

## →→→ 3.8 – Perturbations naturelles



### Manuel de détermination des possibilités forestières

Le 22 mars 2024

Les perturbations naturelles sont fréquentes sur le territoire forestier québécois. Leurs effets s'ajoutent à ceux de la récolte, ce qui peut influencer les possibilités forestières. Les effets les plus importants sont considérés lors de la détermination des possibilités forestières, ce qui peut amener un ajustement des stratégies d'aménagement. Les possibilités forestières peuvent également être ajustées en cours de période quinquennale lorsque de grandes perturbations surviennent.

#### Description

Les perturbations naturelles sont fréquentes sur l'ensemble du territoire forestier québécois. Leurs effets s'ajoutent à ceux de la récolte forestière, ce qui contribue à modeler la composition et la structure d'âge des paysages forestiers. Les perturbations naturelles peuvent entraîner des effets significatifs sur les possibilités forestières au fil du temps.

Les perturbations naturelles ont plusieurs effets sur les forêts. Tout d'abord, elles peuvent diminuer la quantité de peuplements mûrs. Cette diminution peut avoir des effets sur les possibilités forestières lorsqu'elles surviennent au moment où il y a peu de peuplements mûrs. De plus, bien que les dommages puissent être atténués par la récolte des forêts perturbées, cette récupération est généralement limitée à une faible proportion du volume affecté<sup>1</sup>. L'effet des perturbations est fort différent de celui de la récolte : il est plus variable en intensité, ne cible pas spécifiquement les forêts mûres et présente des patrons spatiaux beaucoup plus variés.

La plupart des écosystèmes forestiers aient évolué avec les perturbations naturelles et y sont résilients. Lorsque les perturbations naturelles surviennent au stade de jeune forêt et/ou qu'elles s'avèrent trop intenses ou trop rapprochées dans le temps, elles peuvent entraîner des échecs de régénération. Ceci provoque une perte de forêt lorsque les territoires touchés ne sont pas remis en production. Ces déficits de régénération sont la principale source de perte de forêt productive au profit des landes à lichens<sup>2</sup>.

Les perturbations les plus importantes font l'objet d'une attention particulière dans les travaux menant à la détermination des possibilités forestières et sont décrites par des sections spécifiques du *Manuel de détermination des possibilités forestières*. Ce sont les feux de forêt, la tordeuse des bourgeons de l'épinette et la maladie corticale du hêtre. D'autres perturbations comme le chablis, l'arpenreuse de la pruche et la livrée des forêts sont d'occurrence plus sporadique et leurs effets plus limités dans l'envergure ou les essences affectées. Leurs effets sont pris en compte dès lors qu'ils peuvent être cartographiés dans la mise à jour des cartes écoforestières servant au calcul des possibilités forestières.

Plusieurs autres perturbations naturelles, souvent des maladies ou des insectes d'origine exotique, font l'objet d'une attention médiatique importante puisqu'elles affectent des arbres d'ornement ou des milieux de récréation telles que la maladie hollandaise de l'orme et l'agrile du frêne. Cependant, la très faible représentation de ces essences à l'échelle de la forêt publique limite leur prise en compte dans les possibilités forestières.

Bien que les perturbations naturelles soient inévitables, leur ampleur et leurs effets sur les possibilités forestières sont empreints d'incertitudes. Certaines caractéristiques des régimes de perturbations naturelles sont relativement bien connues au Québec telles que les régions où le cycle de feu est le plus court. Le cycle des épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette et certains facteurs qui influencent la vulnérabilité des forêts sont également bien décrits. Cependant, le caractère aléatoire et la dynamique complexe de ces événements ne permettent pas d'anticiper précisément leur localisation, leur étendue et leur sévérité.

<sup>1</sup> En raison, entre autres, de l'accès limité, de la dégradation rapide du bois et du maintien de forêts perturbées à des fins de conservation de la biodiversité.

<sup>2</sup> Se référer à la section 3.9.2 – Enjeux de productivité

## Les régimes de perturbations

Les perturbations naturelles d'ampleur dans la forêt publique québécoise sont le feu, les épidémies de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, la maladie corticale du hêtre et le chablis. Les trois premières font l'objet de sections spécifiques<sup>3</sup> alors que le chablis fait l'objet de la section suivante.

