

4.1

Structure d'âge

Mise à jour 2018-2023

Version 1.1

L'aménagement forestier peut entraîner une raréfaction des vieux peuplements et une surabondance de peuplements en régénération. Le maintien d'une structure d'âge des peuplements se rapprochant de celle des paysages naturels constitue un enjeu en aménagement écosystémique. L'intégration de cet objectif dans le calcul des possibilités forestières se fait par le suivi de la proportion des principaux stades de développement des peuplements ainsi que par l'intégration de moyens d'aménagement tels que les coupes partielles.

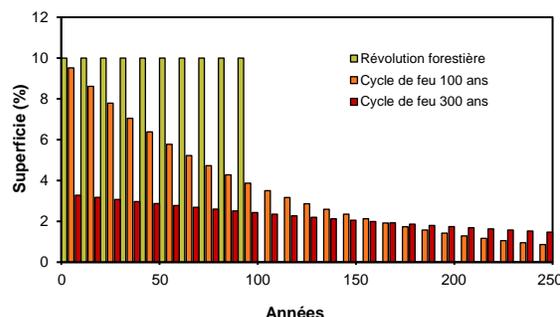


Crédit photo : Antoine Nappi

Préoccupation

Dans les paysages naturels, la structure d'âge¹ est déterminée essentiellement par le régime des perturbations naturelles (feux de forêt, épidémies d'insectes, chablis). Dans la plupart des régions forestières du Québec, les perturbations naturelles sévères² sont relativement peu fréquentes³. Par exemple, les feux de forêt touchent généralement moins de 0,2 % du territoire annuellement⁴. De plus, les perturbations naturelles ne touchent pas systématiquement les peuplements matures et vieux et sont variables quant à leur sévérité⁵. Ainsi, les vieilles forêts dominent généralement les paysages forestiers naturels⁶. En comparaison, la récolte touche annuellement près de 1 % de la forêt publique sous aménagement⁷ et la majorité des interventions consiste en la récolte totale du peuplement⁸. L'aménagement forestier entraîne ainsi un rajeunissement de la matrice forestière et une raréfaction plus ou moins importante des vieilles forêts (figure 1)⁹.

Les vieilles forêts se distinguent par leur structure verticale et horizontale complexe, ainsi que par la présence de vieux arbres de gros diamètre, de chicots de fortes dimensions et de bois mort au sol¹⁰. Ce stade de développement débute lorsque la cohorte d'arbres installée à la suite d'une perturbation sévère commence à



Source : Adaptée de Cyr *et al.* (2009)

Figure 1. Pourcentage des classes d'âge des peuplements selon une révolution forestière de 100 ans et des cycles de feu de 100 et 300 ans (basé sur des modèles théoriques).

Pour une révolution ou un cycle de 100 ans, la proportion de vieux peuplements est plus élevée sous un régime de feu que sous un régime de coupe étant donné la nature aléatoire du feu (certains sites brûlent plus d'une fois alors que d'autres sites sont rarement touchés). Plus le cycle ou la révolution sont longs, plus la proportion de vieux peuplements est élevée.

mourir et qu'elle est graduellement remplacée par les tiges du sous-étage¹¹. Ces peuplements sont touchés au fil du temps par des perturbations naturelles moins sévères (chablis partiel). Elles entraînent une dynamique d'ouverture par trouée qui favorise la diversification de la composition et de la structure des peuplements, ainsi que le développement d'attributs de vieilles forêts¹².

¹ La structure d'âge se définit comme la proportion relative des peuplements appartenant à différents stades de développement (classes d'âge), mesurée sur un territoire relativement vaste (centaines ou milliers de km²).
² La perturbation est dite sévère si le couvert forestier dominant est présent sur moins de 25 % de la superficie du peuplement à la suite de la perturbation.
³ Bergeron *et al.* (2006), Vaillancourt (2008), Boucher *et al.* (2011a).
⁴ Se référer au fascicule 1.5 – Perturbations naturelles.
⁵ Bergeron *et al.* (2002), Chabot *et al.* (2009).
⁶ Cyr *et al.* (2007), Bouchard *et al.* (2008), Chabot *et al.* (2009), Boucher *et al.* (2011a). Par exemple, dans la pessière à mousses de l'Est, où le cycle de feu est généralement long, les vieux peuplements peuvent occuper plus de 70 % du territoire.
⁷ En forêt publique, la superficie totale des aires de récolte par rapport à la superficie des forêts productives a varié annuellement entre 0,48 et 1,02 % pour les périodes de 2004-2005 à 2008-2009 (MFFP – Statistiques forestières).

⁸ Par exemple, pour l'année 2008-2009, les coupes totales (coupe avec protection de la régénération et des sols) représentaient 83 % des traitements commerciaux réalisés en forêt publique (MRNF 2010).
⁹ Jetté *et al.* (2008), Cyr *et al.* (2009), Doyon et Bouffard (2009). L'écart entre la structure d'âge de la forêt naturelle et celle de la forêt aménagée varie d'une région à l'autre, en fonction de la proportion naturelle de vieilles forêts et de l'historique d'aménagement. Dans le cas de la forêt feuillue tempérée, les coupes partielles (coupes à diamètre limite) pratiquées au cours des dernières décennies peuvent avoir causé la raréfaction d'un ou de plusieurs attributs de vieux peuplements.
¹⁰ Kneeshaw et Burton (1998), Kneeshaw et Gauthier (2003).
¹¹ Kneeshaw et Gauthier (2003). L'âge auquel débute cette mortalité varie selon l'essence, la productivité du site ainsi que la région (Boucher *et al.* 2006, Bouchard *et al.* 2008).
¹² De Grandpré *et al.* (2000), Kneeshaw et Gauthier (2003), Pham *et al.* (2004).

Encadré 1. Engagements gouvernementaux

Stratégie d'aménagement durable des forêts¹³

- Un des objectifs de la stratégie est de faire en sorte que la structure d'âge de la forêt aménagée s'apparente à celle de la forêt naturelle.

