

4.18

Tordeuse des bourgeons de l'épinette

2018-2023

Version 1.0



Crédit photo : Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

La tordeuse des bourgeons de l'épinette est l'insecte le plus destructeur des peuplements de conifères de l'Amérique du Nord¹. 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

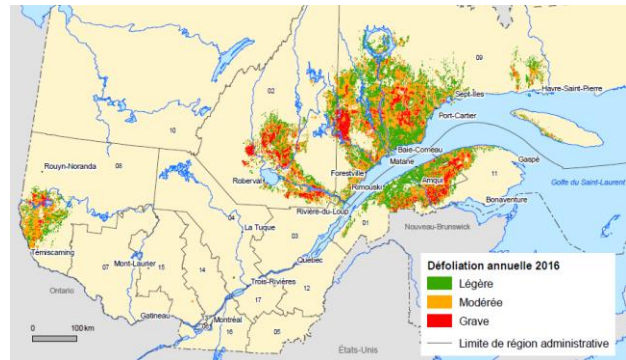
La tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* – Clemens 1865) est l'insecte qui cause le plus de dommage au Québec¹. Il s'agit d'un insecte défoliateur des pousses annuelles qui entraîne une réduction de la croissance ou la mortalité des arbres².

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.

Un fascicule touchant spécifiquement à cette perturbation naturelle a été réalisé 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.

L'épidémie actuelle touche principalement l'Est-du-Québec, en particulier les régions de la Côte-Nord, du Saguenay–Lac-Saint-Jean, de la Gaspésie et du Bas-Saint-Laurent. L'Abitibi-Témiscamingue présente également un foyer d'infestation (figure 1). En 2016, la superficie défoliée atteignait plus de 7 millions d'hectares (figure 2).



Source : MFFP (2017)

Figure 1. Répartition provinciale de la défoliation en 2016.

En comparaison, à l'apogée de l'épidémie précédente, la superficie défoliée a atteint 30 millions d'hectares (figure 3). 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 MFFP (2016a), 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.

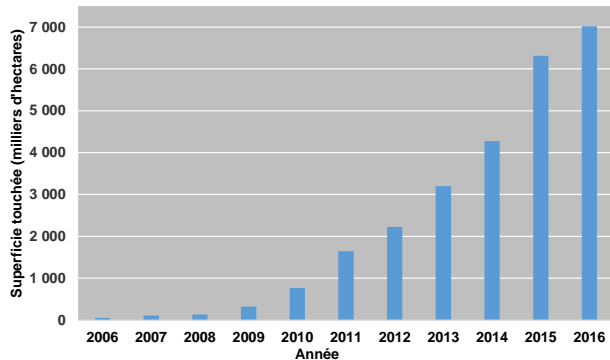
³ MacLean et MacKinnon (1997), Lussier *et al.* (2002), Hennigar *et al.* (2008), Morin *et al.* (2008).

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.



Source : Adaptée de MFFP (2016b)

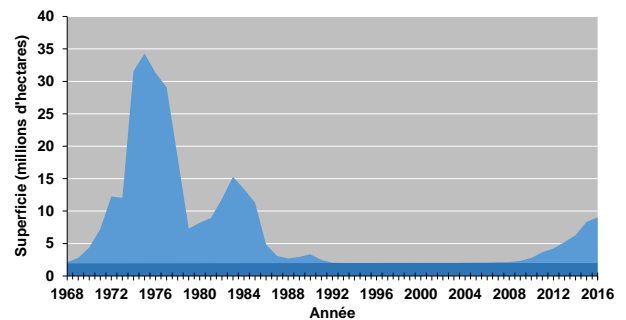
Figure 2. Superficie annuelle touchée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette entre 2006 et 2016.

Les deux dernières épidémies ont principalement touché les domaines 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, l'épidémie actuelle sur la Côte-Nord⁸.

Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs 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.



Source : Adaptée de BFEC (2015)

Figure 3. Superficie défoliée annuellement par la tordeuse des bourgeons de l'épinette de 1968 à 2016.

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 (récolte après mortalité). 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 tordeuses des bourgeons de l'épinette est limitée¹³. Les traitements d'éclaircie ont toutefois des effets bénéfiques sur l'insecte 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.

