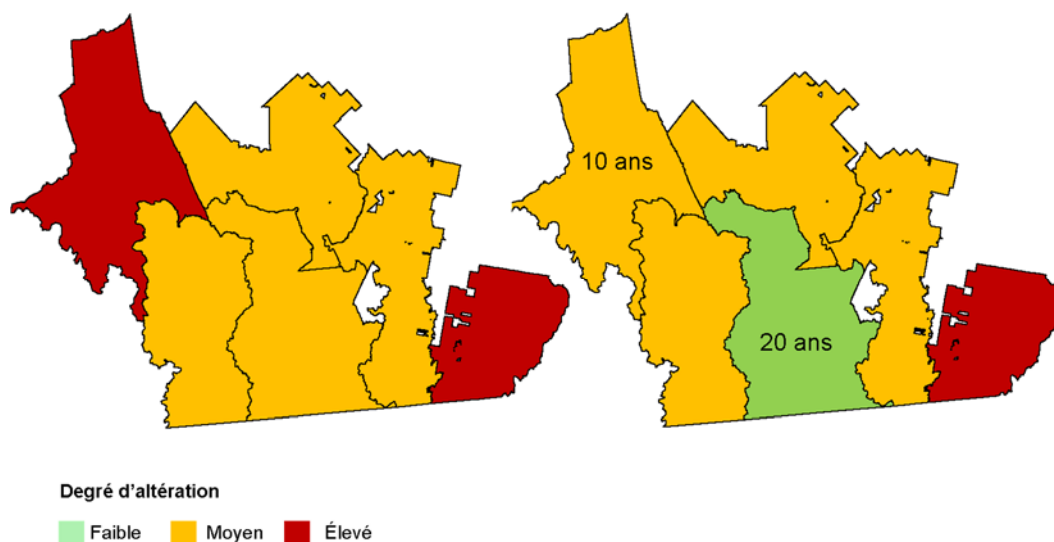


Figure 9 Comparaison entre les degrés d'altération actuels et visés dans les différentes UTA pour le stade Vieux et délais attribués pour atteindre la cible

Approche retenue pour répondre aux enjeux

Lignes directrices

- Déterminer les cibles de structure d'âge pour chacune des UTA en suivant les étapes ci-dessous :
 1. recueillir et analyser les informations de base pour chacune des UTA de l'unité d'aménagement;
 2. établir les cibles initiales de structure d'âge par UTA;
 3. évaluer les conséquences des cibles initiales;
 4. si nécessaire, analyser les options permettant de moduler l'atteinte des cibles;
 5. établir les cibles finales de structure d'âge.
- Accompagner la prise de décision en utilisant les outils d'optimisation du Bureau du forestier en chef (Woodstock).
- Consigner les résultats des cibles finales dans le résultat standard R4.0/R40.0 inclus dans les PAFI.

2.3 De la planification tactique à la planification opérationnelle

L'attribution de cibles de structure d'âge dans le PAFIT, telle qu'elle est définie dans la section 2.2, vise notamment à garantir la présence ou le recrutement d'une quantité souhaitée de vieux peuplements tout au long de l'horizon de planification. En effet, au moyen des différents paramètres utilisés lors du calcul des possibilités forestières en fonction des degrés d'altération

ciblés à l'échelle de l'UTA, on s'assure que certaines strates (peuplements) ne seront pas rendues disponibles pour la récolte dès qu'elles auront atteint l'âge d'exploitabilité. Elles contribueront plutôt à assurer la présence d'une quantité suffisante de vieux peuplements bien distribués dans l'unité d'aménagement. Il s'agit cependant d'une planification stratégique. Par la suite, les aménagistes devront élaborer une stratégie d'aménagement qui précise les actions à mener pour respecter les cibles. Les suivis nécessaires pour assurer l'atteinte des cibles seront établis selon l'écart observé par rapport à la cible ministérielle.

a) Cas d'une unité d'aménagement qui atteint la cible ministérielle

Pour atteindre ou maintenir les cibles établies pour chacune des UTA, le suivi de la récolte doit être fait en fonction de deux marges de récolte distinctes, soit la marge en coupe totale, selon le seuil maximal permis pour le stade Régénération, et la marge pour le stade Vieux (tableau 11). En effet, puisque la récolte prévue dans la stratégie d'aménagement peut être faite dans de vieilles forêts ou dans des peuplements matures qui ne sont pas encore vieux, il est recommandé de procéder à un suivi particulier pour le stade Vieux.

Tableau 11 Marges de récolte pour la coupe totale en fonction des degrés d'altération visés par UTA

UTA	Degré d'altération		Superficie UTA (ha)	Stade Régénération				Stade Vieux			
	Actuel	Visé à long terme		Actuel (%)	Max. visé (%)	Marge pour la coupe totale		Actuel (%)	Min. visé (%)	Marge pour la coupe totale dans le stade Vieux	
						(%)	(ha)			(%)	(ha)
1	Faible	Faible	90 000	10	20	10	9 000	35	29	6	5 400
2	Faible	Faible	75 000	5	20	15	11 250	31	29	2	1 500
3	Moyen	Moyen	89 000	15	30	15	13 350	18	14	4	3 560
4	Moyen	Moyen	69 000	28	30	2	1 380	19	14	5	3 450
5	Moyen	Moyen	50 000	12	30	18	9 000	21	14	7	3 500
6	Élevé	Moyen	73 000	25	30	5	3 650	12	14	- 2	(- 1 460)

L'exemple présenté dans le tableau 11 contient les degrés d'altération actuels et visés d'une UTA qui atteint la cible ministérielle de structure d'âge. Pour les fins de l'exemple, les seuils d'altération faible et moyen utilisés étaient respectivement de 20 et de 30 % pour le stade Régénération et de 29 et de 14 % pour le stade Vieux. Il est important de mentionner que les marges de récolte fixées à partir des proportions visées ne représentent pas nécessairement une cible à atteindre, mais un seuil à ne pas dépasser. Dans cet exemple, la superficie de coupe totale permise est limitée par le stade Régénération dans l'UTA 4 uniquement. Dans les autres UTA, des efforts devront être faits pour s'assurer que les coupes totales prévues respectent la marge de récolte permise dans les vieux peuplements disponibles. Elles devront également viser les strates de peuplements matures n'ayant pas atteint le stade Vieux qui sont disponibles pour la récolte sur le territoire. Dans l'UTA 6, la récolte de vieux peuplements devrait être complètement évitée, à moins qu'il y ait suffisamment de recrutement de vieux peuplements à très court terme.

b) Cas d'une unité d'aménagement qui n'atteint pas la cible ministérielle

Dans le cas des unités d'aménagement qui sont en processus de restauration de la structure d'âge, il n'est pas possible d'établir les marges simplement à partir des degrés d'altération visés, car elles seraient souvent négatives. Pour pallier ce problème, il est recommandé d'utiliser les informations sur le scénario de récolte du Bureau du forestier en chef qui permettent d'intégrer les niveaux de récolte prévus par la stratégie d'aménagement qui intègrent l'apport du recrutement en vieux peuplements et les délais de restaurations établis. Ces informations permettront également de visualiser l'ampleur des suivis nécessaires pour assurer l'atteinte des cibles.

Le tableau 12 permet de visualiser la première étape de cette démarche qui consiste à déterminer la marge de récolte disponible pour le stade Vieux, en considérant la proportion de l'UTA occupée par celui-ci, et la marge de récolte actualisée, en considérant le recrutement anticipé au cours de la période de planification. En comparant l'état visé en 2023 (période 2 du scénario) et l'état actuel, incluant les recrues, on obtient la marge de récolte disponible pour la coupe totale dans les vieux peuplements. Dans l'exemple présenté ici, une attention particulière doit être portée aux UTA 1, 2, 4 et 5, car la marge disponible pour la récolte de vieux peuplements est inférieure à la superficie des coupes totales prévues dans ces UTA. Ultimement, le suivi des cibles devrait se faire annuellement en comparant la récolte qui a été planifiée à celle qui a été réalisée dans les peuplements ayant atteint le stade Vieux des UTA jugées à risque.

Tableau 12 Calcul de la marge disponible pour la coupe totale par UTA dans les peuplements au stade Vieux en fonction des cibles pour la période à planifier

UTA	Degré d'altération			Superficie UTA (ha)	Stade Vieux					Coupes totales prévues (ha)
	Actuel	Visé à long terme	Délais		Actuel (%)	Recrues 5 ans (%)	Visé 2023 (%)	Marge ^a (%)	Marge pour la coupe totale dans le stade Vieux (ha)	
1	Élevé	Moyen	20	90 000	8	6	12	2	1800	4 190
2	Moyen	Moyen	-	75 000	19	5	24	0	0	2 370
3	Moyen	Faible	10	89 000	18	14	28	4	3600	3 280
4	Moyen	Moyen	-	69 000	19	8	27	0	0	4 770
5	Moyen	Moyen	-	50 000	21	5	25	1	500	3 600
6	Élevé	Élevé	-	73 000	16	4	18	2	1500	3 010

a. La marge est calculée en soustrayant de la proportion actuelle de vieux peuplement et du recrutement anticipé pour la période à planifier (recrues cinq ans) la proportion de stade Vieux visée pour la période 2023 (résultat de la période 2 du scénario analysé).

Dans le cas des unités d'aménagement dont des superficies importantes sont suivies selon le critère de surface terrière, la démarche pour évaluer les marges de manœuvre est la même. Toutefois, il est important de calculer les marges selon chaque mode de récolte, c'est-à-dire pour les coupes totales dans la portion suivie selon le critère d'âge et pour les coupes partielles dans la portion suivie selon le critère de surface terrière.