Plans d'aménagement forestier intégré¹⁴

- Depuis 2013, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs établit des cibles pour les stades de vieille forêt et de régénération. Ces cibles apparaissent aux plans d'aménagement forestier intégré et sont considérées dans le calcul des possibilités forestières. Ces cibles varient d'une région à l'autre et s'appliquent à des échelles différentes selon le domaine bioclimatique.
- Pour le stade de vieille forêt, la cible vise à maintenir au moins 30 % de la moyenne historique sur 80 % du territoire d'analyse de l'unité d'aménagement.
- Pour le stade de régénération, la cible vise à limiter les aires en régénération à moins de 30 ou 35 % du territoire, selon le domaine bioclimatique.
- Pour assurer une répartition spatiale adéquate de ces stades, la somme de la superficie des unités territoriales d'analyse (UTA) ayant un degré d'altération faible ou moyen doit représenter au moins 80 % du territoire de l'unité d'aménagement.
- Lorsque l'état actuel de la forêt ne permet pas le respect des cibles, un plan de restauration qui fixe un délai raisonnable pour atteindre les cibles est réalisé.

Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État¹⁵

- Un minimum de 30 % de la superficie forestière productive en forêt résiduelle de 7 mètres ou plus de hauteur doit être maintenu en tout temps dans une unité territoriale de référence (UTR) où la récolte d'arbres est réalisée (article 131). Cette disposition générale s'applique aux domaines bioclimatiques de l'érablière, de la sapinière et de la pessière (article 145).
- Des dispositions particulières pour l'érablière et la sapinière ainsi que pour la pessière sont également décrites aux autres articles du chapitre VI du Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État concernant la répartition des interventions forestières et de la forêt résiduelle. Par exemple, dans la pessière à mousses, les massifs forestiers¹⁶ doivent occuper au moins 20 % de la superficie d'une unité d'aménagement et être bien répartis dans l'unité (article 146).

Les vieux peuplements abritent de nombreuses espèces de bryophytes, d'insectes et d'oiseaux, dont plusieurs dépendent du bois mort¹⁷. La persistance des populations de plusieurs espèces peut être compromise lorsque la

proportion de vieilles forêts est en deçà de seuils critiques¹⁸.

Dans certains territoires, la proportion de peuplements en régénération peut dépasser les limites de variabilité historique¹⁹. Plusieurs espèces fauniques qui requièrent des peuplements avec un couvert arborescent (7 mètres et plus de hauteur), dont plusieurs d'intérêt socioéconomique, évitent les peuplements récemment perturbés alors que d'autres sont sensibles à une concentration élevée de coupes récentes²⁰. De plus, dans les territoires soumis à une forte récurrence du feu, une proportion élevée de secteurs en régénération augmente le risque d'accidents de régénération causés par des perturbations en rafale²¹. Une forte proportion de coupes récentes constitue également un enjeu d'acceptabilité sociale, notamment en ce qui concerne le maintien de la qualité visuelle des paysages²².

Aménagement forestier

Objectif

L'objectif d'aménagement consiste à maintenir une forêt dont la structure d'âge se situe dans les limites de la variabilité naturelle (encadrés 1 et 2). Cette structure d'âge est définie par la proportion des différents stades de développement des peuplements. Les critères pour définir ces stades de développement sont présentés par la Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers²³. Bien que plusieurs stades puissent être définis, l'analyse de l'enjeu de la structure d'âge repose généralement sur trois stades principaux :

- stade *régénération* – Ce stade regroupe les peuplements récemment perturbés (coupes totales dominées par des semis ou des plants, perturbations naturelles sévères). Du point de vue de la diversité biologique, ce stade est caractérisé par des espèces pionnières ou associées aux milieux ouverts.
- stade *7 m et plus* – Ce stade correspond aux peuplements ayant atteint une hauteur adéquate pour plusieurs espèces fauniques ainsi que pour l'acceptabilité visuelle de la récolte.

¹³ MFFP (2015).

¹⁴ Vaillancourt *et al.* (2016).

¹⁵ Gouvernement du Québec (2017).

¹⁶ Massif forestier : une aire forestière d'une superficie d'au moins 30 km² d'un seul tenant dont un minimum de 70 % de la superficie forestière productive est constitué de peuplements forestiers de 7 mètres ou plus de hauteur.

¹⁷ Imbeau *et al.* (1999, 2001), Boudreault *et al.* (2002),

Drapeau *et al.* (2003), Paquin (2008), Rheault *et al.* (2009).

¹⁸ Drapeau *et al.* (2009), Rompré *et al.* (2010).

¹⁹ Cyr *et al.* (2009).

²⁰ Imbeau *et al.* (1999), Potvin *et al.* (1999, 2000), Leboeuf (2004).

²¹ Se référer au fascicule 4.11 – Landes à lichens.

²² Se référer au fascicule 4.15 – Qualité visuelle des paysages.

²³ MFFP (2016).

- stade *vieux* – Ce stade correspond aux peuplements qui sont suffisamment âgés pour présenter des attributs de vieille forêt.

Les objectifs spécifiques visent généralement à :

- maintenir la proportion de peuplements de 7 mètres et plus de hauteur et de vieux peuplements au-delà d'un seuil minimum;
- limiter la proportion de peuplements en régénération en deçà d'un seuil maximum.

Encadré 2. Aménagement écosystémique

- La fréquence et la nature des interventions sylvicoles diffèrent de celles des perturbations naturelles. La révolution forestière est généralement plus courte que les cycles de perturbations naturelles. De plus, la plupart des interventions sylvicoles reposent sur des coupes à fort prélèvement (coupes totales), alors que les perturbations naturelles varient en sévérité et laissent souvent une proportion d'arbres résiduels.
- En combinant les effets des coupes et des perturbations naturelles, la quantité de jeunes peuplements dans les paysages aménagés sera plus élevée que dans des paysages naturels.
- L'aménagement écosystémique vise à réduire les écarts engendrés quant à la structure d'âge de la forêt. Ceci peut se faire en maintenant une plus forte proportion de vieux peuplements dans le paysage et en adoptant des pratiques sylvicoles telles que les coupes partielles, qui permettent le maintien d'attributs de vieille forêt.

Moyens d'aménagement

Trois moyens d'aménagement peuvent contribuer à maintenir une quantité suffisante de peuplements de 7 mètres et plus de hauteur ou de vieux peuplements tout en limitant la quantité de peuplements en régénération.

