

Effet du verglas de janvier 1998 sur la dynamique forestière d'une forêt ancienne

Résultats partiels de l'étude

Jacques Brisson, Christiane Lareau, Jeanne Millet, Hélène Véronneau,
André Bouchard, Marilou Beaudet, Maryse Bouchard et Christian Messier

Institut de recherche en biologie végétale et
Groupe de recherche en écologie forestière interuniversitaire

1. INTRODUCTION

1.1. Rôle du verglas en forêt feuillue

Les perturbations naturelles jouent un rôle essentiel dans le maintien de l'intégrité et de la biodiversité des forêts (Pickett et White 1985). Dans la forêt tempérée décidue du Nord-Est de l'Amérique du Nord, les tempêtes de verglas constituent un type de perturbation récurrent qui peut influencer la structure, la composition et la dynamique des communautés forestières (Seischab *et al.* 1993; Boerner *et al.* 1987; Bruederle et Stearns 1985). D'une part, les ouvertures créées dans la voûte forestière entraînent une augmentation de la quantité de lumière en sous-bois, ce qui peut modifier les conditions d'établissement et de croissance de la régénération. D'autre part, la mortalité affecte différemment les espèces selon leur résistance et leur stade de développement, ce qui peut modifier la composition de la forêt.

1.2. Les objectifs de l'étude

Grâce à l'aide financière du la Ministère des Ressources naturelles et de la Direction de la conservation et du patrimoine écologique (Ministère de l'Environnement), une étude visant à évaluer les effets du verglas sur la dynamique forestière de la réserve écologique du Boisé-des-Muir a été entreprise dès février 1998 (Brisson *et al.* 1999) Une partie des résultats de cette étude sont présentés dans ce document.

Les objectifs spécifiques qui sont abordés sont les suivants:

- 1) Évaluer les dommages causés aux arbres et aux gaulis;
- 2) Établir le type et la nature des reprises chez les arbres et les gaulis;
- 3) Quantifier l'évolution de la ressource lumineuse en sous-bois;
- 4) Évaluer les changements dans la régénération suite à l'ouverture de la voûte forestière;
- 5) Évaluer les modifications de la composition des strates herbacée et arbustive.

Veuillez noter que pour l'année 1999, seuls quelques résultats seront présentés puisque les données récoltées n'ont pas encore fait l'objet d'analyses.

1.3. La réserve écologique du Boisé-des-Muir

Située au coeur de la Plaine du Saint-Laurent, la réserve écologique du Boisé-des-Muir constitue un site témoin exceptionnel pour établir le rôle du verglas en condition naturelle. Dominée par l'érable à sucre, le hêtre et la pruche, la réserve écologique du Boisé-des-Muir est une forêt ancienne qui n'a jamais subi de coupes forestières majeures. Plusieurs de ses arbres dépassent 250 ans. Chacun des quelque 2 000 arbres du boisé, excluant la bordure, a été identifié, cartographié et enregistré dans une base de données spatiales, ce qui représente un outil idéal dans le cadre d'un suivi sur l'effet du verglas. De plus, des études effectuées avant le verglas ont permis d'établir de façon précise sa composition, sa structure, ses conditions de sol et de lumière et sa dynamique (Brisson *et al.* 1988, 1992, 1994; Beaudet *et al.* 1999); les changements éventuels provoqués par le verglas pourront donc être évalués en comparant les conditions observées après le verglas à celles existant antérieurement.

Entre les 4 et 10 janvier (Milton et Bourque 1998), la quantité de pluie verglaçante mesurée à la station météorologique d'Huntingdon, soit à peine à 2 km du Boisé-des-Muir, a atteint 76,3 mm.

2. MÉTHODOLOGIE

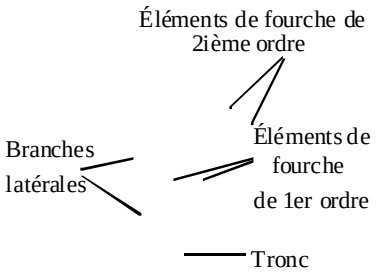
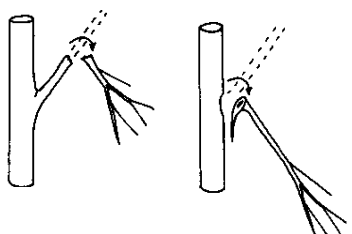
2.1. Dommages causés aux arbres