### Le chablis

Au Québec, la superficie touchée par le chablis<sup>4</sup> est moins grande que celle touchée par le feu ou par la tordeuse. Le cycle des chablis (totaux et partiels<sup>5</sup>) est généralement de l'ordre de plusieurs milliers d'années<sup>6</sup>. Néanmoins, ces chablis peuvent occasionner localement des pertes considérables de matière ligneuse. Les chablis de faible superficie sont plus fréquents et entraînent globalement plus de pertes que ceux de grande superficie<sup>7</sup>.

La vulnérabilité au chablis est fonction de l'exposition topographique, des propriétés du sol (type de dépôt) et des caractéristiques du peuplement (composition, structure, âge, hauteur, diamètre et espacement des arbres)<sup>8</sup>. Les sapinières – particulièrement les vieilles – sont généralement plus vulnérables que les peuplements mixtes ou les pessières<sup>9</sup>. Le chablis est également plus élevé en bordure des coupes récentes, généralement dans les premiers 20 à 30 mètres<sup>10</sup>. Dans les lisières boisées riveraines, les séparateurs de coupes et les autres peuplements résiduels, la vulnérabilité au chablis est également fonction de l'exposition au vent (orientation des bandes, position topographique)<sup>11</sup>.

Au Québec, il n'existe pas de mesures sylvicoles expressément déployées pour contrer les chablis. Cependant, des actions sylvicoles réalisées pour d'autres fins peuvent limiter les pertes de matière ligneuse causées par le chablis<sup>12</sup>. Par exemple, la diminution de la proportion de sapin réduit la vulnérabilité d'un peuplement<sup>13</sup>. L'augmentation du diamètre des tiges et l'amélioration de l'enracinement par l'éclaircie précommerciale peuvent aussi augmenter la résistance des peuplements au vent<sup>14</sup>.

La récolte après chablis est également possible, son efficacité varie en fonction de l'accès aux territoires touchés et de la difficulté à récolter les arbres renversés<sup>15</sup>.

## Intégration des perturbations partielles dans les données forestières

L'estimation du volume sur pied et de la croissance des forêts est basée sur de l'échantillonnage sur le terrain. Ces prises de données intègrent ainsi les effets des perturbations qui ont affecté les peuplements tout au long de leur évolution. Notamment, toutes les perturbations ayant des effets partiels, c'est-à-dire qui n'amènent pas un renouvellement complet des peuplements, se retrouvent prises en compte dans les dénombrements de tiges et le volume ainsi mesuré. Ce sont ces données qui sont utilisées pour estimer le volume ainsi que le rendement des forêts futures. De plus, les retours après coupe en forêt étant basés sur le rendement et la composition des forêts actuelles, ces effets se retrouvent aussi considérés dans les forêts futures.

Pour cette raison, le calcul des possibilités forestières s'intéresse plus à intégrer les perturbations majeures qui vont rétablir de nouveaux peuplements forestiers et diminuer considérablement le volume

<sup>3</sup> Se référer aux sections 3.8.1 - Tordeuse des bourgeons de l'épinette, 3.8.2 - Maladie corticale du hêtre et 3.8.3 - Feux de forêt.

<sup>4</sup> Le chablis désigne le renversement d'un arbre ou d'un groupe d'arbres (déracinement ou bris des tiges), le plus souvent sous l'effet de l'âge, de la maladie ou d'éléments climatiques comme le vent, la neige ou la glace.

<sup>5</sup> Chablis total :  $\geq 75$  % de la surface terrière renversée; chablis partiel : 25 à 75 % de la surface terrière renversée.

<sup>6</sup> Vaillancourt (2008), Boucher et al. (2011).

<sup>7</sup> Desraps (2008).

<sup>8</sup> Ruel (1995), Ruel et Benoit (1999), Meunier et al. (2002), Elie et Ruel (2005).

<sup>9</sup> Ruel et Benoit (1999), Ruel (2000), Vaillancourt (2008).

<sup>10</sup> Lopez et al. (2006), Larouche et al. (2007), Desraps (2008).

<sup>11</sup> Ruel (1989), Ruel et al. (2001).

<sup>12</sup> Ruel (1995).

<sup>13</sup> Ruel (1995), Meunier et al. (2002), Elie et Ruel (2005).

