

Environnement lumineux et régénération dans le sous-bois d'une érablière ancienne suite au verglas de 1998

Marilou Beaudet¹, Jacques Brisson² et Christian Messier¹

1) Groupe de recherche en écologie forestière interuniversitaire (GREFi), Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. Centre-Ville, Montréal, Québec, Canada, H3C 3P8.

2) Institut de recherche en biologie végétale (IRBV), 4101 est, rue Sherbrooke, Montréal, Québec, Canada, H1X 2B2.

Cette étude a été effectuée à la réserve écologique du Boisé-des-Muir. Le Boisé-des-Muir est une érablière à hêtre située dans le sud-ouest du Québec, près du village de Huntingdon, dans la Municipalité régionale de comté (MRC) du Haut-Saint-Laurent. Cette érablière est une forêt ancienne qui n'a pas subi de perturbation anthropique importante. On y retrouve plusieurs arbres de plus de 250 ans (Brisson *et al.*, 1994). Cette étude a été effectuée au Boisé-des-Muir parce que nous avons à notre disposition des données détaillées décrivant les conditions qui prévalaient dans cette forêt avant le verglas de 1998, notamment au niveau de l'environnement lumineux dans le sous-bois (Beaudet *et al.*, 1999).

Avant le verglas de 1998, la voûte forestière au Boisé-des-Muir était généralement fermée et ne laissait passer que très peu de lumière. Près du parterre forestier, les conditions étaient très ombragées avec une disponibilité en lumière moyenne de 3% (Beaudet *et al.*, 1999). On retrouvait une abondante régénération d'érable à sucre (banque de semis), mais peu de gaules d'érable à sucre en sous-étage. Cette densité relativement faible de l'érable à sucre dans les classes de tailles supérieures a été attribuée, en partie, au fait que les conditions ombragées qui prévalaient en sous-bois nuisaient à la survie des gaules de cette espèce (Beaudet *et al.*, 1999). Les gaules de hêtre étaient toutefois relativement abondantes, probablement dû à la grande tolérance à l'ombre de cette espèce et à sa capacité à se reproduire non seulement par voie sexuée, mais aussi par voie végétative en produisant des drageons racinaires. En se basant sur les conditions prévalant dans le Boisé-des-Muir avant le verglas, Brisson *et al.* (1994) ont conclu que la composition forestière n'avait pas atteint un état d'équilibre et que l'abondance relative du hêtre allait probablement augmenter au détriment de l'érable à sucre si les conditions environnementales ne variaient pas.

Toutefois, en janvier 1998, le Boisé-des-Muir a reçu environ 70 mm de pluie verglaçante. Cette tempête de verglas a causé des dommages importants à la forêt. Des relevés effectués l'été suivant ont permis de quantifier ces dommages et ont démontré que chez 83% des arbres, 5% de la cime ou plus avait été détruite lors de la tempête (Brisson *et al.*, 2001). Des dommages importants, affectant 50% de la cime ou plus, ont été détectés sur 20% des érables à sucre (*Acer saccharum* Marsh.) et 35% des hêtres (*Fagus grandifolia* Ehrh.). Parmi les autres essences, les dommages importants (i.e., 50% ou plus) affectaient de 0% (chez la pruche (*Tsuga canadensis* L. Carrière)) à 65% des individus (chez le tilleul d'Amérique (*Tilia americana* L.)) (Brisson *et al.*, 2001).

Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets des dommages causés par la tempête de verglas sur l'environnement lumineux en sous-bois et sur la croissance de la régénération, immédiatement après la perturbation, soit en 1998, ainsi qu'au cours des années suivantes (1999 et 2000).