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

⁸ Régnière *et al.* (2012).

⁹ MFFP (2016c).

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).

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.

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.

Intégration au calcul

Plusieurs épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette toucheront probablement le Québec au cours de l'horizon de calcul (c'est-à-dire 150 ans). Ces épidémies sont susceptibles d'avoir notamment des effets sur la composition de la forêt, les stratégies sylvicoles retenues et les possibilités forestières. La prise en compte de la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans la modélisation s'effectue à différents niveaux selon les unités d'aménagement. Cette décision est prise en fonction de l'état d'avancement de l'épidémie, de la superficie en cause et de la vulnérabilité du territoire.

La prise en considération 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

Stratégie sylvicole

Dans certaines régions, des traitements sylvicoles sont ajustés afin de tenir compte du contexte épidémique en cours. Par exemple, les éclaircies précommerciales et commerciales sont à proscrire durant le passage de l'épidémie¹⁹. Le niveau d'aménagement prévu pour ces traitements est donc ajusté en conséquence. À l'inverse, le recours aux coupes de régénération plutôt qu'à la coupe partielle est accentué dans les peuplements vulnérables comme les sapinières et les sapinières à feuillus durant l'épidémie afin de limiter la perte de matière ligneuse. Généralement, le niveau de reboisement en épinettes est également revu à la hausse.

Évolution des strates

Un niveau de vulnérabilité évolutif est attribué à chacune des strates en fonction de son âge et de sa composition (tableau 1). Les travaux sylvicoles et les hypothèses de récolte viennent donc modifier cet indice de vulnérabilité qui varie dans le temps pour une strate donnée. Le portrait de vulnérabilité présenté à l'échelle du territoire (figure 4) est le résultat compilé de l'ensemble des strates d'un territoire par classe de vulnérabilité.

Tableau 1. Indices de vulnérabilité utilisés pour documenter la vulnérabilité des strates dans le calcul des possibilités forestières.

Composition de la strate	Âge (périodes de 5 ans)			
	15 ans et -	20 à 35 ans	40 à 55 ans	60 ans et +
Sapinière (SS) (strate résineuse ≥ 75 % et strate en sapin ≥ 75 % de la strate résineuse)	5	3	2	1
Sapinière à résineux (SR) (strate résineuse ≥ 75 % et strate en sapin de 50 à 74 % de la strate résineuse)	5	4	3	2
Mixte à dominance résineuse (SM) (strate résineuse de 50 à 74 % et strate en sapin ≥ 50 % de la strate résineuse)	5	4	3	2
Résineuse avec sapin (RS) (strate résineuse ≥ 75 % et strate en sapin de 25 à 49 % de la strate résineuse)	5	4	4	3
Feuilleuse avec sapin (MS) (strate résineuse de 25 à 49 % et strate en sapin ≥ 75 % de la strate résineuse)	5	4	4	3
Résineuse autre que sapin (RA) (strate résineuse ≥ 75 % et strate en sapin < 25 % de la strate résineuse)	5	5	5	5
Mixte autres résineux (MA) (strate résineuse de 50 à 74 % et strate en sapin < 50 % de la strate résineuse)	5	5	5	5
Feuilleuse (F) (strate résineuse < 75 %)	5	5	5	5

Rouge : Strates vulnérables (classes 1 et 2)
Jaune : Strates moyennement vulnérables (classes 3 et 4)
Verte : Strates peu vulnérables (classe 5)

Variables de suivi

Dans toutes les unités d'aménagement du Québec, la vulnérabilité actuelle et future du territoire est suivie dans le temps en fonction de la stratégie d'aménagement retenue au calcul des possibilités forestières (figure 4).

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).

¹⁸ Ressources naturelles Canada (2001).

¹⁹ Bauce (1996, 2001).