<sup>14</sup> Ruel et al. (2003), Achim et al. (2005).

<sup>15</sup> Meunier et al. (2002), Desraps (2008), Vaillancourt (2008).

sur pied de l'unité d'aménagement.

## Intégration à la détermination des possibilités forestières

### Une considération *a priori* ou *a posteriori*

Les perturbations naturelles peuvent être prises en considération *a priori* lors de la détermination des possibilités forestières, c'est-à-dire en prévision des événements de perturbation à venir, ou *a posteriori*, c'est-à-dire en ajustant les possibilités forestières après que surviennent les événements de perturbation.

La considération *a priori* a pour but d'assurer une meilleure stabilisation des possibilités forestières dans le temps<sup>16</sup>. Une considération *a priori* s'avère appropriée lorsque la probabilité que les perturbations surviennent est élevée, que les effets potentiels sur les possibilités forestières sont importants et que le risque peut être circonscrit dans le temps et dans l'espace.

La considération *a priori* se réalise via des analyses de risque menées en parallèle avec le processus du calcul<sup>17</sup>. Dans ce dernier cas, les résultats sont utilisés afin d'établir une réserve de précaution<sup>18</sup> à la détermination des possibilités forestières<sup>19</sup>. Le choix de l'approche (modélisation ou analyse de risque) dépend de la complexité à modéliser les perturbations et des outils disponibles.

La considération *a posteriori* est appliquée lorsque les perturbations ont un effet plus limité sur les possibilités forestières ou lorsque les risques ne peuvent être circonscrits dans le temps et dans l'espace. Elle permet également un ajustement des possibilités forestières lorsque les effets des perturbations considérées *a priori* sont supérieurs à ceux initialement prévus.

La considération *a priori* par un facteur de réduction vient toutefois biaiser de manière conséquente toutes les analyses portant sur l'état de la forêt future, le volume réduit affectant les possibilités forestières, mais aucune des autres variables forestières modélisées (âge, volume sur pied, répartition des essences), ce qui complexifie l'analyse des autres valeurs. Bien que l'idée soit séduisante de réduire la récolte tout de suite pour éviter de la réduire plus dans le futur, rien n'assure que cela n'augmentera pas les risques de feux futurs en raison d'un accroissement du combustible disponible. De plus, cette approche n'assure pas que les baisses soient effectuées dans les unités d'aménagement qui seront effectivement affectées par les feux.

### Rendement accru

Le calcul des possibilités forestières fait appel à une stratégie dite « à rendement accru », c'est-à-dire que la croissance de la forêt est plus grande dans la modélisation que le strict minimum requis pour maintenir les possibilités forestières. Ceci est atteint parce qu'une sylviculture décroissante dans le temps n'est pas permise. De plus, un niveau de récolte ne pouvant pas diminuer dans le temps est imposé, mais il est permis de croître au fil du temps pour maximiser le volume de bois produit sur l'ensemble de l'horizon. Ainsi, le volume produit dans le temps est donc considérablement supérieur à la simple addition des possibilités forestières annuelles. Cette approche a pour effet de créer une marge de manœuvre croissante de période en période. D'une manière variable, selon l'unité d'aménagement, cette approche dégage une marge de manœuvre supplémentaire pour faire face aux inconnues dont notamment les perturbations naturelles futures. Par exemple, dans une unité d'aménagement donnée, la somme du volume produit excède de 32 % le cumul des possibilités forestières déterminées sur le même horizon de calcul.

<sup>16</sup> Armstrong (2004), Savage et al. (2010), Savage et Martell (2010).

<sup>17</sup> Se référer à la section 4.2 – Nord-du-Québec – Risques associés aux feux de forêt et [Analyse des risques de feux de forêt dans la région Nord-du-Québec](#)

<sup>18</sup> Fait référence au fonds de réserve technique dont le but est de compenser des erreurs d'évaluation des possibilités forestières (Gathy et al. 1999).

<sup>19</sup> Se référer à la section 1.5 – Détermination des possibilités forestières

## Autres considérations

Bien que les effets du feu et de la tordeuse des bourgeons de l'épinette soient pris en compte *a priori* lors de la détermination des possibilités forestières de certaines unités d'aménagement, les effets réels de ces perturbations peuvent être différents de ceux prévus initialement. De plus, d'autres agents de perturbation (livrée des forêts, arpeuteuse de la pruche) peuvent causer des pertes importantes de matière ligneuse localement. Ainsi, un ajustement des possibilités forestières *a posteriori* demeure nécessaire lors de perturbations naturelles majeures.

