

→→→ 3.8.1 – Tordeuse des bourgeons de l'épinette



Manuel de détermination des possibilités forestières

Mise à jour le 31 octobre 2023

La tordeuse des bourgeons de l'épinette est l'insecte le plus destructeur des peuplements de conifères de l'Amérique du Nord¹. Ce défoliateur indigène se retrouve dans toutes les provinces canadiennes, de la Colombie-Britannique à Terre-Neuve. Les populations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette augmentent graduellement pour atteindre un niveau épidémique tous les 30 à 40 ans. Depuis 2006, une épidémie s'est accélérée et le niveau de sévérité est variable selon les régions.



La dernière épidémie (1967 à 1992) aurait entraîné la mortalité d'environ 4 millions d'hectares de forêt et une diminution d'environ 180 millions de mètres cubes de sapin dans la forêt du Québec¹.

Préoccupation

La tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* – Clemens 1865) est l'insecte qui cause le plus de dommage au Québec¹. Il s'agit d'un insecte défoliateur des pousses annuelles qui entraîne une réduction de la croissance ou la mortalité des arbres².

Les essences les plus vulnérables sont le sapin, l'épinette blanche et, dans une moindre mesure, l'épinette de Norvège et l'épinette noire³. Les épidémies surviennent environ tous les trente à quarante ans, une fréquence qui résulte d'une dynamique complexe entre l'insecte et ses ennemis naturels⁴. Ainsi, la forêt québécoise sera vraisemblablement touchée par deux ou trois épidémies au cours des cent prochaines années.

Une section touchant spécifiquement à cette perturbation naturelle a été réalisée en raison :

- ▶ de l'ampleur des perturbations engendrées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette
- ▶ de l'interaction et de l'influence entre les stratégies d'aménagement d'un territoire et la vulnérabilité de celui-ci
- ▶ de l'intégration des avancées portant sur les effets de la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans l'évaluation des possibilités forestières par rapport aux autres perturbations naturelles.

En comparaison, à l'apogée de l'épidémie précédente, la superficie défoliée a atteint 30 millions d'hectares. Selon certaines hypothèses, les épidémies du dernier siècle auraient été globalement plus sévères que les épidémies précédentes. Ce patron pourrait s'expliquer, en partie, par l'allongement du cycle de feu qui aurait conduit à une augmentation de l'abondance du sapin⁵. L'effet varie également d'une épidémie à l'autre. Ainsi, deux épidémies sévères entrecoupées d'une épidémie modérée ont été rencontrées au cours du dernier siècle⁶.

Selon ce patron, l'épidémie en cours pourrait être moins sévère que la précédente dans certaines régions.

¹ [Épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca), Boulet *et al.* (2009).

² Saucier (2001). La réduction de croissance apparaît généralement après 2 ans de défoliation grave pour le sapin et après 3 ou 4 ans pour l'épinette blanche. La mortalité survient après 4 ou 5 ans de défoliation grave pour le sapin et après 5 à 7 ans pour l'épinette blanche.

³ MacLean et MacKinnon (1997), Lussier *et al.* (2002), Hennigar *et al.* (2008), Morin *et al.* (2008).

⁴ Blais (1983), Morin et Laprise (1990), Régnière (2001), Jardon *et al.* (2003), Boulanger et Arseneault (2004), Morin *et al.* (2008).

⁵ Morin *et al.* (2008).

⁶ Bouchard *et al.* (2006).

De plus, les essences vulnérables à la tordeuse des bourgeons de l'épinette sont actuellement davantage disséminées avec d'autres essences, telles que les feuillus, ce qui pourrait également agir sur la distribution et la sévérité de l'épidémie en cours⁷.

Les deux dernières épidémies ont principalement touché les domaines bioclimatiques de la sapinière à bouleau jaune et de la sapinière à bouleau blanc, en raison de la forte abondance de sapinières. Les changements climatiques favoriseraient un déplacement de l'aire de répartition de l'insecte vers le nord et expliqueraient, en partie, le déploiement de l'épidémie actuelle qui a affecté la Côte-Nord⁸.

Le ministère des Ressources naturelles et des Forêts publie annuellement un état de situation de la superficie affectée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Ces informations sont disponibles sur le site Internet du ministère⁹.