Conservation permanente

La conservation permanente (aires protégées, territoires inaccessibles) contribue directement au maintien d'une certaine proportion de peuplements avec un couvert arborescent ou vieux. Les peuplements conservés seront de différents âges (incluant de très vieux peuplements) ainsi que de structure et de composition variées. Ce moyen est le plus susceptible de maintenir la biodiversité associée aux vieilles forêts.

Allongement de la révolution

Retarder la récolte du peuplement au-delà de l'âge d'exploitabilité favorise l'apparition d'attributs de vieille forêt. Les peuplements doivent être conservés suffisamment longtemps afin d'atteindre les critères minimaux définissant le stade *vieux*. Puisque les attributs de vieille forêt se développent avec le temps, la qualité des vieux peuplements est fonction de la durée de l'allongement de la révolution²⁴.

Traitements sylvicoles adaptés

Les traitements sylvicoles adaptés permettent de récolter de la matière ligneuse tout en créant des vieux peuplements qui maintiennent ou qui retrouvent plus rapidement les caractéristiques des vieilles forêts.

Les peuplements traités par toute forme de coupe partielle conservent une partie significative du couvert arborescent et contribuent au stade *7 m et plus*. Ce couvert sera conservé de façon temporaire (jusqu'à la coupe finale pour l'éclaircie commerciale (EC), la coupe progressive régulière (CPR) et la coupe progressive irrégulière à régénération lente (CPI-RL) ou permanente (pour la coupe progressive irrégulière à couvert permanent (CPI-CP) et les coupes de jardinage (CJ)).

Pour contribuer au stade *vieux*, les peuplements traités par coupe partielle doivent répondre aux critères d'âge ou de surface terrière définissant une vieille forêt²⁵.

Les coupes partielles s'apparentent aux perturbations naturelles qui entraînent une mortalité partielle des tiges (chablis partiel, épidémie légère ou feu de sévérité faible ou modérée)²⁶. Malgré leurs avantages sur le plan écologique, les coupes partielles ne conservent néanmoins qu'une partie du couvert ou des attributs des vieux peuplements et, par conséquent, ne peuvent garantir le maintien de l'ensemble de la biodiversité associée aux vieilles forêts²⁷.

Indicateurs forestiers

Le pourcentage qu'occupe chaque stade de développement à l'intérieur d'un territoire forestier est utilisé comme indicateur de la structure d'âge de la forêt.

Description des indicateurs

Les critères quantitatifs pour définir les stades de développement correspondent à ceux utilisés dans le

²⁴ Par exemple, un délai pour la récolte de l'ordre de 15 ans après l'âge de sénescence a été appliqué par le passé afin de maintenir les peuplements suffisamment longtemps pour qu'ils puissent jouer adéquatement leur rôle de vieilles forêts (Déry et Leblanc 2005).

²⁵ Se référer à la section Indicateurs forestiers du présent fascicule.

²⁶ Harvey *et al.* (2002).

²⁷ Fenton *et al.* (2009), Vanderwel *et al.* (2009), Lycke *et al.* (2011).

cadre de l'élaboration des plans d'aménagement forestier intégré :

- stade *régénération* – Ce stade regroupe les peuplements issus de coupes à fort prélèvement (coupes totales) ou de perturbations naturelles sévères dont l'âge est égal ou inférieur à 20 ans pour le domaine de la pessière, 15 ans pour le domaine de la sapinière ou 10 ans pour le domaine de l'érablière.
- stade *7 m et plus* – Ce stade regroupe les peuplements dont la hauteur du couvert dominant est d'au moins 7 mètres.
- stade *vieux* – Ce stade regroupe des peuplements dont l'âge est plus grand ou égal à 100 ans (classes d'âge 120 ans et vieux inéquien (VIN)) pour le domaine de la pessière et le domaine de l'érablière ou plus grand que 80 ans (classes d'âge 90 ans, 120 ans et vieux inéquien) pour le domaine de la sapinière. En forêt décidue et mixte, des seuils de surface terrière sont utilisés afin d'identifier les vieux peuplements de structure inéquienne. Ces seuils sont établis en fonction du domaine bioclimatique et la famille de station²⁸.

Échelle spatiale d'application

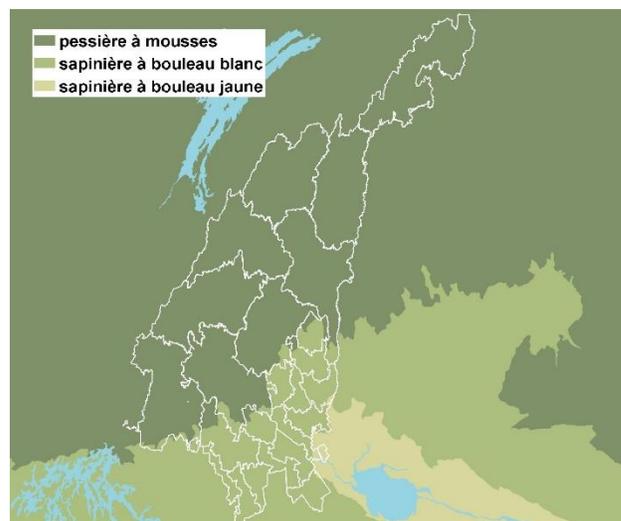
La proportion de chaque stade de développement est calculée à l'échelle de l'unité d'aménagement²⁹ ou à une échelle d'analyse inférieure à celle-ci afin d'assurer une répartition spatiale adéquate des différents types de peuplements³⁰.

Pour le stade *7 m et plus*, cette évaluation se fait à l'échelle de l'unité territoriale de référence et du compartiment d'organisation spatiale (COS).