Méthodologie

La superficie totale du Boisé-des-Muir est d'environ 11 ha. La surface terrière avant le verglas était de 29 m²/ha et l'on retrouvait des arbres avec des diamètres maximum à hauteur de poitrine de plus de

70 cm chez plusieurs essences, notamment l'érable à sucre, le hêtre, la pruche et le tilleul (Brisson *et al.*, 1994). La composition en espèces, exprimée en pourcentage de la surface terrière, était la suivante: 67% d'érable à sucre, 12% de hêtre, 10% de tilleul, et 5% de pruche. Le reste de la surface terrière totale était répartie parmi les espèces suivantes, soit l'ostryer de Virginie (*Ostrya virginiana* [Mill.] K. Koch), le caryer cordiforme (*Carya cordiformis* [Wangenh.] K. Koch), le frêne d'Amérique (*Fraxinus americana* L.), le noyer cendré (*Juglans cinerea* L.) et le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.). La densité de la régénération était de 4540 individus / ha pour la classe taille de 0.31 à 1m de hauteur, et de 1214 individus / ha pour les gaules de 1.01 à 4 m de hauteur (Beaudet *et al.*, 1999). Le Boisé-des-Muir est situé sur une crête morainique et est bordé d'un champs agricole, de bois aménagés et d'une route. Le sol est un brunisol mélanique orthique, et l'humus est un Mull. Le drainage varie de modéré à bon et la pente est faible (< 5 %). Comme mentionné au préalable, l'étude était basée sur une comparaison des conditions avant et après le verglas, dans le même réseau de placettes échantillons que décrit dans Beaudet *et al.* (1999) pour l'échantillonnage de la lumière. Ces placettes étaient au nombre de 44, réparties selon une grille couvrant une superficie d'environ 1 ha. Au centre de chacune de ces placettes, la disponibilité en lumière a été évaluée à différentes hauteurs (0,3; 1; 2; 4 m). Des mesures de lumière ont été effectuées en 1995, avant le verglas (tel que décrit dans Beaudet *et al.*, 1999), et après le verglas, soit à l'été 1998, 1999 et 2000. La disponibilité en lumière a été évaluée en mesurant la densité du flux de photons photosynthétisants (DFPP, 400-700 nm) à l'aide de senseurs de lumière (Li-190SA, Li-Cor), simultanément en forêt et à découvert, sous des conditions de lumière diffuse selon la méthode décrite dans Gendron *et al.* (1998). Le pourcentage de transmission de la lumière était par la suite calculé pour chacun des points échantillonnés et servait à quantifier le régime lumineux. La croissance en hauteur de la régénération de 4 m et moins a été évaluée à la fin de l'été 2000 à partir des cicatrices des bourgeons terminaux. Cette méthode nous a permis, rétroactivement, d'évaluer la croissance en élancement correspondant aux années 2000, 1999, 1998 et 1997. Les mesures de croissance en hauteur présentées ici concernent l'érable à sucre, le hêtre et le frêne d'Amérique. Les effectifs variaient de 25 à 50 individus selon l'espèce et la classe de taille.

Résultats

Une augmentation importante de la disponibilité en lumière est survenue suite au verglas de janvier 1998. Avant le verglas, la disponibilité en lumière dans le sous-bois du Boisé-des-Muir était faible, avec un pourcentage de transmission de lumière (% DFPP) moyen allant de 2,8 % à 0,3 m du sol à 4,3 % à 4 m du sol (figure 1) (Beaudet *et al.*, 1999). En 1998, suite à l'ouverture dans la voûte forestière engendrée par le verglas, cette disponibilité devint de 4 à 5 fois plus élevée qu'auparavant, avec des valeurs moyennes de % DFPP allant de 13,8 % à 0,3 m du sol, jusqu'à 20,5 % à 4 m au-dessus du sol (figure 1). Bien que cette augmentation de disponibilité en lumière ait été importante, elle s'est révélée relativement éphémère puisqu'une décroissance rapide dans la disponibilité en lumière est survenu au cours des années suivantes. À l'été 1999, la disponibilité en lumière était de 2,1 à 2,3 fois plus basse qu'en 1998, dépendant de la hauteur (figure 1). La décroissance dans la disponibilité en lumière s'est poursuivie entre 1999 et 2000, mais elle était moins prononcée que l'année précédente (figure 1). La disponibilité en lumière en 2000 était de 1,5 à 1,6 fois plus basse qu'en 1999 (figure 1). En 2000, la disponibilité en lumière moyenne n'était plus significativement différente de celle enregistrée en 1995 à 0,3 m, 1 m et 2 m de hauteur, mais une différence significative prévalait toujours à 4 m de hauteur entre les %DFPP de 2000 et ceux de 1995.