Aménagement forestier

L'effet de la tordeuse des bourgeons de l'épinette varie régionalement, notamment en fonction de la composition et de la structure des peuplements. La vulnérabilité d'un peuplement augmente avec la proportion d'essences hôtes (sapin, épinette blanche), leur âge et les conditions du site¹⁰.

Ainsi, les sapinières matures sont généralement plus vulnérables que les autres types de peuplements¹¹. De plus, la présence de feuillus à l'échelle du paysage et du peuplement réduirait l'impact de la tordeuse des bourgeons de l'épinette sur les essences hôtes¹¹.

Les stratégies d'intervention pour contrer l'insecte combinent trois axes d'interventions, soit la prévention, la lutte directe et la récupération des bois affectés. Le recours à ces trois axes d'intervention varie selon la région et la progression de l'épidémie.

Au niveau de la prévention, la récolte prioritaire des peuplements les plus vulnérables s'avère généralement l'approche préventive la plus simple et la plus efficace¹². Certaines interventions sylvicoles peuvent aussi diminuer la vulnérabilité des peuplements, entre autres, en diminuant la proportion d'essences hôtes, en réduisant la densité du peuplement ainsi qu'en favorisant le reboisement avec des essences moins vulnérables. Par exemple, les traitements d'éclaircie (éclaircie précommerciale, éclaircie commerciale) augmentent la production foliaire des arbres résiduels (à partir de 2 ou 3 ans après le traitement), ce qui mènerait à une meilleure résistance de ces derniers lorsque la population de tordeuse des bourgeons de l'épinette est limitée¹³. Les traitements d'éclaircie ont toutefois des effets stressants sur l'arbre à très court terme et sont donc à proscrire en période épidémique¹⁴. Le principal avantage des éclaircies est de pouvoir diminuer la proportion des essences vulnérables au profit des essences moins vulnérables. Toutefois, la composition désirée est difficile à maintenir après traitement à moyen et à long terme¹⁵.

Pour sa part, la lutte directe au Québec se fait exclusivement par pulvérisation aérienne de l'insecticide biologique Btk¹⁶. D'autres produits sont utilisés ailleurs au Canada. Ces pulvérisations visent à réduire le niveau de défoliation annuelle¹⁷ pour allonger la viabilité de certains peuplements et ainsi, à limiter les pertes de matière ligneuse. Compte tenu de la grande superficie touchée, la lutte est limitée aux peuplements jugés prioritaires. Les stratégies d'intervention hâtives et intensives visant à limiter le niveau des populations ne sont pas pratiquées de manière opérationnelle au Québec.

⁷ Saucier (2001), Sainte-Marie *et al.* (2015).

⁸ Régnière *et al.* (2012).

⁹ [Protection des forêts contre les insectes et les maladies \(gouv.qc.ca\)](http://protection-des-forets-contre-les-insectes-et-les-maladies.gouv.qc.ca)

¹⁰ Dupont *et al.* (1991), MacLean et MacKinnon (1997), Bauce (2001), MacLean *et al.* (2001), Morin *et al.* (2008), Boulet *et al.* (2009).

¹¹ Bergeron *et al.* (1995), Su *et al.* (1996), MacLean *et al.* (2001), Campbell *et al.* (2008), Morin *et al.* (2008).

¹² Boulet *et al.* (2009).

¹³ Bauce (2001).

¹⁴ Bauce (1996, 2001).

¹⁵ Sainte-Marie *et al.* (2015).

¹⁶ *Bacillus thuringiensis* variété *kurstaki* (Btk). Cet insecticide devient actif en contact du milieu alcalin particulier au système digestif des larves de la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

¹⁷ L'objectif de protection vise à obtenir une défoliation annuelle ≤ 50 % sur au moins 70 % de la superficie traitée (Dupont, 2001).

Enfin, la récolte des arbres en dégradation permet de récupérer une partie de la matière ligneuse. La vitesse de progression de l'épidémie et l'accès aux peuplements touchés conditionnent largement la capacité de récolte¹⁸. La période de défoliation précédant la mortalité dure en général de 4 à 7 ans lorsque la défoliation est sévère. Ce n'est que par la suite que la mortalité apparaît dans le peuplement. Lorsque l'arbre est mort, le bois se dégrade alors rapidement. La dégradation du bois rend problématique la transformation de celui-ci pour de nombreux produits.