Dès février 1998, tous les arbres de la portion mésique de la réserve écologique du Boisé-des-Muir ont été évalués quant aux dommages subis. Pour les besoins de l'échantillonnage, le boisé a été divisé en parcelles contiguës de 20m x 20m, conformément à la banque de données géoréférencée des arbres du Boisé-des-Muir. Les dommages causés aux arbres ont d'abord été évalués en fonction du pourcentage de cime perdue, selon une échelle semi-quantitative de 1 à 5 (Tableau 1). Ensuite, une évaluation plus détaillée a été réalisée sur les arbres affectés (cote 2 et plus) et ce, dans la moitié des parcelles (Tableau 2).

TABLEAU 1 : Échelle semi-quantitative des dommages causés aux arbres.

Cote		Description
1		<u>Pas ou très peu affecté :</u> Possibilité de quelques branches fines cassées ou pliées, perte de cime inférieure à 5%.
2		<u>Peu affecté :</u> Perte de 5-25% de la cime.
3		<u>Modéré :</u> Perte de 25-50% de la cime.
4		<u>Très affecté :</u> Perte de plus de 50% de la cime, ou cassure haute du tronc épargnant une partie des branches sous la cassure.
5		<u>Sévère à fatal :</u> Perte totale de la cime. Cassure basse du tronc, ne laissant pas de branches intactes.

TABLEAU 2 : Données recueillies lors de l'évaluation détaillée des dommages.

Données recueillies	Description des catégories	Détails explicatifs
Diamètre	2-5 cm 5-10 cm 10-15 cm 15-20 cm 20 cm et plus	Le diamètre de la branche est évalué au niveau de la cassure ou de la déchirure
Catégorie d'axe	Tronc Élément de fourche de 1er ordre Élément de fourche de 2e ordre ou plus et branches latérales	 Éléments de fourche de 2ème ordre Branches latérales Éléments de fourche de 1er ordre Tronc
Type de brisure	Cassure le long de la branche Déchirure au niveau de l'insertion de la branche à son point d'attache	Cassure Déchirure 

2.2. Dommages causés aux gaulis

Pour l'évaluation des dommages subis, seuls les gaulis d'érable à sucre et de hêtre à grandes feuilles ont été jugés suffisamment abondants pour être considérés. En février 1998, un total de 143 gaulis (diamètre à hauteur de poitrine > 2 cm et < 15 cm) ont été sélectionnés aléatoirement dans 80 des parcelles du Boisé-des-Muir à raison d'un gaulis par espèce, quand l'espèce était présente. Afin de caractériser les dommages, les données suivantes ont été notées: diamètre de la tige, degré d'inclinaison de la tige et type de cassure (Tableau 3). Afin de réaliser un suivi sur le redressement des gaulis ayant subi une courbure importante, 42 gaulis arqués supplémentaires ont été marqués sur le terrain.

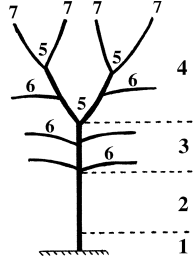
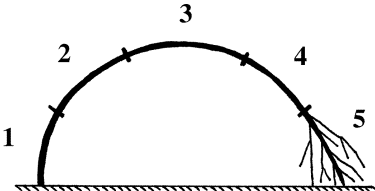
TABLEAU 3 : Données recueillies lors de l'évaluation des dommages des gaulis.

Données recueillies	Description des catégories	
Diamètre	2-3 cm 3-6 cm 6-10 cm 10-15 cm	 Dressé
Inclinaison	Dressé Incliné Arqué (soudé ou non par la glace)	 Incliné
Cassure	Aucune Branches latérales Axe principal (unique ou fourché)	 Arqué

2.3. Reprise des arbres et des gaulis

Au mois de septembre 1998, tous les arbres ayant fait l'objet d'une évaluation détaillée des dommages ainsi que tous les gaulis ayant été affectés par le verglas ont été revisités afin de caractériser leur reprise de croissance (Tableau 4) après une première année de croissance suivant le verglas. La reprise a été évaluée en observant les rejets produits (Genoyer 1994) qui nous renseignent sur la capacité de l'arbre à répondre à un traumatisme.