AUTRES SOURCES DE DONNÉES

La source de données utilisées pour calculer les marges de manœuvre dans l'exemple présenté ci-haut provient des scénarios du Bureau du forestier en chef. Il est important de souligner que les aménagistes peuvent utiliser n'importe quelle autre source de données qu'ils jugeraient plus fidèle à ce qui est observé sur le terrain pour préparer la planification opérationnelle en fonction des constats fournis par l'analyse des marges de manœuvre.

2.4 Élaboration des plans de restauration écologique

Établir des cibles dans un plan de restauration constitue un exercice délicat où le juste dosage entre le risque environnemental et les conséquences socioéconomiques est difficile à déterminer. Compte tenu de la variabilité de la structure d'âge pouvant exister d'un territoire à l'autre, il n'y a pas de seuil idéal et unique pour déterminer un délai de restauration acceptable. Ce choix ne peut que reposer sur l'analyse du territoire et s'appuyer sur un processus d'optimisation qui permet l'examen de toutes les options disponibles (voir la section 2.2). Le résultat final sera le produit de l'ensemble des actions planifiées. Le délai prévu de restauration ne constitue d'ailleurs qu'un élément du plan parmi toutes les actions envisagées. La démonstration que tous les efforts raisonnables ont été faits pour atteindre la cible ministérielle repose davantage sur la somme des actions envisagées que sur le seul respect du délai fixé pour y parvenir.

Tout plan d'aménagement devrait inclure, lorsqu'elles sont pertinentes, les solutions générales présentées dans la section 2.1. Une restauration à caractère écologique requiert que des efforts particuliers soient mis de l'avant pour réduire les écarts entre la forêt aménagée et la forêt naturelle. Le défi consiste à trouver les solutions les plus adaptées à la réalité, et à répartir les actions pour en maximiser l'efficacité. Pour y arriver, certaines considérations méritent d'être documentées et inscrites dans un plan méthodique conçu pour atteindre la cible ministérielle et les cibles de représentativité des vieilles forêts dans les meilleurs délais possible.

Deux grands principes devraient guider la préparation des plans de restauration. Premièrement, étant donné l'écart important qui existe entre la forêt aménagée et la forêt naturelle, il faut éviter d'aggraver la situation car ceci pourrait compromettre la survie des espèces associées à la présence d'un attribut donné. On doit donc prêter une attention particulière au maintien des vieilles forêts encore présentes. Deuxièmement, il faut entreprendre un processus de restauration active pour assurer un retour progressif des conditions désirées, ce qui nécessite des efforts d'aménagement. La restauration passive, qui consisterait à attendre le retour d'une importante cohorte de vieux peuplements après le passage de la période critique, pourrait difficilement être interprétée comme le meilleur scénario possible.

À long terme, il serait souhaitable que le plan de restauration aille au-delà des seuils minimaux de la cible ministérielle, de manière à diminuer l'écart qui sépare la forêt aménagée de la forêt naturelle.

L'ampleur des efforts déployés devra toutefois être dosée en fonction d'une multitude de facteurs locaux. Ainsi, il faudra prendre en compte l'incertitude quant aux conséquences économiques des nouvelles orientations, à la disponibilité des budgets sylvicoles, à la capacité des acteurs à opérer le changement, etc.

On tiendra également compte de la convergence qui peut exister entre les options de restauration et les différentes mesures d'harmonisation qui seront prises pour limiter les conflits d'usage et favoriser une gestion intégrée des ressources et du territoire. En canalisant efficacement les synergies, les aménagistes seront en mesure d'optimiser les efforts déployés pour planifier un aménagement forestier pleinement intégré.

2.4.1 Objectifs d'aménagement dans un contexte de restauration

Dans les sous-sections qui suivent, nous présentons **trois objectifs d'aménagement** pour guider les aménagistes dans la préparation et la présentation publique des stratégies d'aménagement et des plans de restauration de la structure d'âge. Des exemples plus détaillés des solutions sylvicoles permettant d'atteindre ces objectifs sont présentés dans l'annexe F.

a) Assurer le maintien des vieilles forêts et leur représentativité sur le territoire

Lors de la mise en œuvre de la stratégie d'aménagement, des efforts devront être consentis pour s'assurer que la planification prévoit le maintien d'une quantité suffisante de vieux peuplements pour atteindre les cibles déterminées pour chacune des UTA (voir la section 2.2). Pour ce faire, il faut intégrer les niveaux de récolte de la stratégie d'aménagement dans la planification opérationnelle, en s'assurant que les secteurs d'intervention planifiés respectent la marge de manœuvre pour la récolte des vieux peuplements identifiés à partir des cibles finales de structure d'âge de chacune des UTA.

Dans les cas où un plan de restauration est nécessaire, il est fréquent de constater que les vieux peuplements sont devenus rares dans plusieurs UTA. La marge de manœuvre pour la récolte de ces peuplements risque donc d'être très faible, voire nulle. Le défi consiste à assurer la persistance de ces écosystèmes jusqu'à ce que des cohortes de recrues viennent rétablir la situation. L'objectif est d'éviter la disparition à l'échelle locale des vieux peuplements afin d'offrir refuge aux espèces dépendantes des attributs de cet écosystème. **Tous les efforts raisonnables doivent être consentis pour éviter d'aggraver la situation.**

Pour ce faire, les aménagistes disposent de deux solutions. Ils peuvent laisser les vieux peuplements en place en allongeant les révolutions ou les rotations ou y réaliser des coupes partielles adaptées, de manière à maintenir les principaux attributs des vieilles forêts tout en récoltant un certain volume de bois (voir la section 2.1 et l'annexe F).

Ils chercheront donc à répartir les coupes totales et à doser les coupes partielles adaptées pour éviter d'augmenter la proportion d'UTA présentant un degré d'altération élevé (rouge), d'ici à ce que le recrutement permette de ramener la situation à l'intérieur de la cible ministérielle. Les UTA déjà fortement altérées ainsi que celles qui sont susceptibles de le devenir à court terme sont considérées à risque et une analyse détaillée doit prioritairement être réalisée pour évaluer les options qu'offrent les vieux peuplements qui s'y trouvent.

b) Organiser le recrutement à court terme (recrues proches)

Lorsque les cibles de structure d'âge d'une ou de plusieurs UTA ne sont pas atteintes, on doit alors compter sur l'arrivée des prochaines recrues et examiner avec minutie la cohorte des peuplements qui atteindront le stade Vieux d'ici 20 ans. La figure 11 de l'annexe G illustre comment le flux des recrues peut être estimé à partir de l'analyse de la structure d'âge de l'UTA. Dans cette situation, les mêmes solutions s'offrent aux aménagistes, à savoir l'allongement des révolutions ou des rotations et les coupes partielles adaptées. Ils devront choisir comment répartir les coupes dans les strates de peuplements identifiées comme des recrues, de manière à optimiser le passage des UTA fortement altérées (rouge) vers un état moins altéré (jaune ou vert).

c) Favoriser le recrutement à moyen et à long terme (recrues éloignées)

Il est possible d'influencer le recrutement de vieux peuplements à moyen et à long terme dans le but de restaurer ou de maintenir des paysages plus proches des conditions naturelles sur un horizon plus long (plus de 20 ans). Par diverses actions sylvicoles sur la structure interne ou la composition végétale, on pourra préparer la venue d'une cohorte de recrues éloignées. Dans le cas des strates aménagées sous un régime équienné, les principales actions qui peuvent être menées à court terme en vue de constituer un bassin de recrues à partir duquel des options de vieillissement seront disponibles à moyen ou à long terme sont présentées dans l'annexe F de ce cahier. Dans le cas des strates aménagées sous un régime inéquienné, on peut les trouver en annexe du cahier 5.1 (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, b). Notons également que les objectifs en rapport avec la rétention variable dans les coupes totales peuvent également être modulés de façon à accélérer le retour des vieux peuplements (voir le cahier 5.1.).

2.4.2 Considérations spatiales

Que ce soit pour le maintien des vieux peuplements ou pour planifier ceux qui le deviendront, les considérations spatiales revêtent une grande importance. Les caractéristiques spatiales d'un écosystème constituent des attributs auxquels les espèces sont sensibles et celles-ci seront plus à même de survivre, de se reproduire et de se déplacer si l'organisation spatiale répond à leurs besoins et à leur capacité de déplacement. Pour avoir plus de chances de succès, un plan de restauration doit non seulement favoriser la création ou le maintien d'une plus grande proportion de vieux peuplements, mais il doit aussi tenir compte de leur répartition sur le territoire et de leur configuration spatiale afin qu'ils puissent jouer pleinement leur rôle.

En fixant des cibles de structure d'âge basées sur les UTA, le MFFP cherche à faire une première répartition des stades de développement à une échelle écologique appropriée. Concrètement, la gestion des cibles de structure d'âge basées sur les UTA assure une répartition de la disponibilité des vieux peuplements sur l'ensemble du territoire de l'unité d'aménagement et prévient leur disparition à l'échelle locale sur de grandes superficies. Cet aspect a été pris en compte dans la cible ministérielle.

Par la suite, il faudra veiller à répartir les vieux peuplements et le recrutement en tenant compte des orientations sur l'organisation spatiale des forêts qui sont adaptées aux connaissances écologiques régionales (pessière à mousses, voir le cahier 3.1.1 et Seto et autres, 2012b; sapinière à bouleau blanc et à bouleau jaune, voir le cahier 3.2.1).

2.4.3 Considérations économiques et financières

Dans les sections précédentes, nous avons résumé les différentes solutions qui s'offrent aux aménagistes pour planifier la restauration de la structure d'âge. Pour choisir les meilleures options, il faut en considérer les répercussions économiques et financières. Laisser croître des peuplements ou procéder à des interventions partielles pour maintenir ou développer les attributs de structure typique des vieilles forêts demande des analyses de rentabilité à la fois financières, pour connaître les coûts et les bénéfices immédiats de l'intervention, et économiques, afin d'évaluer les bénéfices à long terme pour la société.