Traitement dans le calcul des possibilités forestières

Le Forestier en chef met en place une gestion adaptative afin d'ajuster les moyens mis en œuvre à la situation spécifique d'une région ou d'une unité d'aménagement. Ainsi, les moyens déployés sont déterminés en fonction de la sévérité de l'épidémie et de son état d'avancement, des démarches mises en œuvre par les aménagistes forestiers pour la récupération des bois affectés en précaution ou par des plans d'aménagement spéciaux.

Sans situation épidémique

Un suivi de la vulnérabilité de la forêt des unités d'aménagement est réalisé. Il est présenté dans les rapports de calcul détaillés lorsqu'un nouveau calcul est réalisé.

En situation épidémique sans mortalité ou sans défoliation avancée

Dans le cadre du calcul des possibilités forestières, les stratégies sylvicoles sont adaptées afin d'ajuster les traitements sylvicoles prévus et de prioriser la récolte dans les peuplements les plus vulnérables. Ces ajustements à la stratégie se traduisent généralement par une augmentation des travaux dans les peuplements où une plus forte proportion de sapin est constatée dans les possibilités forestières du groupe d'essences, sapin, épinettes, pin gris et mélèzes (SEPM).

En situation épidémique avec mortalité ou défoliation avancée

Lorsque plus de 5 % de la forêt d'une unité d'aménagement est dans un état de défoliation avancée (exprimée par une cote de défoliation sévère cumulative supérieure à 15 (annexe 1)), la mortalité des bois affectés est anticipée dans le calcul des possibilités forestières. L'objectif est de prendre en compte les pertes de volume liées à l'épidémie qui surviendront à court terme (< 5 ans), soit d'ici l'entrée en vigueur des possibilités forestières. La figure 1 explique plus en détail la prise en compte de l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans le calcul des possibilités forestières.

Portée des décisions pour 2023-2028

Dans le calcul des possibilités forestières 2023-2028, des pertes ont été anticipées dans certaines unités d'aménagement de la Côte-Nord, du Saguenay-Lac-Saint-Jean, de la Gaspésie, du Bas-Saint-Laurent, de la Capitale-Nationale et de l'Abitibi-Témiscamingue. Ces pertes correspondent à la mortalité réaliste anticipée d'ici le début de la période 2023-2028.

État des connaissances

Dans le cas de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, la plupart des connaissances ont été acquises au cours de la dernière épidémie (1967 à 1992). Les facteurs propres à la dynamique des populations, les modifications des paysages forestiers ainsi que les effets des changements climatiques font en sorte qu'il est difficile de prédire l'évolution et les effets des épidémies actuelles et futures. Plusieurs projets de recherche sont en cours. Les résultats des études entreprises dans le cadre de l'épidémie en cours permettront de valider certaines hypothèses, entre autres, quant à la dynamique des populations, à la vulnérabilité des peuplements ainsi qu'aux effets des stratégies d'intervention.

Des travaux en recherche et développement sont en cours au Bureau du Forestier en chef pour mieux capter l'effet global à long terme des différentes perturbations naturelles dans la modélisation et leur interaction avec les changements climatiques.

¹⁸ Ressources naturelles Canada (2001).