Pour les stades *régénération* et *vieux*, l'analyse se fait à l'échelle des unités territoriales d'analyse dont la taille maximale varie selon le domaine bioclimatique³⁰ (figure 2) :

- domaine de la pessière à mousses – Les unités territoriales d'analyse sont d'une taille maximale de 2 500 km². Chaque unité territoriale d'analyse est constituée d'un regroupement de 20 à 30 compartiments d'organisation spatiale.
- domaine de la sapinière à bouleau blanc – L'unité territoriale d'analyse est d'une taille maximale de 1 000 km² et correspond à une unité territoriale de référence ou à un regroupement de plusieurs unités territoriales de référence (lorsqu'elles sont trop petites).
- domaines de la sapinière à bouleau jaune et de l'érablière – L'unité territoriale d'analyse est d'une taille maximale de

500 km² et correspond à une unité territoriale de référence ou à un regroupement de plusieurs unités territoriales de référence (lorsqu'elles sont trop petites).



Source : Bureau du forestier en chef

Figure 2. Exemple d'unités territoriales utilisées pour évaluer la proportion des stades de développement (unité territoriale d'analyse en pessière, unité territoriale de référence ou regroupement d'unités territoriales de référence en sapinière).

Seuils et cibles

Pour les stades *régénération* et *vieux*, un degré d'altération *actuel* est déterminé pour chaque unité territoriale d'analyse. Trois degrés d'altération peuvent être définis : faible, moyen et élevé (tableau 2). Pour le stade *vieux*, le degré d'altération est basé sur une analyse d'écart entre la proportion actuelle et celle des paysages naturels³¹. Pour le stade *régénération*, le degré d'altération est basé sur un pourcentage du territoire.

Tableau 2. Degrés d'altération et seuils pour les stades *régénération* et *vieux*.

Degré d'altération	Régénération (pourcentage absolu, seuil maximal)		Vieux (pourcentage de la proportion naturelle, seuil minimal)
	Pessière	Sapinières et érablières	
Faible	< 25 %	< 20 %	≥ 50 %
Moyen	25-34 %	20-29 %	30-49 %
Élevé	≥ 35 %	≥ 30 %	< 30 %

²⁸ Vaillancourt *et al.* (2016).

²⁹ Cette échelle d'analyse est nécessaire, entre autres, pour répondre à la norme de certification FSC (FSC Canada 2004).

³⁰ Vaillancourt *et al.* (2016). L'échelle spatiale d'analyse varie selon le domaine bioclimatique de manière à tenir compte des différences dans la taille moyenne des perturbations naturelles.

³¹ Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs collige les données relatives à la forêt naturelle dans un registre des états de référence (Boucher *et al.* 2011a). Ce registre présente, par unité homogène, la proportion moyenne des différents stades de développement dans les paysages naturels. Ces proportions sont rapportées aux unités territoriales (Vaillancourt *et al.* 2016).

Un degré d'altération *cible* est ensuite déterminé pour chaque unité territoriale d'analyse en considérant, entre autres, la structure d'âge actuelle, l'affectation du territoire, la vulnérabilité ainsi que la présence d'espèces sensibles à l'aménagement forestier³². Pour ces stades de développement, la somme de la superficie des unités territoriales d'analyse ayant un degré d'altération faible ou moyen vise à représenter au moins 80 % de la superficie de l'unité d'aménagement (encadré 1). La stratégie d'aménagement doit permettre de respecter ces degrés d'altération *cibles* ou de le faire dans un délai raisonnable (cas de restauration³³). Le délai pour atteindre ces cibles est établi en fonction de l'évolution naturelle théorique de la forêt³⁴ ainsi que des conséquences écologiques, économiques et sociales³⁵.

Pour les peuplements de 7 mètres et plus de hauteur, le Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État prévoit que ceux-ci doivent représenter au moins 30 % de la superficie forestière productive de chaque unité territoriale de référence ou compartiment d'organisation spatiale.

Autres indicateurs et analyses

Plusieurs facteurs influencent la qualité des vieilles forêts et peuvent faire l'objet d'indicateurs et d'analyses additionnels :

- coupes partielles – Compte tenu que les effets des coupes partielles sont peu documentés, une évaluation du pourcentage de vieux peuplements issus de coupes partielles (« vieux imité ») permet de s'assurer que les vieilles forêts sont maintenues par différentes stratégies (allongement de la révolution, traitements sylvicoles adaptés, conservation permanente) et de limiter, lorsque nécessaire, la proportion de vieux peuplements issus de coupes partielles.
- vieux peuplements à structure complexe – Les attributs de vieilles forêts se développent avec le temps. Le pourcentage de très vieux peuplements peut être évalué en modifiant les critères définissant le stade *vieux* (peuplements dont l'âge est plus grand ou égal à

120 ans, plus grand ou égal à l'âge de sénescence³⁶). D'autres analyses peuvent être réalisées afin d'identifier les vieux peuplements à structure complexe en forêt décidue³⁷.

- représentativité de la composition – Les vieilles forêts sont théoriquement composées majoritairement d'essences de fin de succession. Une évaluation de la composition des vieux peuplements (type de couvert, essences) permet de s'assurer qu'ils sont représentatifs de ceux présents dans les paysages naturels. La composition peut également être examinée de manière à tenir compte de la vulnérabilité des peuplements aux épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (pourcentage des vieilles forêts en sapinière).
- représentativité de la dynamique forestière – Les vieilles forêts sont historiquement présentes sur une variété de stations forestières. Une analyse des vieux peuplements de chacun des grands types de végétation potentielle permet de vérifier si certains types de vieux peuplements sont en raréfaction sur le territoire.
- configuration – Les vieilles forêts de faible superficie et isolées (lisières boisées riveraines) ont peu de forêts d'intérieur et contribuent moins efficacement au maintien de la biodiversité associée aux vieilles forêts³⁸. Une évaluation de la répartition des vieux peuplements sur le territoire et leur configuration spatiale permet de s'assurer qu'ils puissent jouer pleinement leur rôle.

Intégration au calcul

L'intégration de cet objectif dans le calcul des possibilités forestières se fait essentiellement par le suivi de la proportion de chaque stade de développement. Cette proportion est évaluée pour l'ensemble de l'unité d'aménagement ou à l'échelle d'unités territoriales (unité territoriale d'analyse, unité territoriale de référence) tout au long de l'horizon du calcul. La conservation permanente, l'allongement de la révolution et l'utilisation de traitements sylvicoles adaptés sont considérés au calcul afin de répondre aux objectifs de structure d'âge.