Dans le cas des forêts feuillues, le Comité sur l'impact des modalités opérationnelles des traitements en forêt feuillue (CIMOTFF) a récemment proposé que, sous certaines conditions, des strates d'aménagement feuillues aient un taux de prélèvement plus élevé en surface terrière totale et en tiges de fortes dimensions. Il est évident que ces strates, de même que la plupart des strates aménagées conventionnellement, seront rarement aptes à jouer le rôle des vieilles forêts. Par conséquent, les efforts des aménagistes devront porter sur celles qui pourront le faire durant une période de temps inférieure à la rotation et en maximisant la contribution des strates non aménagées.

2.4.4 Planification de la restauration : synthèse

Une analyse détaillée des UTA à risque (fortement altérées ou qui le seront bientôt) est essentielle pour s'assurer que tous les efforts possibles ont été formellement envisagés pour éviter d'aggraver la situation. Dans certaines circonstances, une fois toutes les options considérées, il est possible que le fait de ne pas aggraver la situation (même momentanément) entraîne une baisse de la possibilité forestière de grande ampleur. En général, plus l'état du territoire d'aménagement est proche de la période critique¹ sur l'horizon de planification, moins la marge de manœuvre est grande. Dans certains cas, les aménagistes pourraient même être placés devant le choix difficile d'augmenter le nombre d'UTA présentant un degré d'altération élevé ou de perturber davantage celles qui le sont déjà afin de sauvegarder celles qui se trouvent dans des conditions de plus faible altération (jaune ou verte). Voici quelques éléments pour aider les aménagistes à faire les meilleurs choix possible selon les conditions locales rencontrées.

- Il faut toujours tester un scénario de stratégie d'aménagement qui n'aggrave pas la situation et qui se rapproche du délai minimal de restauration selon la projection de l'évolution théorique de la forêt (voir la section 2.2.1). Ce premier test, plus exigeant, est essentiel pour mettre toutes les options en évidence et en mesurer les impacts potentiels. Ce n'est qu'à partir de cette information qu'il est possible de faire les meilleurs compromis en étant certain de pouvoir envisager toutes les options disponibles lors d'une deuxième itération.
- La décision d'aggraver la situation ne peut être prise qu'une fois toutes les options sylvicoles étudiées et devant la possibilité d'un impact dont l'ampleur sera jugée inacceptable par la plupart des partenaires locaux et régionaux.
- Dans ces circonstances, il peut être parfois avisé de perturber plus sévèrement une UTA déjà fortement altérée si cette décision permet de maintenir une ou plusieurs autres UTA situées à proximité dans un état moins altéré (jaune ou vert). Les paysages moins altérés offrent de meilleures chances d'abriter un plus grand éventail d'espèces. Ils peuvent alors devenir des foyers de recolonisation à l'échelle du grand paysage. La décision d'altérer plus fortement une UTA déjà très perturbée doit toutefois être exceptionnelle. Il faut tout mettre en œuvre pour éviter la raréfaction des vieux peuplements sur de vastes territoires contigus.

1. Dans une planification à rendement ligneux soutenu, il s'agit de la période où le volume disponible est à son minimum.

- Devant la grande rareté des vieux peuplements, les aménagistes doivent configurer le paysage résiduel de manière à offrir le plus de chances possible aux espèces associées à cet écosystème de persister jusqu'à l'arrivée des recrues. Pour ce faire, ils doivent porter une attention particulière au maintien des vieilles forêts qui présentent une grande valeur écologique, en tenant compte des considérations de composition. Ainsi, il faudrait veiller à ce que la composition des vieux peuplements résiduels reflète toutes les strates forestières disponibles, en particulier celles soient composées d'essences longévives.
- Il faut tenter de profiter de l'effet d'un flux de bois à court terme pour dégager une marge de manœuvre permettant de protéger les vieux peuplements. L'éclaircie commerciale ou la coupe progressive dans des peuplements prématures peut générer un flux de bois à court terme. Ces options, si elles ne produisent pas de vieux peuplements « imités » peuvent réduire les conséquences du maintien des vieilles forêts. Elles doivent cependant être utilisées avec prudence et faire l'objet de tests de sensibilité pour bien mesurer leur effet à long terme sur les possibilités forestières.
- Lorsque la disparition locale de vieux peuplements est imminente, les aménagistes devraient évaluer le coût que peut représenter la quête de vieux peuplements parfois épars sur le territoire. Si ce coût est prohibitif et compromet la rentabilité des opérations, il peut alors y avoir convergence entre la recherche d'une fibre à coût plus bas et la sauvegarde des reliquats de vieux peuplements dans les UTA très altérées.

Approche retenue pour répondre aux enjeux

Recommandations sur l'aménagement

Dans le contexte d'un plan de restauration, considérer les objectifs d'aménagement suivants :

- assurer le maintien de vieilles forêts et leur représentativité sur le territoire;
- organiser le recrutement à court terme (recrues proches);
- favoriser le recrutement à moyen et à long terme (recrues éloignées);
- consigner les efforts déployés dans le plan de restauration.

ANNEXE A Approches retenues pour répondre aux enjeux liés à la structure d'âge

ANALYSE DES ENJEUX

Lignes directrices

- Utiliser l'abondance des stades de développement Régénération et Vieux comme indicateurs pour quantifier les enjeux liés à la structure d'âge des forêts.
- Utiliser les critères et les seuils définis pour quantifier l'abondance actuelle des stades Régénération et Vieux.
- Pour le stade Vieux, appliquer les critères et les seuils selon le modèle de croissance utilisé pour faire évoluer les strates forestières lors du calcul des possibilités forestières. Des seuils d'âge par unités homogènes de végétation sont appliqués dans le cas des strates d'aménagement modélisées avec NATURA, à partir des données d'âge sondé. Des seuils de surface terrière totale par famille de stations et par unités homogènes de végétation sont appliqués dans le cas des strates d'aménagement modélisées avec ARTÉMIS.
- Utiliser les UTA comme base pour quantifier l'abondance actuelle des stades Régénération et Vieux et faire les analyses d'écart. Celles-ci doivent posséder des caractéristiques de taille maximale qui varient en fonction du régime des perturbations naturelles : 500 km² dans la sapinière à bouleau jaune, 1 000 km² dans la sapinière à bouleau blanc et 2 500 km² dans la pessière à mousses.
- Faire une analyse pour déterminer l'écart entre la forêt actuelle et la forêt naturelle pour deux indicateurs, soit l'abondance des peuplements aux stades Régénération et Vieux.
- Évaluer le degré d'altération (faible, moyen ou élevé) des stades Régénération et Vieux en fonction des seuils d'altération propres à chaque indicateur, pour chacune des unités territoriales. Le degré d'altération retenu est celui qui est associé au stade le plus contraignant.
- Atteindre la **cible ministérielle** suivante : la somme de la superficie des unités territoriales qui ont un degré d'altération faible ou moyen doit représenter au moins 80 % du territoire de l'unité d'aménagement.
- Lorsque la cible ministérielle n'est pas atteinte, définir un plan de restauration de concert avec les différents partenaires du territoire, afin qu'elle le soit dans les meilleurs délais possible.
- Consigner les résultats des cibles finales dans le résultat standard R4.0/R40.0 inclus dans les PAFI.

Recommandations sur l'aménagement (sapinière à bouleau blanc et pessière à mousses)

- Faire une analyse pour évaluer le degré d'altération des vieux peuplements pour chacun des grands types de végétation potentielle en utilisant les seuils d'altération propres au stade Vieux (pondéré à l'échelle de l'unité d'aménagement) pour évaluer le degré d'altération de chacune des végétations potentielles.
- Atteindre la **cible** suivante : la superficie de vieux peuplements doit être répartie parmi les principales végétations potentielles, en atteignant le degré d'altération moyen sur chacune des portions de territoire occupées par ces végétations.

Recommandations sur l'aménagement (sapinière à bouleau jaune et érablières)

- Faire une analyse d'écart pour le stade Vieux par grands types de strate d'aménagement (âge et surface terrière), en utilisant les seuils d'altération propres au stade Vieux (pondéré à l'échelle de l'unité d'aménagement) pour évaluer le degré d'altération sur chacune des strates.
- Atteindre la **cible** suivante : la superficie des vieux peuplements doit être répartie dans les strates Âge et Surface terrière, en atteignant minimalement le degré d'altération moyen associé au stade Vieux dans chacune de ces catégories.
- Évaluer l'abondance des vieux peuplements à structure complexe.
- Atteindre la **cible** suivante : les vieux peuplements à structure complexe doivent être maintenus ou augmentés.

Autre recommandation sur l'aménagement

- Faire une analyse de la composition des vieux peuplements et des recrues proches pour compléter le diagnostic sur la représentativité des vieilles forêts.

SOLUTION AUX ENJEUX

Lignes directrices

- Déterminer les cibles de structure d'âge pour chacune des UTA en suivant les étapes ci-dessous :
 1. recueillir et analyser les informations de base pour chacune des UTA de l'unité d'aménagement;
 2. établir les cibles initiales de structure d'âge par UTA;
 3. évaluer les conséquences des cibles initiales;
 4. analyser, si nécessaire, les options permettant de moduler l'atteinte des cibles;
 5. établir les cibles finales de structure d'âge.
- Accompagner la prise de décision en utilisant les outils d'optimisation du Bureau du forestier en chef (Woodstock).
- Consigner les résultats des cibles finales dans le résultat standard R4.0/R40.0 inclus dans les PAFI.

Recommandations sur l'aménagement

Dans le contexte d'un plan de restauration, considérer les objectifs d'aménagement suivants :

- assurer le maintien des vieilles forêts et leur représentativité sur le territoire;
- organiser le recrutement à court terme (recrues proches);
- favoriser le recrutement à moyen et à long terme (recrues éloignées);
- consigner les efforts déployés dans le plan de restauration.