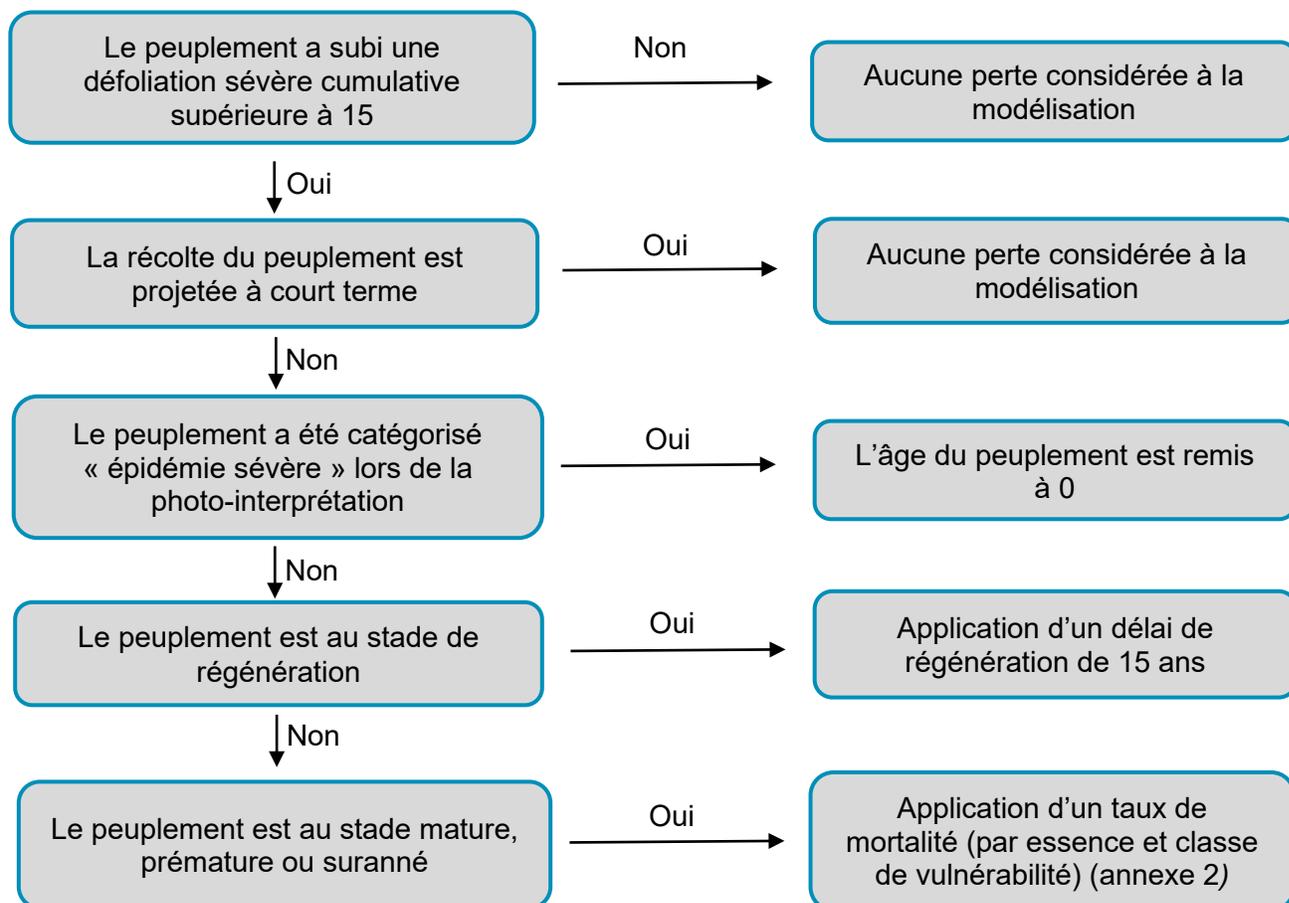


Figure 1. Prise en compte des effets de l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans le calcul des possibilités forestières