TABLEAU 4 : Données recueillies lors de la mesure de la reprise chez les arbres et les gaulis

Données recueillies	Description des catégories
Nombre de rejets	0, 1-5, 5-10, 10-25, 25 à 50, 50 et plus.
Regroupement des rejets	En touffes Isolés
Longueur du plus grand rejet (en cm)	0-5, 5-10, 10-25, 25-50, 50-100, 100-200
Diamètre du plus gros axe producteur de rejets (en cm)	0-2, 2-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30 et plus
Localisation de la croissance annuelle la plus longue	Chez les branches épargnées Chez les rejets
Position des rejets par rapport à la structure	1 : Base du tronc 2 : Partie élaguée du tronc 3 : Partie ramifiée du tronc 4 : Sur les éléments de fourche 5 : Dans les fourches 6 : Sur les branches latérales 7 : À l'extrémité distale des axes principaux 
Inclinaison	Dressé Incliné Arqué
Position des rejets par rapport à la courbure du tronc (gaulis courbés seulement)	1 : Sous la courbure 2 : Courbure proximale 3 : Partie horizontale 4 : Courbure distale inversée 5 : Tête feuillée inversée 

En septembre 1999, soit après une deuxième année de croissance, la reprise des arbres et des gaulis a été réévaluée. Lors de cet échantillonnage, les mêmes données ont été récoltées ainsi que la présence de nouveaux rejets ou leur mortalité, la longueur de la plus grande croissance annuelle issue d'un rejet, les signes de dépérissement, etc.

2.4. Disponibilité de la lumière en sous-bois

Les mesures de lumière ont été répétées aux mêmes endroits que lors d'une étude sur la lumière en sous-bois réalisée en 1995, soit dans quarante-quatre (44) placettes situées dans la partie mésique du boisé (Beaudet *et al.* 1999).

Les mesures de lumière ont été effectuées le 16 juin 1998, selon la méthodologie utilisée en 1995 (Messier et Beaudet 1996). Les conditions lumineuses ont été caractérisées selon la méthode proposée par Messier et Puttonen (1995) et testée par Parent et Messier (1996). Cette méthode consiste à mesurer le

pourcentage de transmission de la lumière (Photosynthetic Photon Flux Density : 400-700 nm) à travers la voûte forestière en journées nuageuses (i.e. en conditions de lumière diffuse).

La méthode utilisée nécessite l'utilisation de deux senseurs de lumière. Un premier senseur installé dans un endroit à découvert (champs agricole) fournissait une mesure de l'intensité lumineuse prévalant au-dessus de la voûte forestière (Q_0). À l'aide d'un deuxième senseur, des mesures ponctuelles de l'intensité lumineuse ont été effectuées en plusieurs endroits sous le couvert de la voûte forestière (Q_i), soit au centre de chaque placette, à 0,3 m, 1 m, 2 m et 4 m au-dessus du sol. Le pourcentage de transmission de la lumière (% PPFD) a été calculé pour chacun de ces points en divisant Q_i par la valeur correspondante de Q_0 : $\% \text{ PPFD} = (Q_i / Q_0) \times 100$.

2.5. Régénération

Deux aspects de la régénération ont été étudiés à l'été 1999. D'une part, un dénombrement des semis et gaulis (jusqu'à 15 cm de dph) de toutes les espèces arborescentes, par classe de taille a été effectué dans 188 parcelles circulaires de 2 mètres de rayon. D'autre part, les unités de croissance des semis ont été mesurées chez les quatre espèces les plus abondantes dans la régénération, soit l'érable à sucre, le hêtre à grandes feuilles, le caryer cordiforme et le frêne d'Amérique. Une vingtaine d'individus de moins de 1 cm de dhp ont été sélectionnés pour 3 classes de hauteur. Les unités de croissance étaient mesurées jusqu'en 1988 lorsqu'il était possible.

2.6 Composition des strates herbacée et arbustive

À l'instar d'une étude effectuée en 1995, la composition en espèce et le pourcentage de recouvrement de chacune d'elles ont été échantillonnés dans 100 quadrats de 25 m² à l'été 1999. Il sera ainsi possible de suivre les changements dans la composition des espèces suite au verglas.

3. RÉSULTATS

3.1 Dommages causés aux arbres

Sur les 1 737 arbres évalués à la réserve écologique du Boisé-des-Muir, 1 449 ont été endommagés par le verglas (cote 2 et plus), ce qui représente 83,4 % de tous les arbres (Tableau 5). Bien que la majorité des arbres ont perdu plus de 25 % de leur cime (cote 3 et plus), seulement 5,8% d'entre eux ont été fatalement atteints (cote 5).