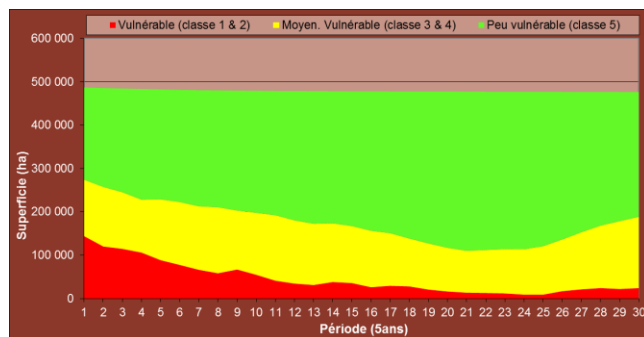


Figure 4. Évolution de la vulnérabilité à la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans le temps pour l'unité d'aménagement 012-72 au Bas-Saint-Laurent.

Optimisation

Pour certaines unités d'aménagement, la stratégie sylvicole est optimisée avec l'objectif de diminuer la vulnérabilité à la tordeuse des bourgeons de l'épinette et de réduire la perte en matière ligneuse. Dans ces territoires, l'optimisation priorise la récolte dans les strates les plus vulnérables et retient les traitements sylvicoles permettant de diminuer la vulnérabilité et de limiter la perte probable. Par exemple, l'optimisation permet de transférer la superficie de récolte initialement prévue dans les pessières vers les sapinières et de favoriser les coupes totales dans les peuplements vulnérables. La superficie reboisée en épinettes a également tendance à augmenter à la suite de l'optimisation. Le choix d'optimiser ou non la stratégie sylvicole en fonction de la tordeuse des bourgeons de l'épinette dépend, entre autres, de l'état d'avancement de l'épidémie actuelle, de la superficie en cause, de la vulnérabilité du territoire et de la capacité à récolter les secteurs vulnérables.

Détermination

Suite à l'optimisation, des analyses d'impact permettent aussi d'évaluer les effets sur les possibilités forestières de divers scénarios d'épidémies en simulant la perte en matière ligneuse non récupérée. Des scénarios plus ou moins optimistes ou pessimistes peuvent être évalués. Ces analyses permettent d'éclairer la détermination des possibilités forestières par le Forestier en chef.

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. 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.

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.
- BFEC. 2015. État de la forêt publique du Québec et de son aménagement durable - Bilan 2008-2013. Gouvernement du Québec, Roberval, Qc, 382 p.
- 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., D. Kneeshaw et Y. Bergeron. 2006. Forest dynamics after successive spruce budworm outbreaks in mixedwood forests. *Ecology*, 87 (9) : 2319-2329.
- Boulanger, 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.
- 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.
- MFFP. 2016a. La tordeuse des bourgeons de l'épinette. <http://mffp.gouv.qc.ca/forets/fimaq/insectes/fimaq-insectes-tordeuse.jsp> (consulté le 21 août 2018)
- MFFP. 2016b. Aires infestées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec en 2016 – Version 1.0. Gouvernement du Québec, Direction de la protection des forêts, Québec, Qc, 16 p.
- MFFP. 2016c. Portrait statistique pour les forêts naturelles, les plantations et les pépinières. <https://mffp.gouv.qc.ca/forets/fimaq/insectes/fimaq-insectes-portrait.jsp> (consulté le 21 août 2018)
- MFFP. 2017. Insectes, maladies et feux dans les forêts du Québec en 2016. Gouvernement du Québec, Direction de la protection des forêts, Québec, Qc, 52 p.
- 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'apprivoiser 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'apprivoiser 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'apprivoiser 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.

Lectures suggérées

- Chabot, M. (dir.), 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. Ouvrage collectif, Éditions Multimondes, Québec, Qc, pp. 1037-1090.
- Ressources naturelles Canada. 2012. La recherche au Centre de foresterie des Laurentides de Ressources naturelles Canada. La tordeuse des bourgeons de l'épinette. Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides, Sainte-Foy, Qc, 14 p.



V. 1.0
2018-2023
2018

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

Collaboration : Sylvain Chouinard, ing.f.²⁰ et Louis Prévost, ing.f., M.Sc.

Révision : Jacques Régnière (RNCAN), Daniel Kneeshaw (UQAM), Caroline Couture, ing.f., M.Sc.²⁰, 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. Tordeuse des bourgeons de l'épinette. Fascicule 4.18. Manuel de détermination des possibilités forestières 2018-2023. Gouvernement du Québec, Roberval, Qc, 5 p.

²⁰ N'est plus à l'emploi du Bureau du forestier en chef.