Références

- Bauce, E. 1996. One and two years impact of commercial thinning on spruce budworm feeding ecology and host tree foliage production and chemistry. *Forestry Chronicle*, 72 (4) : 393-398.
- Bauce, E. 2001. Implications des relations alimentaires plante-insecte dans la lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. *Dans Ressources naturelles Canada. Tordeuse des bourgeons de l'épinette : l'appivoiser dans nos stratégies d'aménagement. Actes du colloque tenu à Shawinigan les 27, 28 et 29 mars 2001. Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Sainte-Foy, Qc, pp. 27-32.*
- Bergeron, Y., A. Leduc, H. Morin et C. Joyal. 1995. Balsam fir mortality following the last spruce budworm outbreak in northwestern Quebec. *Revue canadienne de recherche forestière*, 25 (8) : 1375-1384.
- Blais, J.R. 1983. Trends in the frequency, extent, and severity of spruce budworm outbreaks in eastern Canada. *Revue canadienne de recherche forestière*, 13 : 539-547.
- Bouchard, M. et I. Auger, 2021. *Effets de l'épidémie de tordeuse des bourgeons de l'épinette des années 1970-80 sur les volumes marchands à l'échelle du Québec*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière no 156. 14 p.
- Bouchard, M., D. Kneeshaw et Y. Bergeron. 2006. Forest dynamics after successive spruce budworm outbreaks in mixedwood forests. *Ecology*, 87 (9) : 2319-2329.
- Boulangier, Y. et D. Arseneault. 2004. Spruce budworm outbreaks in eastern Quebec over the last 450 years. *Revue canadienne de recherche forestière*, 34 : 1035-1043.
- Boulet, B., M. Chabot, L. Dorais, A. Dupont, R. Gagnon et L. Morneau. 2009. Entomologie forestière. *Dans* Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. Manuel de foresterie, 2^e édition. Ouvrage collectif, Éditions Multimondes, Québec, Qc, pp. 981-1012.
- Campbell, E.M., D.A. MacLean et Y. Bergeron. 2008. The severity of budworm-caused growth reductions in balsam fir/spruce stands varies with the hardwood content of surrounding forest landscapes. *Forest Science*, 54 : 195-205.

Tordeuse des bourgeons de l'épinette

- Dupont, A. 2001. La lutte directe contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, un art et une science. *Dans* Ressources naturelles Canada. Tordeuse des bourgeons de l'épinette : l'appivoiser dans nos stratégies d'aménagement. Actes du colloque tenu à Shawinigan les 27, 28 et 29 mars 2001. Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Sainte-Foy, Qc, pp. 41-48.
- Dupont, A., L. Bélanger et J. Bousquet. 1991. Relationships between balsam fir vulnerability to spruce budworm and ecological site conditions of fir stands in central Quebec. *Revue canadienne de recherche forestière*, 21 : 1752-1759.
- Hennigar, C.R., D.A. MacLean, D.T. Quiring et J.A.Jr Kershaw. 2008. Differences in spruce budworm defoliation among balsam fir and white, red, and black spruce. *Forest Science*, 54 (2) : 158-166.
- Jardon, Y., H. Morin et P. Dutilleul. 2003. Périodicité et synchronisme des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec. *Revue canadienne de recherche forestière*, 33 : 1947-1961.
- Lussier, J.-M., H. Morin et R. Gagnon. 2002. Mortality in black spruce stands of fire or clear-cut origin. *Revue canadienne de recherche forestière*, 32 : 539-547.
- MacLean, D.A., T.A. Erdle, W.E. MacKinnon, K.B. Porter, K.P. Beaton, G. Cormier, S. Morehouse et M. Budd. 2001. The Spruce Budworm Decision Support System: forest production planning to sustain long-term wood supply. *Revue canadienne de recherche forestière*, 31 : 1742-1757.
- MacLean, D.A. et W.E. MacKinnon. 1997. Effects of stand and site characteristics on susceptibility and vulnerability of balsam fir and spruce to spruce budworm in New Brunswick. *Revue canadienne de recherche forestière*, 27 : 1859-1871.
- Morin, H. et D. Laprise. 1990. Histoire récente des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette au nord du lac Saint-Jean (Québec) : une analyse dendrochronologique. *Revue canadienne de recherche forestière*, 20 : 1-8.
- Morin, H., D. Laprise, A.-A. Simard et S. Amouch. 2008. Régime des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans l'Est de l'Amérique du Nord. *Dans* Gauthier *et al.* Aménagement écosystémique en forêt boréale. Presses de l'Université du Québec, Québec, Qc, pp. 165-192.
- Régnière, J. 2001. Le processus épidémique chez la tordeuse, et les stratégies de lutte actuelles et à venir. *Dans* Ressources naturelles Canada. Tordeuse des bourgeons de l'épinette : l'appivoiser dans nos stratégies d'aménagement. Actes du colloque tenu à Shawinigan les 27, 28 et 29 mars 2001. Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Sainte-Foy, Qc, pp. 15-26.
- Régnière, J., R. St-Amant et P. Duval. 2012. Predicting insect distributions under climate change from physiological responses: spruce budworm as an example. *Biological Invasions*, 14 : 1571-1586.
- Ressources naturelles Canada. 2001. Tordeuse des bourgeons de l'épinette : l'appivoiser dans nos stratégies d'aménagement. Actes du colloque tenu à Shawinigan les 27, 28 et 29 mars 2001. Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Sainte-Foy, Qc, 67 p.
- Sainte-Marie, G., D. Kneeshaw, D. Maclean, C. Hennigar. 2015. Estimating forest vulnerability to the next spruce budworm outbreak : will past silvicultural efforts pay dividends ? *Can. J. For. Res.* 45 : 314-324.
- Saucier, J.-P. 2001. L'effet de l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette sur le rendement des forêts. *Dans* Ressources naturelles Canada. Tordeuse des bourgeons de l'épinette : l'appivoiser dans nos stratégies d'aménagement. Actes du colloque tenu à Shawinigan les 27, 28 et 29 mars 2001. Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Sainte-Foy, Qc, pp. 33-39.
- Su, Q., D.A. MacLean et T.D. Needham. 1996. The influence of hardwood content on balsam fir defoliation by spruce budworm. *Revue canadienne de recherche forestière*, 26 : 1620-1628.