L'estimation du volume non récolté a aussi, dans plusieurs cas, pu tenir compte des perturbations naturelles qui sont survenues dans une période quinquennale donnée en limitant et empêchant le report de la récolte d'un certain volume à une période suivante en considération des pertes par perturbations naturelles.

## État des connaissances

Au Québec, l'état des connaissances sur les perturbations naturelles s'est accru considérablement au cours des dernières années. Les études ont porté, en grande partie, sur la caractérisation régionale des régimes de perturbations ainsi que sur les facteurs qui les influencent. Cependant, la complexité de ces événements et leur nature aléatoire rendent difficile la prédiction de leurs impacts futurs.

Dans le cas du feu, les effets des changements climatiques sur les régimes de feu sont complexes. Une tendance à la hausse du risque de feu est généralement prédite par les simulations climatiques à l'échelle de la forêt boréale canadienne, bien que ces résultats varient selon les régions et la méthode utilisée<sup>20</sup>. Plusieurs avancées ont été réalisées dans les travaux actuels menant à la détermination des possibilités forestières. Des travaux de modélisation des feux et du climat futur ont été effectués dans le but de développer l'expertise et de pouvoir tester des modalités d'adaptation sous divers scénarios climatiques et régimes de perturbations<sup>21</sup>. D'autres analyses, effectuées par replanification et par modélisation stochastique, ont permis de confirmer la pertinence d'une réduction *a priori* pour certaines unités d'aménagement de la région Nord-du-Québec<sup>22</sup>. L'estimation des taux de brûlage futurs demeure l'élément clé qui permettrait de mieux tenir compte des risques liés au feu lors de la détermination des possibilités forestières.

## Références

- Achim, A., J.-C. Ruel et B.A. Gardiner. 2005. Evaluating the effect of precommercial thinning on the resistance of balsam fir to windthrow through experimentation, modelling, and development of simple indices. *Revue canadienne de recherche forestière*, 35 : 1844-1853.
- Amstrong, G.W. 2004. Sustainability of timber supply considering the risk of wildfire. *Forest Science*, 50(5) : 626-639.
- Bergeron, Y., D. Cyr, C.R. Drever, M. Flannigan, S. Gauthier, D. Kneeshaw, È. 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.
- Bergeron, Y., D. Cyr, M.P. Girardin et C. Carcaillet. 2010. Will climate change drive 21st century burn rates in Canadian boreal forest outside of its natural variability: collating global climate model experiments with sedimentary charcoal data. *International Journal of Wildland Fire*, 19 : 1127-1139.
- Bergeron, Y., M. Flannigan, S. Gauthier, A. Leduc et P. Lefort. 2004. Past, current and future fire frequency in the Canadian boreal forest: implications for sustainable forest management. *Ambio*, 33(6) : 356-360.
- Boucher, Y., M. Bouchard, P. Grondin et P. Tardif. 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. *Mémoire de recherche forestière*, no 161. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche forestière, Québec, Qc, 17 p.
- Boulanger, Y., S. Gauthier, D.R. Gray, H. Le Goff, P. Lefort et J. Morissette. 2013. Fire regime zonation under current and future climate over eastern Canada. *Ecological Applications*, 23(4) : 904-923.
- Desraps, D. 2008. L'effet du patron de répartition des coupes et des variables du milieu sur les pertes par chablis dans les lisières. *Mémoire de maîtrise*. Université Laval, Sainte-Foy, Qc, 72 p.
- Elie, J.-G. et J.-C. Ruel. 2005. Windthrow hazard modelling in boreal forests of black spruce and jack pine. *Revue canadienne de recherche forestière*, 35 : 2655-2663.

<sup>20</sup> Flannigan et al. (2001), Bergeron et al. (2004, 2006, 2010), Le Goff et al. (2008), Boulanger et al. (2013).