ANNEXE B Actualisation de l'abondance des stades de développement Intermédiaire et Vieux lors d'analyses cartographiques

Bien qu'il soit recommandé de procéder à des analyses d'écart de la structure d'âge à partir des données qui sont fournies et utilisées par le Bureau du forestier en chef, il est aussi souhaitable d'établir un état de situation à partir des classes d'âge cartographiées. Dans ce cas, l'abondance des stades de développement Intermédiaire et Vieux doit être corrigée pour tenir compte du temps écoulé entre la date où les photographies aériennes ont été prises et 2018, l'année d'entrée en vigueur des PAFI. Selon le temps écoulé, on considère qu'une certaine proportion de la classe d'âge précédente (0, 33, 66 ou 100 % de la superficie appartenant à la classe d'âge) a atteint le stade Vieux. La manière de calculer cette correction varie en fonction du domaine bioclimatique (tableau 13), selon les informations du tableau 2 (voir la section 1.1.2.2). Cette procédure doit être répétée pour chaque unité territoriale d'analyse (UTA), selon la superficie couverte par les différentes classes d'âge cartographiées (10 ans, 30 ans, etc.) et le domaine bioclimatique où elle se situe.

Tableau 13 Calcul des corrections à apporter en fonction du temps écoulé entre l'année de photo-interprétation et 2018 pour le stade Vieux

Différence entre l'année de photo-interprétation et 2018	Stade	Domaine bioclimatique ^a	Proportion des superficies des classes d'âge cartographiées à ajouter (ha ou %)
0-5 ans	Pas d'actualisation nécessaire		
6-10 ans	Vieux peuplement	EPN MOU et ERS	90 ans x 0,33
11-15 ans	Vieux peuplement	SAB BOJ et SAB BOP	70 ans x 0,33
		EPN MOU et ERS	90 ans x 0,66
		SAB BOJ et SAB BOP	70 ans x 0,66
		Tous	Inclure la classe précédente (90 ou 70 ans)
15-25 ans	Vieux peuplement	Tous	Inclure la classe précédente (90 ou 70 ans)

a. Pessière noire à mousses (EPN MOU); sapinière à bouleau jaune (BOJ); sapinière à bouleau blanc (BOP); érablière (ERS)

Une analyse similaire peut être faite pour actualiser le stade Intermédiaire, en ajoutant une certaine proportion de la classe d'âge précédente (0, 33, 66 ou 100 %) et en soustrayant la portion qui est passée au stade Vieux (tableau 14).

Tableau 14 Exemple d'actualisation de l'abondance des stades de développement à partir d'une carte établie à l'aide de photographies aériennes prises en 2005 dans le domaine de la pessière à mousses

UTR	Abondance 120 ans et VIN	Abondance 90 ans	Taux de passage	Vieux « ajusté »
UTR1	16 %	10 %	10 % x 0,66 = 6,6 %	16 + 6,6 = 22,6 %
UTR2	25 %	8 %	8 % x 0,66 = 5,3 %	25 + 5,3 = 30,3 %

ANNEXE C Exemple d'un résultat standard R4.0/R40.0 contenant les résultats d'analyse d'écart et de cibles pour les enjeux liés à la structure d'âge des forêts

Le tableau 15 présente un exemple de format exigé pour la structure du résultat standard R4.0/R40.0. Les attributs y sont énumérés et sont accompagnés d'une brève description pour chacun. Des remarques apparaissent également afin de clarifier la façon de compléter chacun des attributs. Le nom de la table de code est inscrit lorsqu'il est disponible.

Tableau 15 Format exigé pour la structure du résultat standard R4.0/R40.0 inclus dans les PAFI

Résultat standard R4.0/R40.0

Nom du fichier			ENJEU_structure_age_forets_R4_0_R_40_0					
Sujet			Enjeu de structure d'âge des forêts					
Format du fichier			Couche numérique {O}					
Description								
Couche numérique {O} qui présente, par unité territoriale de référence (UTR), par UTR regroupées (UTR_R) ou par unité territoriale d'analyse (UTA), le portrait de la forêt naturelle et de la forêt actuelle, ainsi que les seuils et les degrés d'altération pour chaque stade.								
Attribut	Format		Présence	Numéro de la remarque	Exemple	Description	Nom de la table de codes	Provenance de la table de codes
	L	T						
ID_ENJ_AGE	6,0	N	Obligatoire		723	Numéro de l'identifiant unique		
TYPE_UTA	5	C	Obligatoire	1	UTR_R	Code du type d'unité territoriale d'analyse	UN_TERRITORIAL	PAFI
NO_UTA	10	C	Obligatoire	2	UTA1	Numéro de l'unité territoriale d'analyse		
UNIT_HOMO	6	C	Facultative	3	MOBm	Code de l'unité homogène		
AGE_VIEU	3	C	Conditionnelle*	4	81	Seuil d'âge utilisé pour le stade Vieux selon l'unité homogène	AGE_VIEUX	PAFI
AGE_REGE	2	C	Conditionnelle*	5	15	Limite d'âge utilisée pour le stade Régénération selon l'unité homogène	AGE_REGENERATION	PAFI
IN_SUIVI_ST			Conditionnelle*	6	O	Indicateur qui réfère à la proportion de l'U.A. occupée par des strates qui sont suivies selon le critère de surface terrière		
PC_REGE_NA	4,1	N	Obligatoire	7	22,3	Pourcentage du stade Régénération dans la forêt naturelle		
PC_VIEU_NA	4,1	N	Obligatoire	7	49,0	Pourcentage du stade Vieux dans la forêt naturelle		
PCACT_REGE	4,1	N	Obligatoire	8	44,2	Pourcentage actuel du stade Régénération		
PCACT_VIEU	4,1	N	Obligatoire	8	6,0	Pourcentage actuel du stade Vieux		
PCACT_VCOMP	4,1	N	Facultative	8	5,0	Pourcentage actuel des peuplements de catégorie A		
AN_PORTRAI	4	C	Obligatoire		2017	Année à laquelle correspond le portrait actuel de structure d'âge		
SEU_REGE_F	2,0	N	Obligatoire	9	20	Seuil d'altération acceptable, séparant les degrés d'altération faible et moyen, pour le stade Régénération		
SEU_REGE_E	2,0	N	Obligatoire	10	30	Seuil d'alerte, séparant les degrés d'altération moyens et élevés pour le stade Régénération		
SEU_VIEU_F	4,1	N	Obligatoire	11	24,5	Seuil d'altération acceptable, séparant les degrés d'altération faible et moyen pour le stade Vieux		

SEU_VIEU_E	4,1	N	Obligatoire	12	14,7	Seuil d'alerte, séparant les degrés d'altération moyens et élevés pour le stade Vieux		
DE_ALTACTU	6,0	C	Obligatoire	13	MOYEN	Degré d'altération actuel	DEGRE_ALTE	PAFI
DEGRE_VISE	6	C	Conditionnelle*	14	MOYEN	Degré d'altération visé (cible d'aménagement)	DEGRE_ALTE	PAFI
DE_ALT_RE	6	C	Facultative		MOYEN	Degré d'altération actuel pour le stade Régénération		
DE_VISE_RE	6	C	Facultative		FAIBLE	Degré d'altération visé pour le stade Régénération, s'il est distinct de celui visé pour le stade Vieux		
DE_ALT_VI	6	C	Facultative		ÉLEVÉ	Degré d'altération actuel pour le stade Vieux		
DE_VISE_VI	6	C	Facultative		MOYEN	Degré d'altération visé pour le stade Vieux, s'il est distinct de celui visé pour le stade Régénération		
VIEUX_MIN	4,1	N	Conditionnelle*	15	17,0	Seuil minimal visé pour les vieilles forêts		
REGE_MAX	4,1	N	Conditionnelle*	16	25,0	Seuil maximal visé pour les forêts en régénération		
IN_DELAI	2	C	Conditionnelle*	17	N	Indicateur d'un délai de restauration		
DELAI	2	C	Conditionnelle*	18	20	Délai de restauration		
CONTR_STRU	2	C	Conditionnelle*	19	O	Indicateur de contrainte de structure d'âge		

*Lorsque l'information est disponible, il est obligatoire de l'inscrire. Si le champ possède un domaine de valeurs et qu'aucun code ne correspond à ce champ, sélectionner « ND » pour non défini.