Il y a des différences importantes entre les espèces lorsque l'on compare les dommages subis par le verglas. Par exemple, le tilleul est en général très sévèrement endommagé, avec plus de 65,5 % des arbres ayant une cote de 4 correspondant à une perte de cime de plus de 50%, (Tableau 5). Au contraire, les dommages sont en général très légers chez la pruche, la très grande majorité d'entre elles n'ayant été que peu ou pas affectées par le verglas. La sévérité des dommages chez l'érable à sucre et le hêtre a été intermédiaire par rapport à l'ensemble des espèces, sauf pour une certaine quantité de hêtres de faible diamètre dont le tronc a cédé sous le poids de la glace. En général, il y a une bonne correspondance entre les dommages causés aux arbres du Boisé-des-Muir et la vulnérabilité des espèces telle que rapportée dans la littérature (Seischab *et al.* 1993).

TABLEAU 5: Impact du verglas sur les arbres du Boisé-des-Muir, selon une cote de dommage de 1 à 5.
Les espèces représentées par moins de 5 individus
n'ont pas été considérées (*Prunus serotina* et *Ulmus rubra*).

Espèce	n	Cote de dommage									
											
		nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%
<i>Acer saccharum</i>	715	47	6,6	105	14,7	417	58,3	134	18,7	12	1,7
<i>Fagus grandifolia</i>	341	53	15,5	59	17,3	108	31,7	97	28,4	24	7,0
<i>Ostrya virginiana</i>	208	69	33,2	76	36,5	30	14,4	18	8,7	15	7,2
<i>Tilia americana</i>	182	3	1,6	11	6,0	46	25,3	119	65,4	3	1,6
<i>Tsuga canadensis</i>	135	98	72,6	32	23,7	5	3,7	0	0	0	0
<i>Carya cordiformis</i>	91	13	14,3	14	15,4	31	34,1	26	28,6	7	7,7
<i>Betula alleghaniensis</i>	22	2	9,1	4	18,2	7	31,8	6	27,3	3	13,6
<i>Ulmus americana</i>	13	3	23,1	1	7,7	4	30,8	4	30,8	1	7,7
<i>Juglans cinera</i>	12	0	0	0	0	4	33,3	8	66,7	0	0
<i>Fraxinus americana</i>	9	0	0	4	44,4	1	11,1	2	22,2	2	22,2
<i>Fraxinus nigra</i>	9	0	0	1	11,1	3	33,3	5	55,6	0	0
TOTAL	1737	288	17,6	307	16,7	656	28,6	419	31,3	67	5,8

En général, les tendances relatives de susceptibilité observées selon l'espèce (Tableau 5) demeurent valides même lorsque l'on divise l'effectif selon le diamètre des arbres (Figure 1). Ainsi, dans toutes les classes de diamètre, la pruche est l'espèce la moins affectée alors que les dommages au tilleul sont les plus importants. Aussi, lorsque l'on compare les deux espèces les plus abondantes du Boisé-des-Muir, soit l'érable à sucre et le hêtre, on remarque que ce dernier a été légèrement plus affecté que l'érable et ce, à toutes les classes de diamètre. Cette différence entre le hêtre et l'érable pourrait avoir des conséquences importantes sur la dynamique future de boisé. Bien que plusieurs auteurs avaient estimé que la résistance de ces deux espèces étaient approximativement équivalente, Melançon et Lechowicz (1986) ont aussi mesuré une plus grande susceptibilité au verglas chez le hêtre.

Lorsqu'on examine les dommages causés aux arbres en fonction de leur diamètre, on remarque que les dommages moyens augmentent avec la taille des arbres (Figure 1), une tendance qui avait déjà été remarquée par d'autres chercheurs (Downs 1938 ; Boerner *et al.* 1988 ; Robertus *et al.* 1997).