³² Ces cibles sont déterminées par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs pour chaque unité d'aménagement (Vaillancourt *et al.* 2016).

³³ Pour les vieilles forêts, un plan de restauration est préparé afin d'éviter d'aggraver la situation actuelle et d'intervenir de manière à favoriser le recrutement de vieux peuplements. Par exemple, la coupe progressive irrégulière ou l'allongement de la révolution appliqué sur des peuplements longévifs sont des moyens appropriés pour assurer le maintien de vieilles forêts dans les territoires où une forte cohorte de peuplements atteindra le stade *vieux* au cours des prochaines années.

³⁴ L'évolution naturelle théorique de la forêt correspond à un scénario où aucune coupe n'est réalisée, ce qui permet de déterminer le délai minimal requis pour que le seuil soit respecté.

³⁵ Le choix pour chaque unité territoriale d'analyse du degré d'altération visé et du délai pour son application fait l'objet d'une démarche entre le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le Bureau du forestier en chef (complément d'information pour la préparation des stratégies

d'aménagement en fonction de l'enjeu de la structure d'âge – Processus d'optimisation des cibles, Jetté *et al.* 2013).

³⁶ Théoriquement, le stade « vieux » débute lorsque la cohorte d'arbres installée à la suite d'une perturbation sévère commence à mourir et qu'elle est graduellement remplacée par les tiges du sous-étage (Kneeshaw et Gauthier 2003). Techniquement, le début de ce stade correspond généralement à l'âge de sénescence, soit le moment, sur la courbe d'évolution, où le peuplement atteint le volume maximum. Cet âge est généralement supérieur au seuil minimum de 80 ou 100 ans retenu comme critère du stade *vieux*.

³⁷ Des critères de surface terrière totale, en essences longévives et en gros bois, peuvent être utilisés afin d'identifier les vieux peuplements d'essences tolérantes à l'ombre et longévives (Guillemette et McCullough 2011, Vaillancourt *et al.* 2016).

³⁸ Boucher *et al.* (2011b).

L'intégration de cet objectif au calcul des possibilités forestières se fait aux étapes suivantes :

✓	Cartographie
	Strates d'aménagement
✓	Stratégie sylvicole
	Évolution des strates
✓	Variables de suivi
✓	Optimisation
	Spatialisation avec STANLEY

Cartographie

Les unités territoriales d'analyse utilisées pour l'analyse de la structure d'âge sont basées sur des agrégats d'unités territoriales de référence ou de compartiments d'organisation spatiale présents dans la carte CFET-BFEC³⁹.

Toute la superficie forestière productive est retenue pour évaluer la proportion de chaque stade de développement. Ainsi, même la superficie de l'unité d'aménagement exclue du calcul des possibilités forestières (aires protégées, peuplements inaccessibles) est considérée.

Stratégie sylvicole

La stratégie sylvicole prévoit l'application de coupes partielles sur les strates appropriées. Les coupes partielles intégrées au calcul sont l'éclaircie commerciale (EC), la coupe progressive régulière (CPR), la coupe progressive irrégulière (CPI) et les coupes de jardinage (CJ)⁴⁰. Les strates traitées par coupe partielle contribuent au stade *7 m et plus* ou *vieux*, à condition que celles-ci répondent aux critères (hauteur, âge ou surface terrière) définissant les stades de développement⁴¹.

Variables de suivi

Trois indicateurs de la structure d'âge sont intégrés au calcul comme variables de suivi :

- stade *régénération*;
- stade *7 m et plus*;
- stade *vieux*.

Les critères pour définir ces stades de développement sont basés sur l'âge, la hauteur ou la surface terrière. Pour identifier les strates de stade *vieux*, l'âge⁴² est généralement utilisé pour les types de forêt constitués de conifères (pessière, sapinière, pinède grise) ou de feuillus intolérants à l'ombre (bétulaie blanche, peupleraie)⁴³, tandis que la surface terrière est utilisée pour les types de forêt de feuillus tolérants à l'ombre (bétulaie jaune, chênaie, érablière) ou de résineux longévifs (pinède blanche, prucheraie, cédrière)⁴⁴.

Le pourcentage de strates de stade *7 m et plus* est évalué pour chaque unité territoriale de référence (pour les domaines de l'érablière et de la sapinière) ou chaque compartiment d'organisation spatiale (pour le domaine de la pessière). Selon le Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État, ce pourcentage doit être d'au moins 30 %.

Le pourcentage de strates des stades *régénération* et *vieux* est calculé pour chaque unité territoriale d'analyse⁴⁵. Ce pourcentage doit respecter les seuils établis pour chaque unité territoriale d'analyse, selon les degrés d'altération *cibles*. Par exemple, pour une unité territoriale d'analyse dont le degré d'altération *cible* pour les vieilles forêts est faible, ceci signifie qu'elles doivent représenter au moins 50 % de la moyenne historique observée dans la forêt naturelle (figure 3).

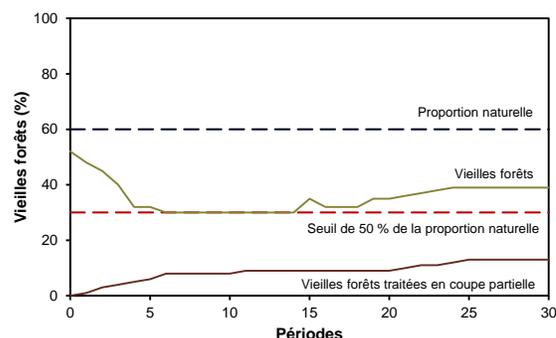


Figure 3. Exemple d'évolution du pourcentage de vieilles forêts dans une unité territoriale (UT) dont le degré d'altération *cible* est faible (plus grand ou égal à 50 % de la proportion naturelle).

³⁹ Les compartiments d'organisation spatiale utilisés dans le cadre de la planification opérationnelle peuvent différer de ceux contenus dans la carte. Dans de tels cas, une correspondance a été réalisée afin de former des unités territoriales d'analyse dont les délimitations sont similaires.

⁴⁰ Se référer au chapitre 3 pour une description des traitements sylvicoles intégrés au calcul.