<sup>21</sup> [Intégration des changements climatiques et développement de la capacité d'adaptation dans la détermination des niveaux de récolte au Québec](#)

<sup>22</sup> [Analyse des risques de feux de forêt dans la région Nord-du-Québec](#)

## Perturbations naturelles

- Flannigan, M., I. Campbell, M. Wotton, C. Carcaillet, P. Richard et Y. Bergeron. 2001. Future fire in Canada's boreal forest : paleoecology results and general circulation model – regional climate model simulations. *Revue canadienne de recherche forestière*, 31 : 854-864.
- Forestier en chef, 2020. Intégration des changements climatiques et développement de la capacité d'adaptation dans la détermination des niveaux de récolte au Québec, Roberval, Québec, 60 pages.
- Forestier en chef, 2022. Analyse des risques de feux de forêt dans la région Nord-du-Québec, Roberval, Québec, 18 pages.
- Gathy, P., R. Evrard et A. Bary-Lenger. 1999. La forêt – Écologie, Gestion, Économie, Conservation. 4e édition. Édition Du Perron, Belgique, Liège, 623 p.
- Larouche, C., J.-C. Ruel et L. Bélanger. 2007. L'effet du patron de répartition des coupes sur les pertes par chablis : étude de cas dans la sapinière à bouleau blanc de l'Est. *Forestry Chronicle*, 83(1) : 84-91.
- Le Goff, H., M.D. Flannigan, Y. Bergeron, A. Leduc, S. Gauthier et K. Logan. 2008. Des solutions d'aménagement pour faire face aux changements climatiques : l'exemple des feux de forêt. Dans Gauthier et al. Aménagement écosystémique en forêt boréale. Presses de l'Université du Québec, Québec, Qc, pp. 109-135.
- Lopez, L.E.M., K.A. Harper et P. Drapeau. 2006. Edge influence on forest structure in large forest remnants, cutblock separators, and riparian buffers in managed black spruce forests. *Ecoscience*, 13(2) : 226-233.
- Meunier, S., J.-C. Ruel, G. Laflamme et A. Achim. 2002. Résistance comparée de l'épinette blanche et du sapin baumier au renversement. *Revue canadienne de recherche forestière*, 32 : 642-652.
- Nappi, A., S. Déry, F. Bujold, M. Chabot, M.-C. Dumont, J. Duval, P. Drapeau, S. Gauthier, J. Peltier et I. Bergeron. 2011. La récolte dans les forêts brûlées — Enjeux et orientations pour un aménagement écosystémique. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement et de la protection des forêts, Québec, Qc, 51 p.
- Ruel, J.-C. 1989. Mortalité du bois laissé sur pied à la suite d'une coupe par bandes dans trois régions du Québec. *Forestry Chronicle*, 64 : 107-113.
- Ruel, J.-C. 1995. Understanding windthrow: silvicultural implications. *Forestry Chronicle*, 71(4) : 434-445.
- Ruel, J.-C. 2000. Factors influencing windthrow in balsam fir forests: from landscape studies to individual tree studies. *Forest Ecology and Management*, 135 : 169-178.
- Ruel, J.-C. et R. Benoit. 1999. Analyse du chablis du 7 novembre 1994 dans les régions de Charlevoix et de la Gaspésie, Québec, Canada. *Forestry Chronicle*, 75(2) : 293-301.
- Ruel, J.-C., C. Larouche et A. Achim. 2003. Change in root morphology after precommercial thinning in balsam fir stands. *Revue canadienne de recherche forestière*, 33 : 2452-2459.
- Ruel, J.-C., D. Pin et K. Cooper. 2001. Windthrow in riparian buffer strips: effect of wind exposure, thinning and strip width. *Forest Ecology and Management*, 143 : 105-113.
- Savage, D.W., D.L. Martell et B.M. Wotton. 2010. Evaluation of two risk mitigation strategies for dealing with fire-related uncertainty in timber supply modelling. *Revue canadienne de recherche forestière*, 40 : 1136-1154.
- Savage, D.W. et D.L. Martell. 2010. L'incertitude dans la planification stratégique de l'aménagement forestier. Réseau de gestion durable des forêts, Série de notes de recherche, no 73, 6 p.
- 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 socio-économique, des partenariats et de l'éducation et Service de la mise en valeur de la ressource et des territoires fauniques, Québec, Qc, 58 p.

Rédaction : Jean Girard, ing.f., M.Sc.

Collaboration : Karelle Jayen, biol., M.Sc.

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

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