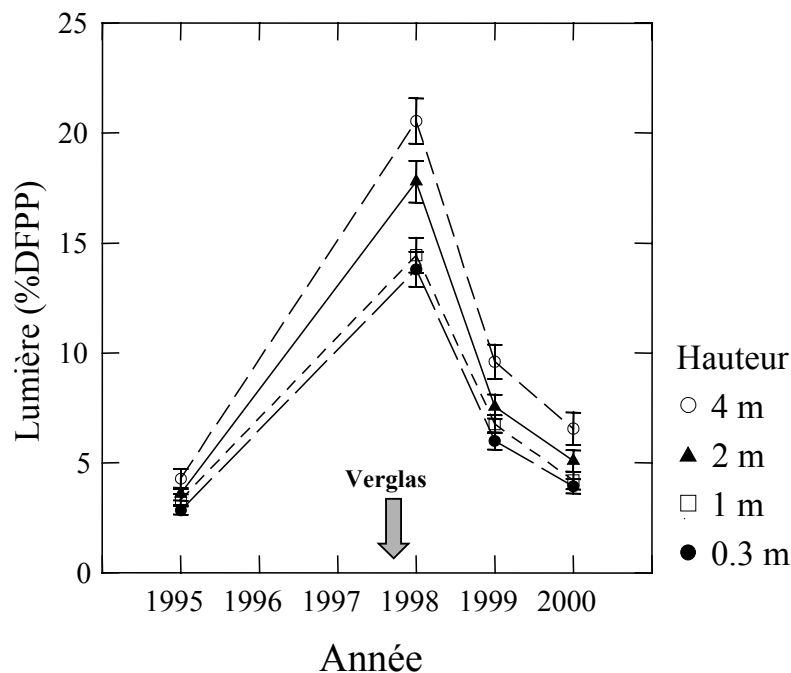


Figure 1. Variation dans la disponibilité en lumière (moyenne de %DFPP $\pm$ 1 erreur type) dans le sous-bois du Boisé-des-Muir, en fonction du temps avant (1995) et après (1998, 1999, 2000) le verglas. Les mesures de lumière ont été prises à quatre hauteurs différentes dans 44 parcelles d'échantillonnage.

Au niveau de la croissance en hauteur de la régénération, celle-ci n'a pas augmenté de façon significative de 1997 à 1998, toutefois une augmentation marquée a été observée de 1998 à 1999 (figure 2). Ce sont les drageons de hêtre qui ont démontré l'augmentation de croissance la plus marquée entre 1998 et 1999 chez les individus de moins de 1 m de hauteur (figure 2A), toutefois les drageons ne se distinguaient pas des autres espèces dans la classe de taille de 1 à 4 m (figure 2B). De 1999 à 2000, une augmentation de la croissance en hauteur a continué d'être observée chez l'érable à sucre et le frêne d'Amérique, ainsi que chez les semis de hêtre. Toutefois, un ralentissement de la croissance en hauteur a été observé chez les drageons de hêtre.

Discussion

Cette étude est, à notre connaissance, une des rares études où l'on a caractérisé l'évolution temporelle des conditions lumineuses dans un sous-bois forestier suite à une perturbation du couvert. Les dommages à la cime des arbres qui ont été causés par le verglas de janvier 1998 ont permis une transmission accrue de la lumière dans le sous-bois du Boisé-des-Muir. À l'été 1998, première saison de croissance après la perturbation, la disponibilité en lumière dans le sous-bois du Boisé-des-Muir était de 4 à 5 fois plus élevée que celle observée avant le verglas. En 1998, l'intensité lumineuse enregistrée au Boisé-des-Muir était supérieure à celle mesurée dans des coupes de jardinage récentes (1 à 4 ans) dans des érablières à bouleau jaune du Québec (Beaudet 2001). Le fait d'avoir poursuivi les mesures lors des 2^e et 3^e saisons de croissance suite au verglas (1999 et 2000, respectivement) a permis de constater que bien que l'augmentation de la disponibilité en lumière ait été importante suite au verglas, elle s'est aussi révélée être éphémère. La diminution la plus marquée de la disponibilité en lumière a eu lieu entre 1998 et 1999,