Signification des remarques	
1.	Inscrire le code du type d'unité territoriale sur laquelle la description de l'enjeu est basée. Il peut s'agir d'UTR, de regroupement d'UTR ou de regroupement de COS.
2.	Inscrire un numéro séquentiel de 1 à xx précédé du préfixe UTA. Lorsque le type d'UTA est une UTR, il est possible de conserver le numéro d'UTR d'origine.
3.	Si les informations sur la forêt préindustrielle proviennent des états de référence, inscrire le code de l'unité homogène concernée.
4.	Selon l'unité homogène, il s'agit de l'âge minimal pour considérer un peuplement au stade Vieux.
5.	Selon l'unité homogène, il s'agit de l'âge maximal pour considérer un peuplement au stade Régénération.
6.	Indicateur qui réfère à la proportion de l'unité d'aménagement qui est suivie selon le critère de surface terrière (modèle ARTÉMIS). Si la proportion est supérieure à 25 % du territoire inclus dans le calcul des possibilités forestières, indiquer « O » sinon indiquer « N ».
7.	Cette information provient des états de référence ou du plan régional de développement intégré des ressources et du territoire (PRDIRT).
8.	Le pourcentage doit être calculé à partir des données du Bureau du forestier en chef (BFEC) au début du processus lié au calcul des possibilités forestières ou de la carte CFET-BFEC mise à jour.
9.	Seuil de 20 % dans l'érablière et la sapinière ou de 25 % dans la pessière.
10.	Seuil de 30 % dans la sapinière et l'érablière ou de 35 % dans la pessière.
11.	Le seuil d'altération acceptable est exprimé en pourcentage. Il est déterminé en multipliant le pourcentage du stade Vieux dans la forêt naturelle par 50 %.
12.	Le seuil d'alerte est exprimé en pourcentage. Il est déterminé en multipliant le pourcentage du stade Vieux dans la forêt naturelle par 30 %.
13.	Le degré d'altération actuel correspond au degré d'altération pour le stade de développement le plus altéré. Par exemple, si le degré d'altération pour le stade Vieux est « FAIBLE » et que le degré d'altération pour le stade Régénération est « MOYEN », le degré d'altération actuel sera « MOYEN ». Lors de l'activité 2 du <i>Manuel de planification forestière</i> , le champ est vide.
14.	Inscrire le degré d'altération visé en fonction de la cible d'aménagement écosystémique. Selon les circonstances, le degré d'altération visé peut être égal au degré d'altération actuel, tout comme il peut être plus exigeant ou moins exigeant que celui-ci. Le degré d'altération visé pour une UTA donnée s'applique à la fois au stade Vieux et au stade Régénération. Lors de l'activité 2 du <i>Manuel de planification forestière</i> , le champ est vide.
15.	Cette valeur s'exprime en pourcentage. Lors de l'activité 2 du <i>Manuel de planification forestière</i> , le champ est vide.
16.	Cette valeur s'exprime en pourcentage. Lors de l'activité 2 du <i>Manuel de planification forestière</i> , le champ est vide.
17.	Inscrire la lettre O pour « OUI » lorsqu'un délai de restauration s'applique. Inscrire la lettre N pour « NON » lorsqu'aucun délai de restauration ne s'applique. Lors de l'activité 2 du <i>Manuel de planification forestière</i> , le champ est vide.
18.	Si un plan de restauration a été établi, inscrire le nombre d'années pour le délai de restauration. Les valeurs possibles sont un nombre d'années entre 0 et 50. Lors de l'activité 2 du <i>Manuel de planification forestière</i> , le champ est vide.
19.	Indicateur établi à partir de la marge de manœuvre disponible pour la coupe totale dans le stade Vieux. Il indique si une priorisation des COS doit être entreprise pour faciliter l'atteinte de la cible de structure d'âge. Inscrire la lettre O pour « OUI » lorsqu'un suivi est nécessaire pour assurer l'atteinte de la cible. Inscrire la lettre N pour « NON » lorsque le suivi est facultatif. Lors de l'activité 2 du <i>Manuel de planification forestière</i> , le champ est vide.

Regroupement d'UTR								
Nom du fichier			TabDes_regro_UTR					
Sujet			Regroupement d'UTR pour l'enjeu de structure d'âge des forêts					
Format du fichier			Descriptif					
Description								
Ce fichier permet de lister les unités territoriales de références (UTR) et les regroupements d'UTR en fonction de l'enjeu de structure d'âge des forêts.								
Attribut	Format		Présence	Numéro de la remarque	Exemple	Description	Nom de la table de codes	Provenance de la table de codes
	L	T						
TYPE_UT	5	C	Obligatoire	1	UTR_R	Code du type d'UTA	UN_Territorial_2	PAFI
NO_UT	10	C	Obligatoire	2	UT1	Numéro de l'UTR concernée		
NO_UTR	10	C	Obligatoire	3	084511020	Numéro de l'UTR		
UTR_BFEC	6	C	Obligatoire	4	UTR81	Numéro attribué par le Bureau du forestier en chef (BFEC) à l'unité territoriale de référence		
Signification des remarques								
1.	Inscrire le code du type d'unité territoriale sur laquelle la description de l'enjeu est basée.							
2.	Ce numéro provient de la couche numérique ENJEU_structure_age_forets_R4_0_R_40_0.							
3.	Inscrire le numéro de l'UTR d'origine.							
4.	Inscrire le numéro de l'UTA renumérotée par le Bureau du forestier en chef.							

ANNEXE D Résumé des critères proposés pour évaluer les recommandations d'aménagement à appliquer selon les spécificités de l'unité d'aménagement

Selon leur situation géographique, les unités d'aménagement peuvent chevaucher plusieurs domaines bioclimatiques et avoir des proportions de peuplements variables suivis selon le critère de surface terrière ou d'âge utilisé lors de la modélisation des possibilités forestières. Le tableau suivant contient les critères qui permettent d'évaluer les recommandations sur l'aménagement qui s'appliquent dans une unité d'aménagement. Ces recommandations sont présentées en détail dans la section 1.3.

Recommandation sur l'aménagement	Proportion de l'unité d'aménagement suivie selon le critère de surface terrière ou d'âge (%)
Cible de vieilles forêts par grand type de strates (âge et surface terrière)	≥ 25 % suivis selon la surface terrière
Cible de vieilles forêts à structure complexe (catégorie A)	≥ 25 % suivis selon la surface terrière
Cible de vieilles forêts par végétation potentielle	≥ 75 % suivis selon l'âge

ANNEXE E Typologie de la persistance probable des vieux peuplements et des recrues proches face à l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette¹

Type de peuplements	Description	Groupe d'essences	Contribution au flux de vieux peuplements
Type A – Peuplements persistants et peu touchés par l'épidémie	Ces peuplements sont dominés par des essences longévives qui ne sont pas ou qui sont peu vulnérables ou par des essences qui ne sont pas susceptibles. Leur persistance au terme de l'épidémie est certaine et les pertes de volume de bois, négligeables.	Le premier code du groupement d'essences est une essence longévive susceptible, mais qui est peu ou qui n'est pas vulnérable, ou une essence qui n'est pas susceptible. Absence d'essences très vulnérables dans le groupement d'essences. Ex. : EnTo, EnPt ou EsBj	Ces peuplements constituent une base solide pour atteindre les cibles de structure d'âge et ont une composition principalement associée aux stades évolutifs de fin de succession qui sont souvent en raréfaction dans les vieilles forêts. En cas de raréfaction, ces peuplements devraient être conservés en priorité .
Type B – Peuplements persistants, parfois touchés par l'épidémie	Ces peuplements sont dominés par des essences longévives qui ne sont pas ou qui sont peu vulnérables ou par des essences qui ne sont pas susceptibles comme le type A, mais qui ont une composante de sapin minoritaire . Malgré la mortalité probable du sapin, ces peuplements sont peu sujets à une réinitialisation et persisteront ou évolueront vers le stade Vieux. Toutefois, une perte de volume parfois importante est à prévoir en cas d'épidémie prolongée.	Le premier code du groupement d'essences est une essence longévive susceptible, mais qui n'est pas ou qui est peu vulnérable ou une essence qui n'est pas susceptible. Présence d'essences très vulnérables dans le groupement d'essences (deuxième ou troisième code). Ex. : EnSb ou BjFtSb	Ces peuplements constituent aussi une base solide pour atteindre les cibles de structure d'âge et ont une composition principalement associée aux stades évolutifs de fin de succession qui sont souvent en raréfaction dans les vieilles forêts. En cas de raréfaction, ils devraient être conservés en seconde priorité , mais les pertes appréhendées en volume doivent être prises en compte. Dans le cas des recrues proches, l'épidémie peut y accélérer le développement d'attributs propres aux vieux peuplements.
Type C – Peuplements persistants, parfois touchés par l'épidémie, mais peu longévifs	Ces peuplements sont formés d' essences non longévives parfois accompagnées d'une composante de sapin minoritaire.	Le premier code du groupement d'essences est une essence non longévive qui n'est pas susceptible. Présence ou non d'un code d'essences très vulnérables dans le groupement d'essences (deuxième ou troisième code). Ex. : BbBb ou PeFiSb	Ces peuplements jouent un rôle dans l'atteinte des cibles de structure d'âge, mais leur contribution est de courte durée et représentative des stades évolutifs de début de succession, généralement moins fréquents dans la forêt naturelle.

1. Le détail de cette typologie est présenté dans le document du Ministère (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2014). Une boîte à outils est disponible pour classer automatiquement les peuplements à partir de la carte CFET-BFEC.

Type de peuplement	Description	Groupe ment d'essences	Contribution au flux de vieux peuplements
Type D – Peuplements à persistance variable touchés par l'épidémie	Ces peuplements sont dominés par le sapin avec une composante minoritaire d'essences longévives ou non, susceptibles, mais peu ou non vulnérables ou non susceptibles.	Seul le premier code du groupement d'essences est une essence très vulnérable. Ex. : SbEn ou SbBb	Ces peuplements ne sont pas toujours réinitialisés. Il peut parfois en résulter un peuplement de faible densité ayant plusieurs attributs des vieilles forêts. En cas de rareté, ils peuvent constituer une bonne base pour atteindre les cibles de structure d'âge. Lorsque c'est le cas, ils devraient faire l'objet d'un suivi serré de la défoliation cumulée et de la mortalité effective avant d'être récupérés. Dans le cas des recrues proches qui ne seront pas réinitialisées, l'épidémie peut avoir pour effet d'y accélérer le développement d'attributs propres aux vieux peuplements.
Type E – Peuplements peu persistants touchés par l'épidémie	Ces peuplements présentent une très forte dominance de sapins et sont sujets à une mortalité élevée et à des pertes importantes de volume de bois dans les zones probables d'épidémie prolongée.	Les deux premiers codes du groupement d'essences sont des essences très vulnérables. Ex. : SbSb	Comme ces peuplements sont sujets à une réinitialisation, ils constituent une base très faible pour les cibles de structure d'âge. En cas de grande rareté, selon leur état (épidémie modérée), ils peuvent fournir des conditions « proches » de celles des vieilles forêts. Ils devraient donc être considérés en dernier recours pour contribuer au stade Vieux et faire l'objet d'un suivi pour évaluer le rôle qu'ils peuvent jouer dans les attributs des vieilles forêts.