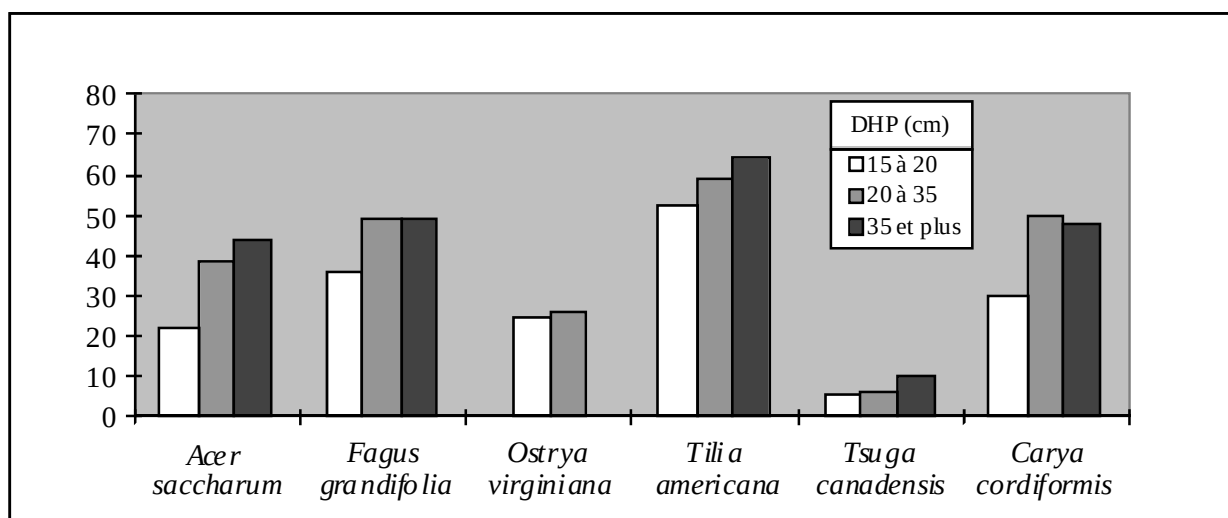


FIGURE 1 : Perte moyenne de la cime des arbres du Boisé-des-Muir en fonction du diamètre.