Rédaction : Philippe Marcotte, ing.f., M.Sc.

Collaboration : Geneviève Lejeune, ing.f., M.Sc.

Révision : Jean Girard, ing.f., M.Sc.; David Baril, ing.f.; Geneviève Lejeune, ing.f., M.Sc.; Stéphane Petitclerc, ing.f.; Lucie Bertrand, ing.f., Ph.D.

Approbation : Louis Pelletier, ing.f., Forestier en chef

Annexe 1. Évaluation de la défoliation cumulative

La superficie de défoliation cumulative, c'est-à-dire la valeur de l'impact de la tordeuse des bourgeons de l'épinette sur un peuplement en termes d'intensité et de durée, est calculée à partir des défoliations annuelles des relevés aériens depuis le début de l'épidémie. Les tableaux 1 et 2 présentent les critères d'évaluation des dommages ainsi que la méthode de calcul de la défoliation cumulée.

Tableau 1 - Évaluation des dommages¹ causés par une épidémie de TBE

Classe des dommages	Perte de feuillage annuel dans la cime des arbres	% approximatif de défoliation	Cote de défoliation annuelle
Léger	Dans la moitié supérieure de la cime de quelques arbres	1 % à 34 %	1
Modéré	Dans la moitié supérieure de la cime de la majorité des arbres	35 % à 69 %	2
Grave	Sur toute la longueur de la cime de la majorité des arbres	70 % à 100 %	3

¹ Évalués par la DPF

Tableau 2 : Calcul de la cote de défoliation cumulée pour la TBE

La cote de défoliation cumulée =
(Nombre d'années avec dommage léger X 1) +
(Nombre d'années avec dommage modéré X 2) +
(Nombre d'années avec dommage grave X 3)

Par exemple, une cote de 15 et plus peut être obtenue lorsque les peuplements forestiers ont subi cinq années de dommages graves ($5 \times 3 = 15$) ou deux années de dommages modérés et quatre années de dommages graves ($(2 \times 2) + (4 \times 3) = 16$).

Annexe 2. Taux de mortalité utilisé par essence et classe de vulnérabilité¹⁹

Catégorie de peuplements (vulnérabilité)	Composition	Essences	Mortalité (% du volume)
Dominé par le sapin ou l'épinette blanche	Sapin et épinette blanche > 50 %	Sapin	69 %
		Épinette blanche	8 %
		Épinette noire ou rouge	5 %
Mixtes	Sapin et épinette blanche de 25 à 50 % Feuillus et thuya > 50 %	Sapin	47 %
		Épinette blanche	8 %
		Épinette noire ou rouge	5 %
Pessières à sapin	Sapin et épinette blanche de 25 à 50 % Résineux > 50 %	Sapin	48 %
		Épinette blanche	16 %
		Épinette noire ou rouge	5 %

¹⁹ Source : Bouchard, M. et I. Auger, 2021.