⁴¹ Par exemple, une strate « pessière » qui a subi la coupe d'ensemencement de la coupe progressive irrégulière à régénération lente est considérée comme vieille si l'âge est plus grand ou égal à 100 ans.

⁴² Dans le cadre du calcul, l'âge est établi sur la base des données dendrométriques (âge des arbres sondés). Ceci peut générer des écarts avec l'âge établi sur la base de l'information cartographique.

⁴³ Ces types de forêt évoluent à l'aide du modèle Natura-2014. Ce modèle de croissance à l'échelle du peuplement fait évoluer les variables en fonction de l'âge des arbres étudiés dominants et codominants des placettes. Se référer au fascicule 2.4 – Évolution des strates.

⁴⁴ Ces types de forêt évoluent à l'aide du modèle de croissance à l'échelle de la tige qui fait évoluer les variables en fonction du temps et non de l'âge.

⁴⁵ Au besoin, le pourcentage de strates de stade *vieux* peut également être calculé pour l'ensemble de l'unité d'aménagement.

La somme de la superficie des unités territoriales d'analyse ayant un degré d'altération faible, moyen ou élevé est compilée afin d'être comparée aux objectifs identifiés dans la stratégie d'aménagement. Ainsi, la somme de la superficie des unités territoriales d'analyse ayant un degré d'altération faible ou moyen doit être égale ou supérieure à 80 % de la superficie de l'unité d'aménagement (figure 4).

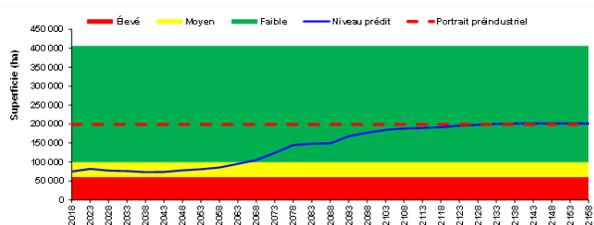


Figure 4. Exemple d'évolution de la superficie des vieilles forêts de l'unité d'aménagement.

Selon le contexte de chaque unité d'aménagement, d'autres indicateurs peuvent être intégrés en variables de suivi afin d'évaluer la qualité des vieilles forêts⁴⁶. Par exemple, les strates de stade *vieux* traitées en coupe partielle (*vieux imité*) peuvent être distinguées de celles sans coupe partielle (figure 3).

Optimisation

Afin de s'assurer que les seuils définis pour les stades de développement soient respectés, ceux-ci sont intégrés sous forme de *contraintes à l'optimisation*. Pour les stades *régénération et vieux*, ces contraintes sont appliquées de manière à respecter les degrés d'altération visés pour l'ensemble des unités territoriales d'analyse. Pour les unités d'aménagement soumises à un plan de restauration, un délai à l'atteinte de la cible visée pour l'application de la contrainte est appliqué pour les unités territoriales d'analyse où le seuil ne peut être respecté au début de l'horizon de calcul (figure 5).

Unités territoriales d'analyse (UTA)						
UTA	Superficie		Degré d'altération actuel	Pourcentage de vieilles forêts	Cible	Délai de restauration (Années)
	Ha	%				
UA	405 994	100%		19%	Aucune	0
UTA1	175 941	43%		18%		0
UTA2	72 167	18%		6%		50
UTA3	70 445	17%		33%		0
UTA4	87 441	22%		19%		0

Figure 5. Exemple de la superficie des unités territoriales d'analyse, degré d'altération actuel, cible et délai visé.

Afin de respecter les seuils de vieilles forêts, l'optimisation permet d'établir, en tenant compte de la *fonction objectif* et des *contraintes à l'optimisation* du modèle (limite budgétaire), s'il est plus approprié de faire vieillir des strates au-delà des critères d'exploitabilité (allongement de la révolution) ou d'appliquer des traitements sylvicoles adaptés. Des contraintes sur la superficie traitée en coupe partielle peuvent également être appliquées afin de refléter la capacité opérationnelle d'application de ce type de traitement sylvicole dans une unité d'aménagement.

État des connaissances⁴⁷

La proportion relative des différentes classes d'âge dans un écosystème est susceptible d'influencer la biodiversité et les processus écologiques. Afin de déterminer les enjeux liés à la structure d'âge, il est proposé de faire une analyse d'écart entre la forêt naturelle et la forêt aménagée. L'information concernant la forêt naturelle provient du registre des états de référence et est basée sur l'abondance historique et préindustrielle de vieilles forêts ainsi que de la forêt en régénération pour un vaste territoire à partir des cycles des perturbations. Dans ce sens, une échelle plus appropriée, particulièrement en forêt feuillue où la dynamique naturelle est à l'échelle de l'arbre et non à celle de la forêt, devrait être revue. Le concept de vieille forêt pourrait s'appliquer à une échelle opérationnelle dans ce cas.

L'apport de la séquestration et du stockage du carbone par les écosystèmes forestiers dans la lutte contre les changements climatiques est reconnu depuis longtemps par les communautés scientifiques et politiques. Les vieilles forêts constituent de grands réservoirs de carbone dont la capacité d'emmagasinage est plus faible que celle de la forêt aménagée. Dans un cadre de gestion intégrée des ressources, l'optimisation des stratégies d'aménagement est nécessaire. L'apport des coupes partielles doit être étudié à la fois dans leur capacité de maintenir des attributs de vieilles forêts mais aussi dans leur potentiel d'améliorer le bilan de carbone. L'utilisation plus efficace des ressources dans un cadre d'aménagement durable permet une plus grande atténuation des effets des changements climatiques. La

⁴⁶ Se référer à la section Indicateurs forestiers du présent fascicule.

⁴⁷ Se référer aux enjeux 2 : Structure de la forêt et 15 : Carbone forestier de l'État de la forêt publique du Québec et de son aménagement durable 2008-2013 pour plus de détails (BFEC 2015).

comptabilisation du carbone forestier devient une pièce importante dans les bilans nationaux qui font état de l'effort de lutte contre les changements climatiques.