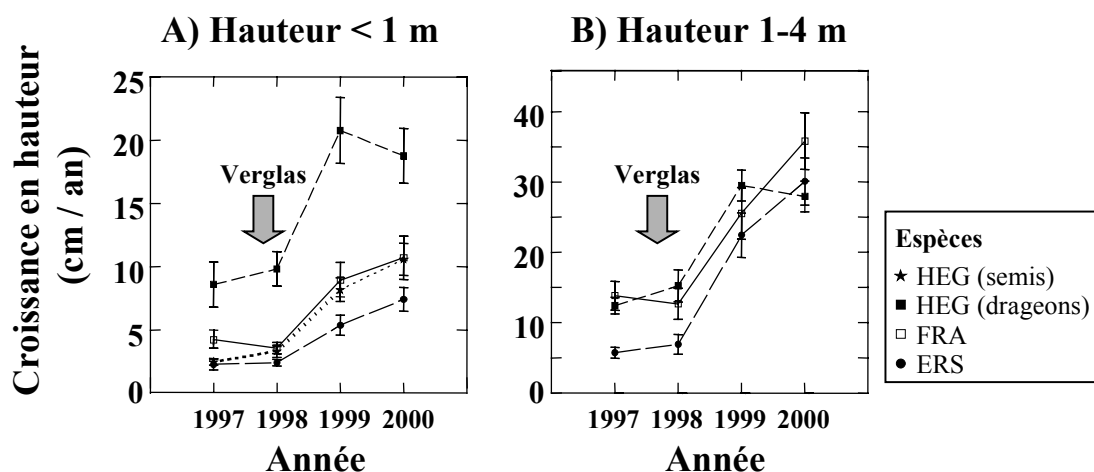


Figure 2. Croissance en hauteur de la régénération de hêtre (HEG), d'érable à sucre (ERS) et de frêne d'Amérique (FRA) A) de moins de 1m de hauteur en 2000 ou B) de 1 à 4 m de hauteur en 2000, en fonction des années. Les HEG de 1 à 4 m n'étaient pas assez abondants pour être inclus dans l'analyse, d'où leur absence sur la figure 2B.

mais s'est poursuivi en 2000 de sorte qu'à cette date, une grande proportion des parcelles avaient une disponibilité en lumière comparable aux valeurs présentes avant le verglas. La diminution importante et rapide de la disponibilité en lumière observée en 1999 et 2000 ne semble pas être attribuable à une refermeture du couvert forestier. En effet, Brisson *et al.* (2001) ont observé qu'en 2000, la reconstruction des cimes était encore très incomplète. Nos observations nous portent plutôt à croire que la diminution importante de la disponibilité en lumière observée en 1999 et 2000 serait due au développement d'une strate de végétation constituée de gaules et de branches basses qui se seraient développées sur le tronc des arbres matures. Il est important de noter que la dynamique temporelle de la lumière suite à une perturbation, que ce soit une coupe ou un verglas, dépendra en grande partie de la structure de la forêt avant la perturbation. Ainsi, dans une érablière où la densité des gaules serait très faible, et où l'on retrouverait surtout des espèces ne produisant que peu de nouvelles branches (ex.: érable à sucre), il est probable que la disponibilité en lumière pourrait demeurer élevée plus longtemps qu'observé au Boisé-des-Muir.