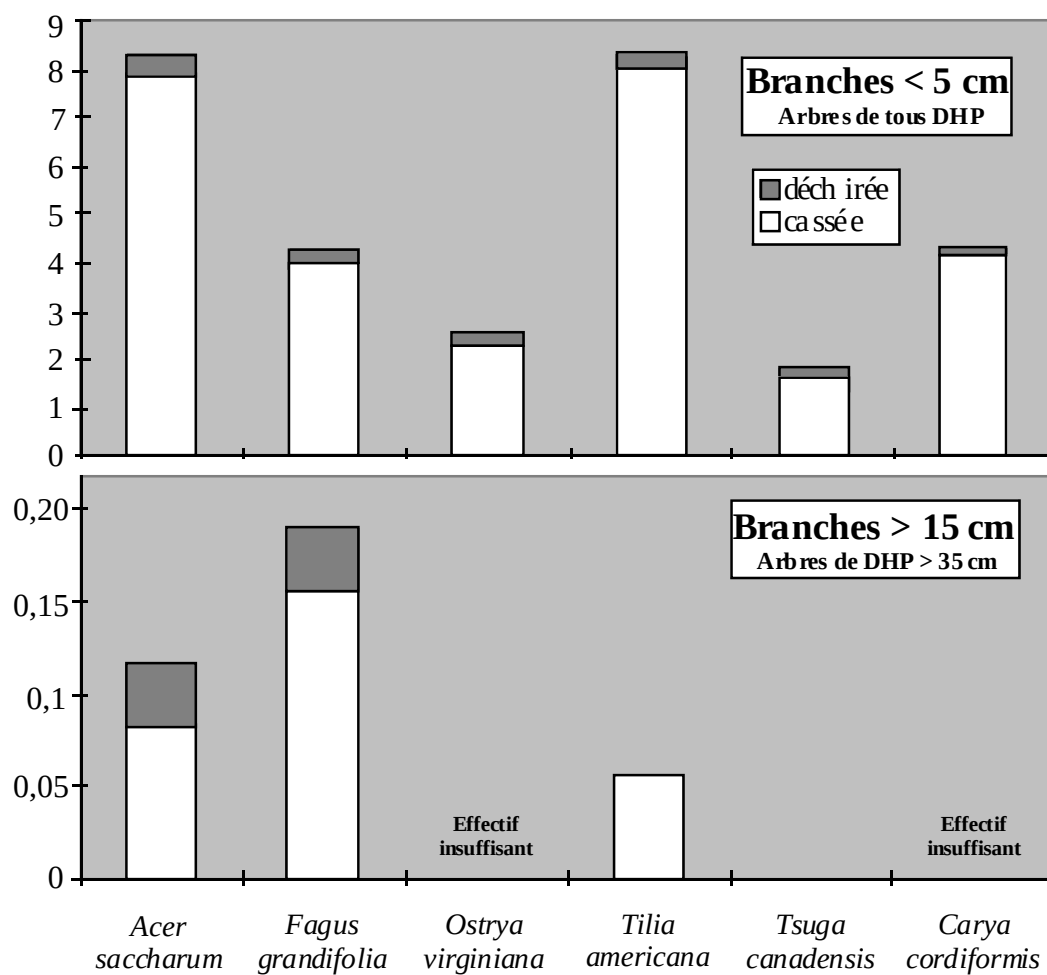


FIGURE 2 : Nombre moyen de branches endommagées (déchirées ou cassées) de petit et de grand diamètre (< 5 cm et > 15 cm).

Les mesures prises au Boisé-des-Muir indiquent que les branches ont davantage tendance à casser qu'à déchirer au point d'insertion (Figure 2). Le pourcentage de déchirures augmente avec la taille de la branche endommagée mais le pourcentage de cassures reste tout de même plus élevé et ce, même chez les plus grosses branches (Figure 2).

Bien que l'érable ait perdu un plus grand nombre moyen de branches par arbre que le hêtre (Figure 2), le hêtre perd davantage de branches de fort diamètre. Le nombre de branches de faible diamètre endommagées chez le tilleul est semblable à celui de l'érable malgré une perte de cime plus importante chez le tilleul. Cette situation s'explique simplement par le fait que le tilleul a une cime moins divisée avec moins de branches que l'érable, de sorte qu'une même perte de branches équivaut à une plus grande perte proportionnelle en cime.

3.2. Dommages causés aux gaulis

Plus de 50% des gaulis ont subi des cassures ou déchirures lors du verglas (Tableau 6). Les plus jeunes tiges sont surtout affectées au niveau de leurs branches latérales, alors que le pourcentage d'axes principaux endommagés augmente avec le diamètre du gaulis, surtout chez l'érable à sucre (Tableau 6). Le pourcentage de tiges endommagées est sensiblement le même chez le hêtre et l'érable, sauf pour les gaulis de 3 à 6 cm de DHP qui sont davantage affectés chez l'érable.

TABLEAU 6. Pourcentage de gaulis d'*Acer saccharum* et de *Fagus grandifolia* selon le type de cassure et le diamètre.

Espèces	Classe de diamètre		Cassure		
			Aucune	Branches latérales	Axe principal
<i>Acer saccharum</i>	1 à 3 cm	(n=21)	52,4	47,6	0
	3 à 6 cm	(n=21)	14,3	66,7	19,0
	6 à 10 cm	(n=13)	23,1	53,8	23,1
	10 à 15 cm	(n=20)	30,0	45,0	25,0
<i>Fagus grandifolia</i>	1 à 3 cm	(n=19)	47,4	52,6	0
	3 à 6 cm	(n=32)	46,9	53,1	0
	6 à 10 cm	(n=20)	35,0	55,0	10,0
	10 à 15 cm	(n=10)	30,0	60,0	10,0

Malgré la quantité de gaulis affectés par les bris, il faut noter que ces bris ne semblaient pas souvent mettre en péril la survie de la tige car ils affectaient surtout de petites branches latérales. En fait, davantage que les bris eux-mêmes, c'est surtout la courbure de la tige sous le poids de la glace qui a été le principal dommage visible de la tempête de verglas sur les gaulis. En effet, si on ne considère que les gaulis de moins de 10 cm de DHP, on note que 85 % des gaulis d'érable et 78 % des gaulis de hêtre étaient inclinés ou courbés après la tempête de verglas (Tableau 7). Une grande quantité d'entre eux ont même passé l'hiver arqués jusqu'au sol, l'extrémité de la cime ou des branches hautes étant fixée dans la glace.

TABLEAU 7. Pourcentage de gaulis d'*Acer saccharum* et de *Fagus grandifolia* selon le type de courbure et le diamètre. Le pourcentage de tiges arquées ayant eu la tête soudée au sol par la glace est également indiqué pour chacune des classes de diamètre de tige.