ANNEXE F Solutions sylvicoles pour le maintien et la restauration des vieux peuplements

Cette annexe présente des exemples de solutions sylvicoles portant sur les objectifs d'aménagement dans un contexte de restauration de la structure d'âge des forêts qui peuvent faire l'objet d'actions clés à intégrer dans les PAFI.

1. Maintenir ou recruter des vieilles forêts à court terme

Coupes partielles modulées pour maintenir les attributs des vieilles forêts

Selon la situation observée localement, et en vue de rendre un certain volume de bois disponible pour atténuer les conséquences sur les possibilités forestières, les aménagistes peuvent opter pour des scénarios de coupes partielles qui seront adaptés de manière à maintenir les principaux attributs des vieux peuplements. Tous les vieux peuplements des UTA à risque devront être analysés en fonction des options de coupes partielles qu'ils peuvent offrir.

Strates forestières résineuses et mixtes à feuillus intolérants

Différentes variantes de coupes progressives peuvent s'appliquer lorsque l'on souhaite maintenir les caractéristiques d'un vieux peuplement, dont la coupe progressive irrégulière à couvert permanent (CPICP), la coupe progressive irrégulière à régénération lente (CPIRL) et la coupe progressive régulière (CPR)¹. Le choix dépend du temps pendant lequel le stade Vieux doit être maintenu pour chacun des peuplements. L'analyse de la structure d'âge de l'UTA et le flux des recrues de vieux peuplements influenceront le choix sylvicole. Par exemple, en présence d'une importante cohorte de recrues proches, une coupe progressive régulière peut assurer le maintien du couvert d'ici à ce que les recrues atteignent le stade Vieux. En leur absence, la CPICP ou la CPIRL pourrait représenter un choix plus judicieux.

Plusieurs autres raisons peuvent pousser les sylviculteurs à opter pour des traitements de coupes progressives, parmi lesquelles le besoin de maîtriser la végétation concurrente sur des sites riches, de profiter de la présence de semenciers pour régénérer certaines essences (épinette rouge, bouleau jaune, thuya, etc.), de maintenir un couvert résiduel dans des zones où la qualité du paysage est un enjeu social ou encore de respecter les caractéristiques des habitats d'espèces sensibles à l'aménagement. Ces considérations doivent être prises en compte pour déterminer les peuplements où ces traitements seraient appropriés. Des analyses plus fines devront être menées pour savoir dans lesquels de ces peuplements les coupes progressives peuvent être envisagées. Ces traitements sont inenvisageables dans certains peuplements où les risques de chablis sont élevés en raison de leur structure, de leur composition ou de leur exposition au vent. Le sylviculteur devra donc mener une analyse approfondie pour associer les bons traitements aux bons endroits de manière à répondre à l'ensemble des objectifs. Le choix final du traitement sylvicole sera fait à l'étape de la prescription sylvicole en tenant compte de l'analyse de rentabilité économique.

1. La coupe progressive régulière permet de maintenir des attributs de vieux peuplements jusqu'à la coupe finale si certaines modulations sont appliquées. Cet effet sera de courte durée (< 1/5 de la révolution) et il conduira ultimement à la réinitialisation d'un peuplement régulier. On cherchera donc à utiliser cette option en dernier recours.

LES COUPES PARTIELLES EN PÉRIODE D'ÉPIDÉMIE DE TORDEUSES DES BOURGEONS DE L'ÉPINETTE

Les sylviculteurs œuvrant dans des secteurs susceptibles d'être touchés par une épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette doivent consulter le chapitre 3 du guide de référence concernant l'aménagement écosystémique dans ce contexte (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2014). Le document traite des aspects à considérer, dont la vulnérabilité des peuplements et le déroulement de l'épidémie, avant de faire des coupes progressives.

Strates feuillues et mixtes à feuillus tolérants

Il est possible de moduler des interventions sylvicoles connues de manière à maintenir ou à favoriser le développement des attributs de structure associés aux vieilles forêts, aux vieilles forêts à structure complexe ainsi qu'à leurs recrues (catégorie A, B ou C; voir le tableau 3).

Vieilles forêts à structure complexe (catégorie A)

L'option de laisser croître les vieilles forêts à structure complexe est souvent la solution idéale pour conserver leurs attributs. Bien que cela soit très contraignant sur le plan financier, dans certaines circonstances, il serait envisageable de pratiquer une coupe partielle à faible prélèvement pour maintenir le peuplement dans les valeurs minimales des seuils ou près de ceux-ci afin qu'il retrouve les caractéristiques souhaitées dans un court délai. Le Vermont (Keeton, 2006) et, au Québec, l'Outaouais (McCullough et Doyon, 2010) expérimentent présentement ce type de coupe. Le prélèvement sera faible, de façon à maintenir une grande surface terrière, comportant surtout des essences longévives, ainsi qu'une proportion élevée de gros arbres vigoureux qui ont de bonnes chances d'atteindre un âge avancé.

Dans certains cas, il est possible que les conditions dans les chantiers de récolte (ex. : la distribution et la taille des vieilles forêts, l'emplacement des chemins forestiers) fassent en sorte qu'un peuplement de catégorie A soit traité conventionnellement (ex. : coupe de jardinage [CJ], coupe progressive irrégulière [CPI]), et que cela le ramène vers la catégorie B. Bien que cette situation ne soit pas souhaitable, elle peut être envisagée si les aménagistes s'assurent que, sur l'ensemble du territoire d'analyse, la superficie des peuplements de catégorie A est globalement maintenue, et que la superficie totale des peuplements de catégories A et C augmente. À l'échelle du peuplement, il serait souhaitable que les traitements assurent le maintien d'attributs résiduels, notamment le maintien ou l'augmentation de la proportion des essences longévives qui contribueront à son retour à moyen terme dans la catégorie A.

Recrues potentielles de vieilles forêts à structure complexe (catégorie B)

Conduire des peuplements de catégorie B vers la catégorie A est possible en pratiquant le même type de coupe partielle que celle décrite précédemment, dans le but de favoriser le développement de gros arbres d'essences longévives. Encore une fois, le prélèvement devra être faible, de façon à maintenir une grande surface terrière ainsi qu'une proportion élevée de gros arbres vigoureux. Cependant, le plus souvent, on cherchera à les maintenir dans les conditions propres à cette catégorie en pratiquant une CJ ou une CPICP. Dans les deux cas, la modulation des traitements vise le maintien des caractéristiques de structure, mais surtout la régénération et le recrutement d'essences longévives, ce qui permet d'obtenir un taux de prélèvement un peu

plus élevé (ex. : réduire la surface terrière de 25 à 20 m²/ha dans une érablière à bouleau jaune). Les peuplements de catégorie B ainsi maintenus dans le paysage offriront des conditions de structure interne qui oscilleront autour des valeurs de la catégorie A. Il s'agit d'une façon de diminuer l'écart avec la forêt naturelle tout en offrant des options sylvicoles qui répondent mieux aux critères de rentabilité financière.

Vieilles forêts (catégorie C)

Conduire des peuplements de catégorie C vers la catégorie A est possible en pratiquant différentes interventions qui favoriseront l'augmentation de la surface terrière d'essences longévives et de la surface terrière des gros bois. Idéalement, si l'objectif sylvicole peut être atteint en pratiquant une coupe partielle à faible prélèvement, ce traitement permettrait au peuplement de développer rapidement les caractéristiques de la catégorie A. Dans la majorité des cas, une intervention avec prélèvement plus élevé sera nécessaire pour favoriser les essences longévives sans avoir d'effets notables sur les autres variables de structure. Dans ces conditions, un passage temporaire vers des peuplements de catégorie B sera inévitable. Pour ce faire, les traitements sylvicoles à privilégier sont les CJ ou les CPICP qui maintiennent la surface terrière au-delà de 20 m²/ha.

La Lorsque l'application des solutions sylvicoles s'avère difficile, il est toujours possible d'opter pour l'allongement des révolutions ou des rotations.

2. Favoriser le recrutement des vieilles forêts à moyen et à long terme

Certaines actions sylvicoles auront un effet à court ou à moyen terme en favorisant la présence d'éléments de structure et de composition dans les peuplements jeunes, matures ou dégradés qui contribueront à réduire globalement l'écart entre la forêt aménagée et la forêt naturelle.

Modulations à intégrer dans les coupes actuelles (stade mature ou peuplements appauvris)

Il est possible de moduler les interventions dans les coupes actuelles de manière à favoriser le retour plus rapide des attributs de composition et de structure associés aux vieilles forêts. Essentiellement, les actions suivantes pourraient être envisagées.

Strates forestières résineuses et mixtes à feuillus intolérants

- Accélérer le retour des peuplements vers des stades évolutifs de faciès ou stables par l'application de coupes appropriées.
- Agir sur la composition des futurs peuplements en favorisant la régénération d'essences longévives par des actions d'enrichissement ou de préparation de terrain sous couvert ou de regarni.
- Convertir la structure de peuplements en modulant le scénario sylvicole associé à la CPIRL ou à la CPR de manière à maintenir au moins 50 % du volume sur pied lors de la coupe finale.
- Produire des peuplements dont la complexité structurale est plus grande en pratiquant des coupes à rétention variable, notamment en haussant les niveaux de rétention dans les UTA où le degré d'altération est élevé (rouge). Il est aussi possible d'y favoriser le maintien et l'accroissement des essences longévives.

Strates forestières feuillues et mixtes à feuillus tolérants

- Accélérer le retour des peuplements vers des stades évolutifs de faciès ou stables par l'application de coupes appropriées.
- Dans les strates de feuillus tolérants, minimiser les rajeunissements sévères dans les peuplements qui ne présentent pas de problèmes importants de composition et de vigueur. Favoriser les traitements tels que :
 - o la CPICP ayant un taux de prélèvement entre 25 et 40 % de la surface terrière sur une rotation de 35 ± 5 ans pour conserver une partie des attributs actuels des vieilles forêts;
 - o les coupes progressives irrégulières à régénération lente (CPIRL) ou par trouée agrandie (CPITA). Cette approche permet d'éviter le stade Régénération associé aux procédés de régénération de la futaie régulière.

