



## Prévoir les risques et adapter ses éclaircies commerciales pour minimiser le chablis en sapinière

Par Marine Duperat, M. Sc., candidate au doctorat,  
Barry Gardiner, Ph. D., et Jean-Claude Ruel, ing.f., Ph. D.



Territoires où les résultats s'appliquent.

Cet Avis de recherche forestière présente le sujet de l'affiche gagnante du 1<sup>er</sup> prix dans la catégorie 3<sup>e</sup> cycle au concours d'affiches universitaires Gustave-Clodomir-Piché dans le cadre du Carrefour Forêts 2019.

Le sapin baumier est une essence vulnérable au chablis, particulièrement à la suite de coupes partielles. Or, avec la mise en œuvre de l'aménagement écosystémique, l'utilisation de ce type de coupe est appelée à croître, de sorte qu'il faut améliorer nos connaissances afin de minimiser les risques dans les années à venir. Mais comment planifier nos coupes partielles pour limiter les chablis? Le but de cette étude est d'améliorer l'outil de prévision des risques de chablis « ForestGALES », pour le rendre efficace à évaluer une large gamme de traitements en forêt boréale, notamment en sapinière. Ce faisant, cet outil deviendrait accessible aux gestionnaires forestiers québécois.

### Comment mesurer le moment de force subi par les arbres?

Pour pouvoir prédire les risques de chablis en sapinière avec ForestGALES et rendre facile son utilisation pour les aménagistes forestiers, il faut commencer par trouver des paramètres à inclure dans le modèle qui soient propres aux sapins baumiers. Il faut donc comprendre et mesurer l'impact du vent et la réaction des sapins à l'égard de celui-ci. Pour cela, nous avons installé un dispositif expérimental au sein de la Forêt d'enseignement et de recherche Montmorency.

Le dispositif est constitué d'une tour dotée d'anémomètres, de sondes de température et de jauges de contrainte accrochées sur les troncs de quinze sapins baumiers représentatifs du peuplement (figure 1). Les jauges de contrainte (figure 2), installées de façon orthogonale sur les arbres, permettent de mesurer le moment de force appliqué sur le tronc lors d'épisodes de vent. L'enregistrement simultané et en continu des données recueillies par ces équipements nous permet d'étudier la contrainte appliquée sur les troncs lors de vents violents.

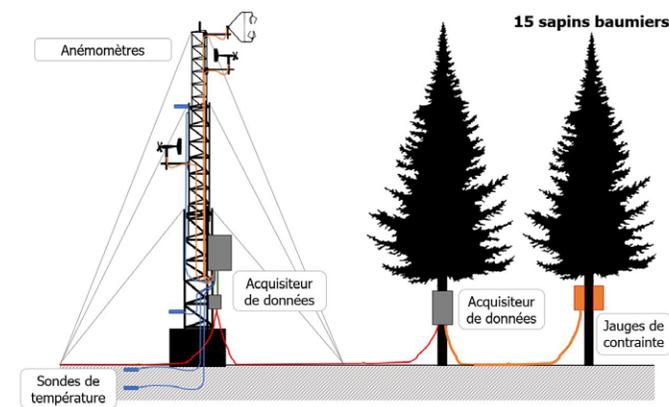


Figure 1. Schéma du dispositif expérimental

### Saviez-vous que?

ForestGALES est un modèle (théorique-empirique) britannique de prévision des risques de chablis.

<https://www.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/forest-planning-and-management-services/forestgales/>

L'acquisition automatique et en continue des données dans ce dispositif nous permet également de caractériser cette contrainte dans diverses conditions météorologiques : température estivale, température hivernale, troncs gelés, houppiers couverts de neige.

### Relation entre vitesse de vent et contrainte du tronc

La relation entre le carré de la vitesse du vent et le moment de force appliqué sur le tronc est connue pour être linéaire. En combinant les données des anémomètres à celles des jauges de contrainte, nous pouvons tracer une droite et en tirer le coefficient de moment de flexion (TMC) propre à chacun de nos sapins (figure 3). Ce sont ces TMC qui vont nous permettre de programmer le modèle pour le sapin baumier.



Figure 2. Jauges de contrainte fixées orthogonalement sur le tronc d'un sapin baumier

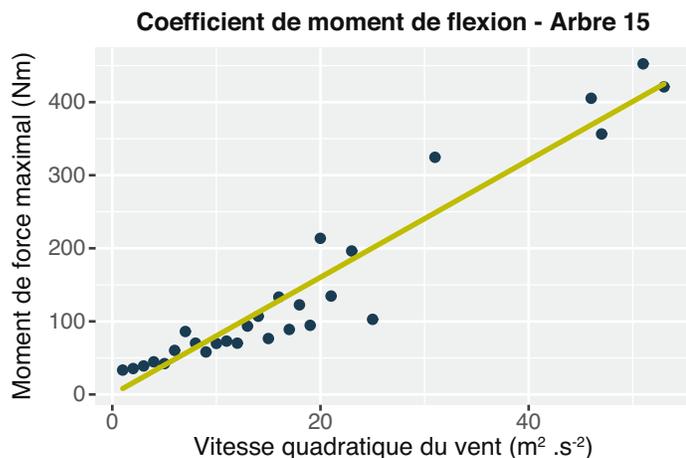


Figure 3. Relation entre le moment de force maximal et la vitesse quadratique du vent pour l'arbre 15 lors de la saison estivale 2018. Le coefficient de moment de flexion (TMC) correspond à la pente de la droite (TMC = 8,02). La relation explique 96,4 % de la variation.