Alors que l'augmentation de la disponibilité en lumière a été marquée dès la première saison de croissance suite au verglas (été 1998), une croissance accrue n'a été observée qu'à partir de 1999 chez la régénération d'érable à sucre, de hêtre et de frêne d'Amérique. Un tel décalage temporel entre l'augmentation de la lumière et l'augmentation de la croissance peut s'expliquer par le fait que la croissance des espèces impliquées est pré-déterminée (Marks, 1975), i.e. que la croissance observée lors d'une année donnée est déterminée par les réserves accumulées l'année précédente, et par conséquent dépend des conditions lumineuses qui ont alors prévalu. Nos résultats suggèrent aussi un effet de stimulation de la croissance qui persisterait dans le temps, malgré une diminution de la lumière. En effet, nous avons observé une diminution importante de la disponibilité en lumière à l'été 1999. Or, si la croissance en 2000 avait été proportionnelle à la disponibilité en lumière en 1999, nous aurions dû observer une diminution de la croissance en 2000 par rapport à 1999. Toutefois, bien que l'on constate un ralentissement de l'accroissement, la croissance en 2000 était supérieure, ou à tout le moins équivalente, à celle enregistrée en 1999 dans la majorité des cas (espèces et classes de taille). L'étude de la croissance de la régénération nous a aussi permis de constater que les drageons de hêtre de moins de 1 m de hauteur avaient répondu de façon marquée suite au verglas, mais que cet accroissement important de la croissance n'a pas semblé se maintenir aussi longtemps que chez les autres espèces. De plus, la croissance en hauteur

supérieure des dragons par rapport aux semis des autres espèces n'était présente que pour les individus de moins de 1 m de hauteur, et non chez ceux de 1 à 4 m.

En conclusion, la perturbation causée par le verglas de 1998 a entraîné une augmentation importante (en 1998) mais éphémère de la disponibilité en lumière en sous-bois. La diminution rapide de la lumière observée dans les années suivantes (1999, 2000) est probablement attribuable à l'interception de la lumière par des gaules et des branches basses s'étant développées suite à l'ouverture du couvert, les cimes des arbres de la voûte forestière ne s'étant pas encore rétablies en 2000 (Brisson *et al.*, 2001). Ces changements dans les conditions environnementales ont favorisé la croissance de la régénération pré-établie. Toutefois, les résultats de Brisson *et al.* (2001) indiquent que la perturbation du couvert par le verglas n'a pas engendré une augmentation de l'établissement de semis et n'a pas permis l'introduction d'espèces intolérantes à l'ombre. Il est important de noter que les effets du verglas observés au Boisé-des-Muir, une forêt ancienne, ne sont pas nécessairement équivalents à ceux qui auraient pu être observés dans des érablières ayant une structure différente, comme par exemple dans des érablières aménagées.

Références

- Beaudet, M.** 2001. Caractérisation et modélisation des effets du couvert forestier sur la dynamique de la lumière et de la régénération dans l'érablière. Thèse de Ph.D. UQAM, Montréal, 200 p.
- Beaudet, M., Messier, C., Paré, D., Brisson, J., et Bergeron, Y.** 1999. Possible mechanisms of sugar maple regeneration failure and replacement by beech in the Boisé-des-Muir old-growth forest, Quebec. *Écoscience* 6:264-271.
- Brisson, J., Bergeron, Y., Bouchard, A., et Leduc, A.** 1994. Beech-maple dynamics in an old-growth forest in southern Québec, Canada. *Écoscience* 1(1):40-46.
- Brisson, J., Lareau, C., Beaudet, M., Millet, J., Messier, C., et Bouchard, A.** 2001. Rétablissement de l'érablière suite aux dommages causés par le verglas - Le cas d'une forêt ancienne du sud-ouest du Québec. Rapport final présenté au Ministère des Ressources naturelles du Québec. Institut de recherche en biologie végétale, 108 pp.
- Gendron, F., Messier, C., et Comeau, P.G.** 1998. Comparison of various methods for estimating the mean growing season percent photosynthetic photon flux density in forests. *Agric. For. Meteorol.* 92:55-70.
- Marks, P.L.** 1975. On the relation between extension growth and successional status of deciduous trees of the northeastern United States. *Bull. Torrey Bot. Club.* 102(4):172-177.