Les impacts liés aux changements climatiques sur la forêt sont sans équivoque et certains sont déjà perceptibles⁴⁸. Les habitats des espèces animales et végétales seront modifiés, ce qui posera de nouveaux défis d'aménagement. Une réflexion à ce sujet devra conduire à modifier progressivement l'approche sur les enjeux liés à la structure d'âge de la forêt en vue de renforcer sa résilience et à gérer les transitions écologiques qui pourraient se produire. Elle devra tenir compte des risques associés aux perturbations naturelles graves en lien avec le feu ainsi qu'avec le chablis et les insectes ravageurs afin de s'inscrire dans une stratégie globale d'adaptation aux changements climatiques.

Références

- Bergeron, Y., A. Leduc, B. Harvey et S. Gauthier. 2002. Natural fire regime: a guide for sustainable management of the Canadian boreal forest. *Silva Fennica*, 36 (1) : 81-95.
- Bergeron, Y., D. Cyr, C. R. Drever, M. Flannigan, S. Gauthier, D. Kneeshaw, E. Lauzon, A. Leduc, H. Le Goff, D. Lesieur et K. Logan. 2006. Past, current, and future fire frequencies in Quebec's commercial forests: implications for the cumulative effects of harvesting and fire on age-class structure and natural disturbance-based management. *Revue canadienne de recherche forestière*, 36 : 2737-2744.
- BFEC. 2015. État de la forêt publique du Québec et de son aménagement durable – Bilan 2008-2013. Gouvernement du Québec, Roberval, Qc, 382 p.
- Bouchard, M., D. Pothier et S. Gauthier. 2008. Fire return intervals and tree species succession in the North Shore region of eastern Quebec. *Revue canadienne de recherche forestière*, 38 : 1621-1633.
- Boucher, D., S. Gauthier et L. De Grandpré. 2006. Structural changes in coniferous stands along a chronosequence and a productivity gradient in the northeastern boreal forest of Québec. *Écoscience*, 13 (2) : 172-180.
- Boucher, Y., M. Bouchard, P. Grondin et P. Tardif. 2011a. Le registre des états de référence : intégration des connaissances sur la structure, la composition et la dynamique des paysages forestiers naturels du Québec méridional. Mémoire de recherche forestière n° 161. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 21 p.
- Boucher, Y., M.-H. St-Laurent et P. Grondin. 2011b. Logging-induced edge and configuration of old-growth forest remnants in the eastern North-American boreal forests. *Natural Areas Journal*, 31 : 300-306.
- Boudreault, C., Y. Bergeron, S. Gauthier et P. Drapeau. 2002. Bryophyte and lichen communities in mature to old-growth stands in eastern boreal forests of Canada. *Revue canadienne de recherche forestière*, 32 : 1080-1093.
- Chabot, M., P. Blanchet, P. Drapeau, J. Fortin, S. Gauthier, L. Imbeau, G. Lacasse, G. Lemaire, A. Nappi, R. Quenneville et É. Thiffault. 2009. Le feu en milieu forestier. *Dans* Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. Manuel de foresterie. 2^e édition, Éditions Multimondes, Québec, Qc, pp. 1037-1090.
- Cyr, D., S. Gauthier, Y. Bergeron. 2007. Scale-dependent determinants of heterogeneity in fire frequency in a coniferous boreal forest of eastern Canada. *Landscape Ecology*, 22 : 1325-1339.
- Cyr, D., S. Gauthier, Y. Bergeron et C. Carcaillet. 2009. Forest management is driving the eastern North American boreal forest outside its natural range of variability. *Frontiers in Ecology and Environment*, 7 (10) : 519-524.
- De Grandpré, L., J. Morissette et S. Gauthier. 2000. Long-term post-fire changes in the northeastern boreal forest of Quebec. *Journal of Vegetation Science*, 11 : 791-800.
- Déry, S. et M. Leblanc. 2005. Lignes directrices pour l'implantation des îlots de vieillissement rattachées à l'objectif sur le maintien de forêts mûres et surannées, Partie II – Intégration à la planification forestière. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement forestier, Québec, Qc, 11 p.
- Doyon, F. et D. Bouffard. 2009. Enjeux écologiques de la forêt feuillue tempérée québécoise. Produit pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement et de la protection des forêts, Ripon, Qc, 63 p.
- Drapeau, P., A. Leduc et Y. Bergeron. 2009. Bridging ecosystem and multiple species approaches for setting conservation targets in managed boreal landscapes. *Dans* Villard, M.-A. et B.G. Jonsson (éditeurs). *Setting conservation targets in managed forest landscapes*. Cambridge University Press, UK, pp. 129-160.
- Drapeau, P., A. Leduc, Y. Bergeron, S. Gauthier et J.-P. Savard. 2003. Les communautés d'oiseaux des vieilles forêts de la pessière à mousses de la ceinture d'argile : problèmes et solutions face à l'aménagement forestier. *Forestry Chronicle*, 79 (3) : 531-540.
- Fenton, N., H. Bescond, L. Imbeau, C. Boudreault, P. Drapeau et Y. Bergeron. 2009. Silvicultural and ecological evaluation of partial harvest in the boreal forest on the clay belt, Québec. *Dans* Gauthier et al. (éditeurs). *Aménagement écosystémique en forêt boréale*. Presses de l'Université du Québec, Québec, Qc, pp. 373-393.
- FSC Canada. 2004. Norme boréale nationale. Groupe de travail du Canada, Canada, 211 p.
- Gouvernement du Québec. 2017. Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État. Éditeur officiel du Québec, Québec, Qc, 62 p.
- Guillemette, F. et V. McCullough. 2011. Caractéristiques dendrométriques de vieux peuplements feuillus. Avis technique SSRF – 4. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 12 p.
- Harvey, B.D., A. Leduc, S. Gauthier et Y. Bergeron. 2002. Stand-landscape integration in natural disturbance-based management of the southern boreal forest. *Forest Ecology and Management*, 155 : 369-385.
- Imbeau, L., J.P.L. Savard et R. Gagnon. 1999. Comparing bird assemblages in successional black-spruce stands originating from fire and logging. *Revue canadienne de zoologie*, 77 : 1850-1860.
- Imbeau, L., M. Monkonen et A. Desrochers. 2001. Long-term effects of forestry on birds of the eastern Canadian boreal forest: a comparison with Fennoscandia. *Conservation Biology*, 15 (4) : 1151-1162.
- Jetté, J.-P., M.-A. Vaillancourt, A. Leduc et S. Gauthier. 2008. Les enjeux écologiques de l'aménagement forestier. *Dans* Gauthier et al. (éditeurs). *Aménagement écosystémique en forêt boréale*. Presses de l'Université du Québec, Québec, Qc, pp. 1-10.
- Jetté, J.-P., M. Leblanc, M. Bouchard, S. Déry et N. Villeneuve. 2013. Intégration des enjeux écologiques dans les plans d'aménagement forestier intégré, Partie II – Élaboration de solutions aux enjeux. Ministère des Ressources naturelles, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, Québec, Qc, 159 p.
- Kneeshaw, D.D. et P.J. Burton. 1998. A functional assessment of old-growth status: case study in the sub-boreal spruce zone of British Columbia. *Natural Areas Journal*, 18 : 295-310.
- Kneeshaw, D. et S. Gauthier. 2003. Old growth in the boreal forest: a dynamic perspective at the stand and landscape level. *Environmental Review*, 11 : S99-S114.
- Leboeuf, M. 2004. Effets de la fragmentation générée par les coupes en pessière noire à mousses sur huit espèces d'oiseaux de forêt