Conversion vers une structure irrégulière à partir du stade perchis

Dans certaines régions, des superficies appréciables deviennent admissibles au traitement d'éclaircie commerciale. Dans ce cas, il est possible d'envisager une conversion de structure en utilisant des traitements tels que l'éclaircie jardinatoire pour augmenter le bassin de peuplements susceptibles de fournir des recrues de vieux peuplements à moyen terme (environ 50 ans dans la sapinière).

Le traitement d'éclaircie jardinatoire favorise les beaux sujets pour produire de grosses tiges, tout en créant quelquefois des trouées, alors que certaines parties du peuplement ne seront pas éclaircies, de manière à assurer la présence de bouquets plus denses. Ces modalités favorisent une hétérogénéité verticale et horizontale, elles permettent l'établissement ou la croissance, par endroits, d'une régénération naturelle ou artificielle, créant ainsi des conditions microclimatiques variées et autant d'habitats pour les espèces (Franklin, Mitchell et Palik, 2007). Ce type d'intervention peut être considéré comme une intervention précoce en vue d'établir un scénario de coupe progressive irrégulière. Ainsi, une proportion des peuplements éduqués pourrait être redirigée vers un tel scénario. Les plantations qui n'ont pas atteint les rendements escomptés pourraient d'ailleurs être de bons sujets à la conversion de structure et contribuer au recrutement de peuplements présentant des attributs proches de ceux des vieux peuplements.

La proportion de peuplements à rediriger vers un tel scénario est fonction des besoins de restauration à long terme et des besoins de mitigation à court terme. Les décisions à cet égard doivent reposer sur une analyse économique qui aidera à déterminer quels sont les meilleurs scénarios sylvicoles pour atteindre les objectifs liés aux enjeux de structure d'âge des forêts.

Modification de la composition végétale et augmentation de la complexité structurale dans les peuplements au stade juvénile (semis et gaulis)

Au moment d'intervenir dans la vie d'un peuplement au stade juvénile, il est possible de poser des gestes qui favoriseront la venue de recrues à long terme. On procédera principalement par des traitements de nettoyage ou de dégagement afin d'influencer la composition des futurs peuplements au profit des essences longévives, pour s'approcher progressivement de la composition de la forêt naturelle. Dans certaines régions, ces actions permettront aussi de diminuer la vulnérabilité à la tordeuse des bourgeons de l'épinette et au chablis, ce qui, en retour, sera profitable au recrutement des vieux peuplements. Des modulations pour augmenter la complexité structurale des peuplements pourraient aussi être envisagées au moment de ces interventions. Ces modulations pourraient s'inspirer des mesures de mitigation qui ont été mises au point pour les traitements d'éclaircie précommerciale (EPC).

ANNEXE G Exemples d'outils d'analyse facilitant l'établissement des cibles de structure d'âge par UTA

Les figures 12, 13 et 14 donnent quelques exemples des outils d'analyse fournis par le Bureau du forestier en chef. Dans chacune de ces figures, les portions de colonne en gris représentent le territoire exclu du calcul (EXIN) selon les modèles du Bureau du forestier en chef. Il s'agit, le plus souvent, d'aires protégées ou de territoires inaccessibles. Les pourcentages correspondent à la somme des superficies des cohortes par groupe de classes d'âge. Elles permettent de visualiser le flux des recrues en fonction du seuil d'âge retenu pour les vieilles forêts (80 ans dans la sapinière et 100 ans dans la pessière) et les recrues proches (< 20 ans). Le degré d'altération (faible, moyen ou élevé) correspond à l'état actuel (an 0) et projeté dans 20 ans (an 20) de l'UTA en regard des seuils d'altération. Les exemples présentés ici proviennent d'une unité d'aménagement située dans la sapinière et où la moyenne historique de vieux peuplements est d'environ 75 %. Le seuil d'altération élevé (rouge) se situe donc à 25 % et le seuil d'altération faible (vert) à 37 %.

À partir de ces exemples, il est possible de disposer d'informations pertinentes pour choisir les cibles. Ainsi, à la figure 10, l'UTA 1 dépasse le seuil d'altération modéré, mais bénéficie d'un flux constant de recrues proches et de recrues éloignées. De plus, environ 33 % de la superficie du territoire est exclue des interventions. Elle se prêterait donc bien à une cible verte.

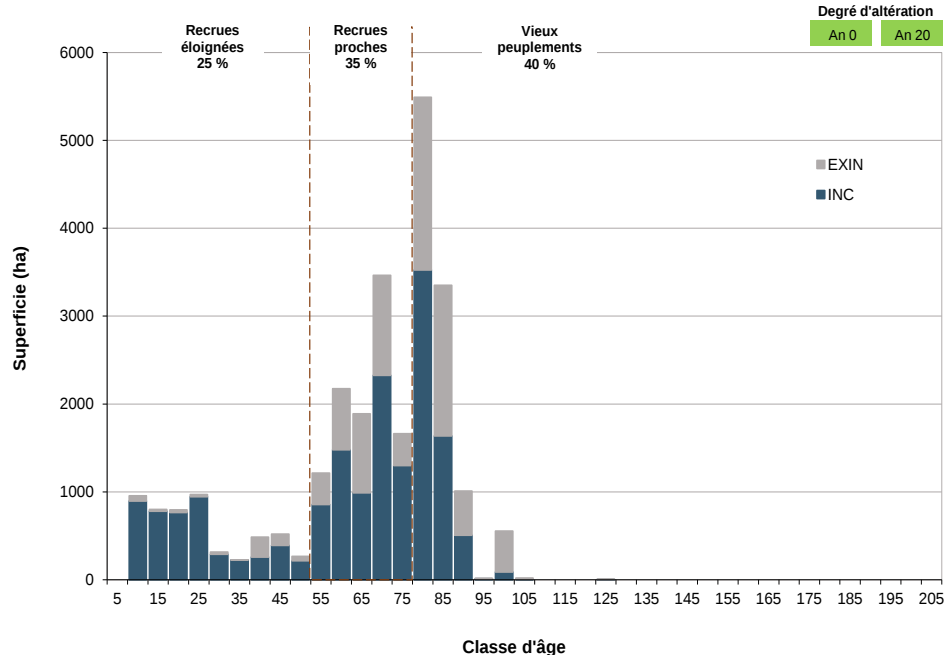


Figure 10 Structure d'âge de l'UTA 1 qui offre de bonnes options pour le maintien d'un degré d'altération faible

À la figure 11, l'UTA 2 n'a que peu d'options de restauration. Au cours des 45 prochaines années, seulement 19 % du territoire peut théoriquement atteindre le stade Vieux. La cible d'altération ne peut être qu'élevée (rouge).

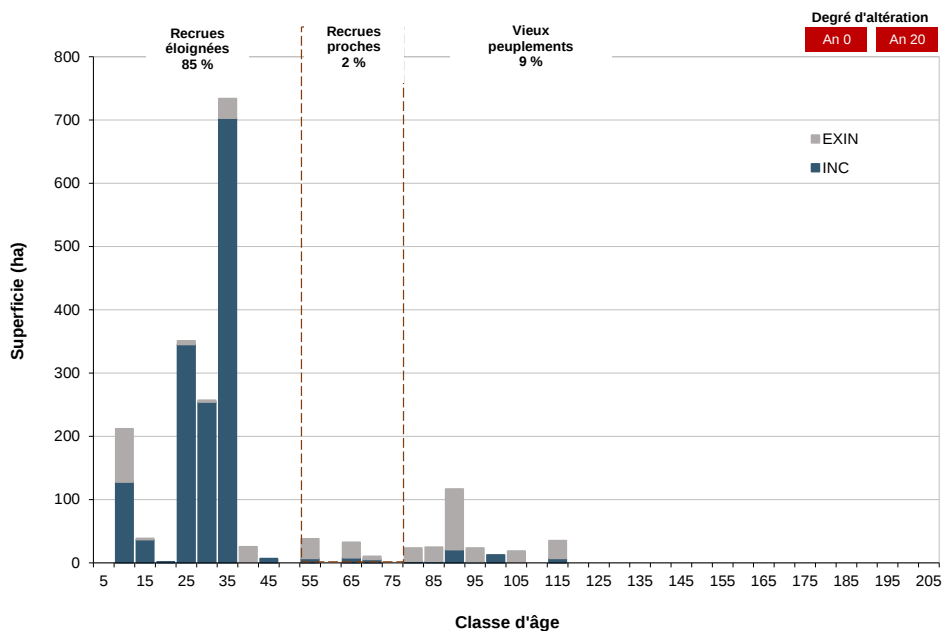


Figure 11 Structure d'âge de l'UTA 2 qui présente peu d'options de restauration

Finalement, la figure 12 montre que l'UTA 3 comporte des options de restauration ainsi qu'une possibilité d'accès à des volumes de bois à court terme. Dans ce cas, on pourrait envisager une cible d'altération faible (verte) ou moyenne (jaune) selon le contexte.