Pour de nombreuses essences déjà testées pour ForestGALES, les TMC présentent une relation linéaire avec le volume de la tige des arbres ( $(\text{diamètre à hauteur de poitrine})^2 \times \text{hauteur}$ ). À la suite de nos essais, nous savons que cette relation est également fiable pour le sapin baumier. Cette relation permet ainsi au modèle d'estimer les TMC de chacun des sapins baumiers d'un peuplement en connaissant uniquement leurs diamètres et leurs hauteurs.

### Quand la combinaison des TMC et d'indices de compétition permet la prévision des risques

En combinant ces TMC à un indice de compétition basé sur la surface terrière des arbres de dimension supérieure à l'arbre étudié, il est possible de prédire les vitesses de vent critiques nécessaires pour déraciner ou briser chacun de nos sapins baumiers dans ForestGALES. Les mesures que nous avons effectuées dans notre peuplement nous permettent par exemple de savoir que nos sapins ont plus de risques de déraciner que de briser. Les sapins du peuplement présentant le plus gros volume de tiges sont alors les arbres les plus à risque.

### Quelle éclaircie commerciale pour minimiser les risques?

Grâce aux données dendrométriques, climatologiques et topographiques propres à notre peuplement, nous pouvons

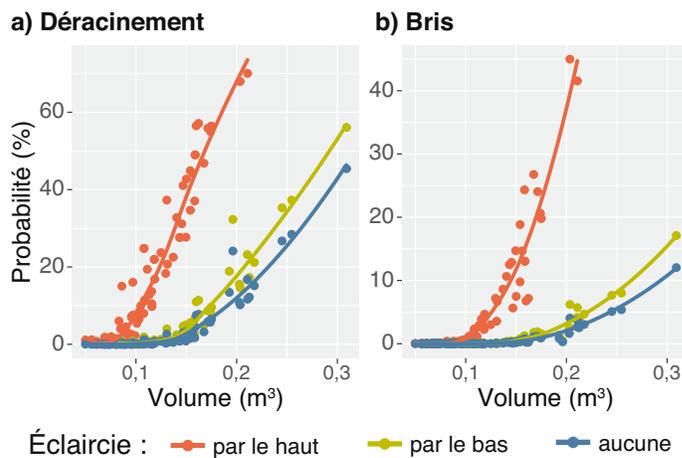


Figure 4. Probabilité que la vitesse critique pour déraciner ou briser les arbres soit atteinte dans l'année après différents types d'éclaircies commerciales avec retrait de 28 % de la surface terrière en fonction du volume de la tige.

estimer pour chaque sapin baumier la probabilité que la vitesse de vent critique (pour déraciner ou briser cet arbre) soit atteinte dans l'année. Cela nous donne une estimation des risques encourus pour chacun des arbres de notre peuplement.

L'intérêt du modèle est qu'il donne également la possibilité de simuler l'effet de différentes coupes partielles, dont les éclaircies commerciales. Nous avons choisi, à titre d'exemple, de simuler une éclaircie par le bas et une éclaircie par le haut en retirant chaque fois 28 % de la surface terrière marchande. La figure 4 présente les résultats de cette simulation et nous montre que, pour notre peuplement, la probabilité de déracinement ou de bris des plus grosses tiges augmente jusqu'à 60 % lors d'une éclaircie par le haut. À l'inverse, l'éclaircie par le bas n'augmente cette probabilité que de 10 %. Il serait donc moins à risque pour notre peuplement de favoriser la récolte des plus petits arbres lors de l'éclaircie commerciale.

### La suite des travaux

Ces résultats sont issus des premiers tests des paramètres qui ont été mesurés durant l'été 2018. Les prochains travaux nous permettront de connaître la variabilité de ces paramètres en conditions hivernales et à la suite d'une éclaircie commerciale réalisée sur le terrain. Un suivi à plus long terme permettra de comprendre et décrire le processus d'acclimatation après éclaircie commerciale.

### Pour en savoir plus

- Gardiner, B., K. Byrne, S. Hale, K. Kamimura, S.J. Mitchell, H. Peltola et J.-C. Ruel, 2008. *A review of mechanistic modelling of wind damage risk to forests*. For. Int. J. For. Res. 81: 447-463.
- Hale, S.E., B.A. Gardiner, A. Wellpott, B.C. Nicoll et A. Achim, 2012. *Wind loading of trees: influence of tree size and competition*. Eur. J. For. Res. 131: 203-217.
- Moore, J.R., B.A. Gardiner, G.R.A. Blackburn, A. Brickman et D.A. Maguire, 2005. *An inexpensive instrument to measure the dynamic response of standing trees to wind loading*. Agric. For. Meteorol. 132: 78-83.

Les liens Internet de ce document étaient fonctionnels au moment de son édition.

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec :

Direction de la recherche forestière  
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs  
2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8

Téléphone : 418 643-7994  
Télécopieur : 418 643-2165

Courriel : [recherche.forestiery@mffp.gouv.qc.ca](mailto:recherche.forestiery@mffp.gouv.qc.ca)  
Internet : [www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche](http://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche)

ISSN : 1715-0795

Forêts, Faune  
et Parcs

Québec