Espèce	Classe de diamètre	de	Courbure de la tige		
			dressée	inclinée	Arquée (% soudée)
<i>Acer saccharum</i>	1 à 3 cm	(n=21)	19,0	42,9	38,1 (100)
	3 à 6 cm	(n=18)	11,1	66,7	22,3 (75)
	6 à 10 cm	(n=14)	14,3	71,4	14,3 (0)
	10 à 15 cm	(n=22)	50,0	50,0	0
<i>Fagus grandifolia</i>	1 à 3 cm	(n=19)	21,1	42,1	36,8 (72)
	3 à 6 cm	(n=32)	18,8	53,1	28,1 (89)
	6 à 10 cm	(n=20)	30,0	55,0	15,0 (100)
	10 à 15 cm	(n=12)	16,7	66,7	16,7 (100)

3.3. Reprise chez les arbres

Tout comme il y avait de grandes différences au niveau de la susceptibilité des espèces aux blessures causées par le verglas, il y a également des différences spécifiques notables en ce qui a trait à la reprise chez les arbres après la première saison de croissance. Par exemple, parmi les arbres qui ont perdu de 50 à 100% de leur cime (cote 3 et 4) le tilleul et le caryer produisent une grande quantité de longs rejets, alors que le hêtre et l'érable ont produit peu de rejets et ceux-ci sont beaucoup plus courts (Figure 3). Ces résultats suggèrent que les espèces qui ont subi un dommage important sont également celles qui présentent une plus grande capacité de produire des rejets.

Les données récoltées en 1999 (non-illustrées) semblent indiquer qu'aucune espèce ne présente d'augmentation importante du nombre de rejets, la majorité des rejets ayant apparu lors de la première année de croissance suivant le verglas. La croissance annuelle des rejets semble avoir augmenté chez l'érable et possiblement chez le hêtre alors qu'elle est restée la même chez le tilleul et le caryer.

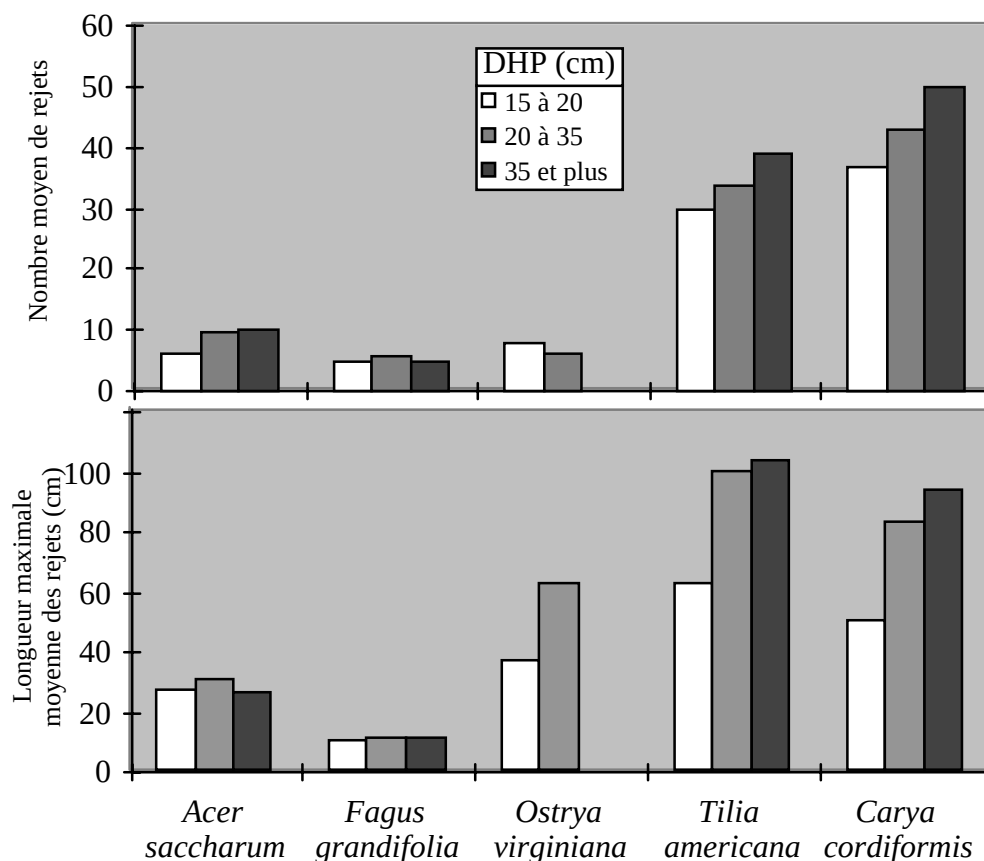


FIGURE 3 : Nombre moyen et longueur maximale moyenne des rejets, par arbre, selon 3 classes de DHP. Seules les 5 espèces ayant produit le plus de rejets ont été considérées.