⁴⁸ Warren et Lemmen (2014).

- mature. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Montréal, Qc, 111 p.
- Lycke, A., L. Imbeau et P. Drapeau. 2011. Effects of commercial thinning on site occupancy and habitat use by spruce grouse in boreal Quebec. *Revue canadienne de recherche forestière*, 41 : 501-508.
- MFFP – Statistiques forestières
<https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/connaissances/statistiques-forestieres/> (consulté le 24 août 2018)
- MFFP. 2015. *Stratégie d'aménagement durable des forêts*. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec, Qc, 50 p.
- MFFP. 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 (document de travail)*. Québec, Gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 67 p.
- MRNF. 2010. *Ressources et industries forestières. Portrait statistique, édition 2010*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction du développement de l'industrie des produits forestiers. http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/stat_editi_on_complete/complete2010.pdf (consulté le 24 août 2018)
- Paquin, P. 2008. Carabid beetle (Coleoptera: Carabidae) diversity in the black spruce succession of eastern Canada. *Biological Conservation*, 141 : 261-275.
- Pham, A.T., L. De Grandpré, S. Gauthier et Y. Bergeron. 2004. Gap dynamics and replacement patterns in gaps of the northeastern boreal forest of Quebec. *Revue canadienne de recherche forestière*, 34 : 353-364.
- Potvin, F., L. Bélanger et K. Lowell. 2000. Marten habitat selection in a clearcut boreal landscape. *Conservation Biology*, 14 (3) : 844-857.
- Potvin, F., R. Courtois et L. Bélanger. 1999. Short-term response of wildlife to clear-cutting in Quebec boreal forest: multiscale effects and management implications. *Revue canadienne de recherche forestière*, 29 : 1120-1127.
- Rheault, H., P. Grondin, R. Ouimet, C. Hébert et C. Dussault. 2009. Stand composition and structure as indicators of epixylic diversity in old-growth boreal forests. *Écoscience*, 16 (2) : 183-196.
- Rompré, G., Y. Boucher, L. Bélanger, S. Côté et W.D. Robinson. 2010. Conserving biodiversity in managed forest landscapes: the use of critical threshold for habitat. *Forestry Chronicle*, 86 (5) : 589-596.
- Vaillancourt, M.-A. 2008. Effets des régimes de perturbation par le chablis sur la biodiversité et les implications pour la récupération. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction du développement socioéconomique, des partenariats et de l'éducation et Service de la mise en valeur de la ressource et des territoires fauniques, Québec, Qc, 58 p.
www.mffp.gouv.qc.ca/publications/faune/effets-perturbations-chablis.pdf (consulté le 24 août 2018)
- Vaillancourt, M.-A. *et al.* 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 (document de travail)*, Gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, Québec, Qc, 67 p.
- Vanderwel, M.C., S.C. Mills et J.R. Malcom. 2009. Effects of partial harvesting on vertebrate species associated with late-successional forests in Ontario's boreal region. *Forestry Chronicle*, 85 : 91-104.
- Warren, F.J. et D.S. Lemmen (éd.). 2014. *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, Gouvernement du Canada, Ottawa, Ont., 286 p.



V. 1.1
2018-2023
2018

Mise à jour : Marie-Josée Blais, ing.f., M.Sc.

Collaboration : Simon Guay, ing.f., Étienne Perreault, ing.f. et Martin Côté, ing.f.⁴⁹

Révision : Frédérique Saucier, ing.f., M.Sc., Mario Roy, ing.f., M.G.P., Camille Ménard, biol., M.Sc., Jean Girard, ing.f., M.Sc., Lucie Bertrand, ing.f., Ph.D. et Louis Pelletier, ing.f.

Révision linguistique : Claire Fecteau

Référence à citer : Bureau du forestier en chef. 2018. *Structure d'âge. Fascicule 4.1. Manuel de détermination des possibilités forestières 2018-2023*. Gouvernement du Québec, Roberval, Qc, 9 p.



V. 1.0
2013-2018
2013

Rédaction : Antoine Nappi, biol., Ph.D.⁴⁹

Collaboration : Jérôme Garet, ing.f., M.Sc. (BFEC)⁴⁹

Révision : Mario Belletête, tech.f. (MRN), Marie-Josée Blais, ing.f., M.Sc. (BFEC), Marie-Hélène Bouchard, biol., M.Sc. (MRN), Claude Bourgeois, tech. de la faune (MDDEFP), Michel Caron, ing.f. (BFEC), Denis Chabot, ing.f. (BFEC)⁴⁹, Dominic Cyr, biol., Ph.D. (ISFORT), Simon Guay, ing.f. (BFEC), Gaétan Laberge, ing.f. (DGR), Marc Leblanc, ing.f., M.Sc. (MRN) et Daniel Pin, ing.f., M.Sc. (BFEC)

⁴⁹ N'est plus à l'emploi du Bureau du forestier en chef.