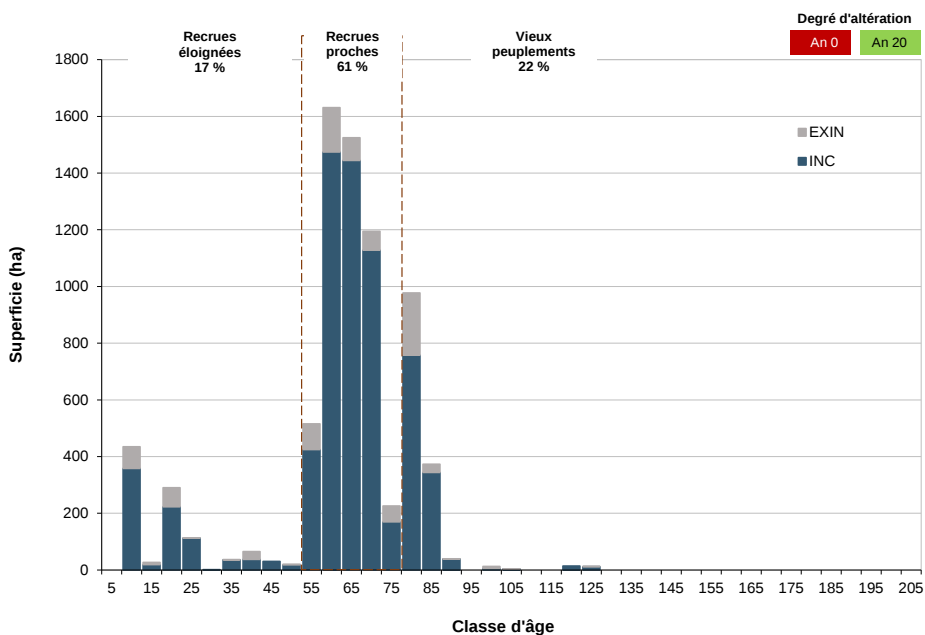


Figure 12 Structure d'âge de l'UTA 3 qui présente de bonnes options de restauration

BIBLIOGRAPHIE

- BERGERON, Y., et autres (1999). « Stratégies d'aménagement forestier qui s'inspirent de la dynamique des perturbations naturelles : considérations à l'échelle du peuplement et de la forêt », *The Forestry Chronicle*, vol. 75, n° 1, p. 55-61.
- BERGERON, Y., et K. A. HARPER (2009). "Old-Growth Forests in the Canadian Boreal: the Exception Rather than the Rule?", dans WIRTH, C., G. GLEIXNER et M. HEIMANN (éditeurs), *Old-Growth Forests – Function, Fate and Value*, Berlin, Allemagne. Springer, p. 285-300. (Ecological studies: 207).
- BOUCHER, D., L. DE GRANDPRÉ et S. GAUTHIER (2003). « Développement d'un outil de classification de la structure des peuplements et comparaison de deux territoires de la pessière à mousses du Québec », *The Forestry Chronicle*, vol. 79, n° 2, p. 318-328.
- BOUCHER, Y., et autres (2011). *Le registre des états de référence : intégration des connaissances sur la structure, la composition et la dynamique des paysages forestiers naturels du Québec méridional*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, 21 p. (Mémoire de recherche forestière n° 161).
- BOULANGER, Y., et autres (2013). "Fire Regime Zonation Under Current and Future Climate Over Eastern Canada", *Ecological Applications*, vol. 23, n° 3, p. 904-923.
- CENTRE D'ÉTUDE DE LA FORÊT (2008). *Avis scientifique portant sur l'article 92.0.3.2 de la Loi sur les forêts*, [En ligne]. [<http://forestierenchef.gouv.qc.ca/actualite/les-vieilles-forets-des-peuplements-en-degradation-ou-susceptibles-detre-affectes-par-des-desastres-naturels-en-raison-de-leur-etat-ou-de-leur-age>] (Consulté le 1^{er} juin 2015).
- FRANKLIN, J. F., et autres (2002). "Disturbances and Structural Development of Natural Forest Ecosystems with Silvicultural Implications, Using Douglas-Fir Forests as an Example", *Forest Ecology and Management*, vol. 155, n°s 1-3, p. 399-423.
- FRANKLIN, J. F., R. J. MITCHELL et B. J. PALIK (2007). *Natural Disturbance and Stand Development Principles for Ecological Forestry*, Newtown Square Pennsylvanie, USDA Forest Service, Northern Research Station, 44 p. (General Technical Report; NRS-19).
- GUILLEMETTE, F., et V. MCCULLOUGH (2011). *Caractéristiques dendrométriques de vieux peuplements feuillus*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, 12 p. (Avis technique; SSRF-4).
- HARPER, K. A., et autres (2005). "Structural Development Following Fire in Black Spruce Boreal Forest", *Forest Ecology and Management*, vol. 206, n°s 1-3, p. 293-306.
- JETTÉ, J.-P., et autres (2013a). *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré. Partie I – Analyse des enjeux*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 150 p.
- JETTÉ, J.-P., et autres (2013b). *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré. Partie II – Élaboration de solutions aux enjeux*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 159 p.

- KEETON, W. S. (2006). "Managing for Late-Successional/Old-Growth Characteristics in Northern Hardwood-Conifer Forests", *Forest Ecology and Management*, vol. 235, n^{os} 1-3, p. 129-142.
- KNEESHAW, D., et S. Gauthier (2003). "Old growth in the boreal forest: A Dynamic Perspective at the Stand and Landscape Levels", *Environmental Reviews*, vol. 11, n^o S1, p. S99-S114.
- LE GOFF, H., et autres (2010). « L'aménagement durable des vieilles forêts boréales : mythes, pistes de solutions et défis », *The Forestry Chronicle*, vol. 86, n^o 1, p. 63-69.
- MCCULLOUGH, V., et F. DOYON (2010). *Application du jardinage écosystémique en Outaouais : premier essai au Québec en forêt feuillue – Rapport final*, Ripon, Québec, Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue, 62 p.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2014). *L'aménagement écosystémique dans un contexte d'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette – Guide de référence pour moduler les activités d'aménagement dans les forêts publiques*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la protection des forêts, 127 p.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (a). *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré de 2018-2023, Cahier 3.2.1 – Enjeux liés à la planification tactique de l'organisation spatiale des forêts dans la sapinière*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers. (À paraître).
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (b). *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré de 2018-2023, Cahier 5.1 – Enjeux liés aux attributs de structure interne des peuplements et au bois mort*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers. (À paraître).
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (c). *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré de 2018-2023, Cahier 3.2.3 – Délimitation des compartiments d'organisation spatiale des forêts dans la sapinière*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers. (À paraître).
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (d). *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré de 2018-2023, Cahier 3.1.2 – Enjeux liés à la planification opérationnelle de l'organisation spatiale des forêts dans la pessière à mousses*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers. (À paraître).
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2015a). *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré de 2018-2023, Cahier 3.1.1 – Enjeux liés à la planification tactique de l'organisation spatiale des forêts dans la pessière à mousses*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 37 p. [Publié dans l'intranet du MFFP].
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2015b). *Manuel de planification forestière 2018-2023, version 8.0*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 246 p. [Publié dans l'intranet du MFFP].
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2015c). *Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré de 2018-2023, Cahier 1 – Concepts généraux liés à l'aménagement écosystémique des forêts*. Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 13 p. [Publié dans l'intranet du MFFP].

- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2015d). *Stratégie d'aménagement durable des forêts*, Québec, gouvernement du Québec, 50 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013a). *Le guide sylvicole du Québec, Tome 2 – Les concepts et l'application de la sylviculture*, ouvrage collectif sous la supervision de C. Larouche, F. Guillemette, P. Raymond et J.-P. Saucier, Québec, Les Publications du Québec, 709 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2005). *Objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier – Plans généraux d'aménagement forestier 2007-2012 – Document de mise en œuvre*, Québec, gouvernement du Québec, 47 p.
- NAPPI, A., et J. POULIN (2013). « Variables de suivi – Fascicule 2.5 », dans BUREAU DU FORESTIER EN CHEF, *Manuel de détermination des possibilités forestières 2013-2018*, Roberval, gouvernement du Québec, p. 63-65.
- OLIVER, C. D., et B. C. LARSON (1996). *Forest Stand Dynamics*, New York, John Wiley and Sons, 544 p.
- ONTARIO MINISTRY OF NATURAL RESOURCES (2004). *Ontario Tree Marking Guide, version 1.1*, Toronto, Queen's Printer for Ontario, 252 p.
- POULIN, J. (2013). « Évolution des strates – Fascicule 2.4 », dans BUREAU DU FORESTIER EN CHEF. *Manuel de détermination des possibilités forestières 2013-2018*, Roberval, gouvernement du Québec, p. 55-61.
- QUÉBEC. *Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier, RLRQ, chapitre A-18.1, à jour au 1^{er} novembre 2015*, [En ligne], Éditeur officiel du Québec.
[www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/A_18_1/A18_1.html].
- ROMPRÉ, G., et autres (2010). « Conservation de la biodiversité dans les paysages forestiers aménagés : utilisation des seuils critiques d'habitat », *The Forestry Chronicle*, vol. 86, n° 5, p. 572-579.
- SETO, M., et autres (2012a). *Préparation du volet opérationnel des plans d'aménagement forestier intégré – Répartition des interventions forestières dans la pessière à mousses, version 1.2*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 82 p. [Publié dans l'intranet du MFFP].
- SETO, M., et autres (2012b). *Préparation des volets tactique et opérationnel des plans d'aménagement forestier intégré – Planification des massifs de forêts pérennes aménagés dans la pessière à mousses, version 1.0*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 44 p. [Publié dans l'intranet du MFFP].
- TREMBLAY, J., et autres (2007). « La restauration passive des sapinières mixtes de seconde venue : une alternative pour la conservation des sapinières mixtes anciennes », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 37, n° 4, p. 825-839.
- UHLIG, P. A., et autres (2003). *Old-Growth Forest Definitions for Ontario*, Toronto, Ontario, Queen's Printer for Ontario, Ontario Ministry of Natural Resources, 53 p.
- VAILLANCOURT, M.-A., et autres (2008). "Availability of Standing Trees For Large Cavity-Nesting Birds in the Eastern Boreal Forest of Québec, Canada", *Forest Ecology and Management*, vol. 255, p. 2272-2285.