3.4. Redressement chez les gaulis

Certaines études ont relevé la tendance chez les gaulis de courber au lieu de casser pendant un verglas mais au meilleur de notre connaissance, aucune d'entre elles n'a effectué de suivi permettant d'évaluer la proportion de redressement chez les gaulis ayant été courbés. Au Boisé-des-Muir, parmi les gaulis qui ont été arqués lors du verglas (angle de plus de 90°), aucun érable à sucre et seulement 5 % des hêtres étaient complètement redressés après la première saison de croissance (Figure 4). Parmi les tiges qui étaient inclinées (angle de moins de 90°) juste après le verglas, environ la moitié s'étaient redressées chez les deux espèces. Les résultats montrent une tendance pour le hêtre à avoir une plus grande capacité de redressement que l'érable mais les différences mesurées ne sont pas statistiquement significatives. Ces résultats indiquent que les gaulis n'ont qu'une capacité limitée de se redresser au cours d'une première période de croissance suivant le verglas.

En 1999, les données récoltées suggèrent que très peu de gaulis courbés se sont redressés complètement après une deuxième année de croissance. On observe encore une tendance du hêtre à se redresser plus que l'érable. Seul un suivi à plus long terme permettrait de connaître avec certitude le destin des gaulis encore courbés.

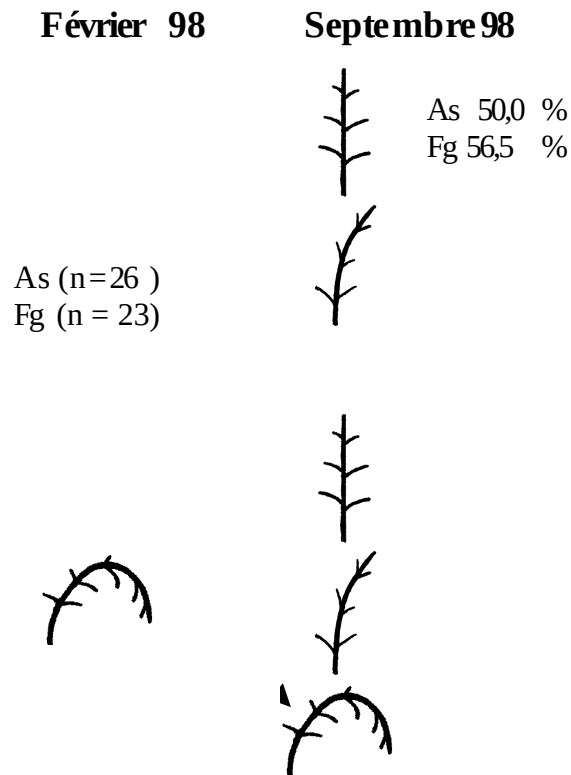


FIGURE 4 : Changements dans l'inclinaison des tiges d'*Acer saccharum* (As) et de *Fagus grandifolia* (Fg) entre le moment suivant immédiatement le verglas (février 1998) et la fin de la première saison de croissance (septembre 1998).

3.5. Disponibilité de la lumière en sous-bois

La disponibilité en lumière (% PPFD) mesurée en 1998 était de 4 à 5 fois plus élevée qu'en 1995 (Figure 6). En 1995, le pourcentage de transmission de la lumière moyen allait de 2,8 % (à 0,3 m du sol) à 4,3 % (à 4 m du sol). En 1998, les valeurs moyennes de % PPFD allaient de 13,8 % (à 0,3 m du sol), jusqu'à 20,5 % (à 4 m au-dessus du sol) (Figure 6).

En 1999 (données non-illustrées), le pourcentage de transmission de la lumière moyen se situe entre 6,0 % (à 0,3 m du sol) et 9,6 % (à 4 m du sol), ce qui indique une diminution de la disponibilité de la lumière en sous-bois comparativement à l'année précédente.

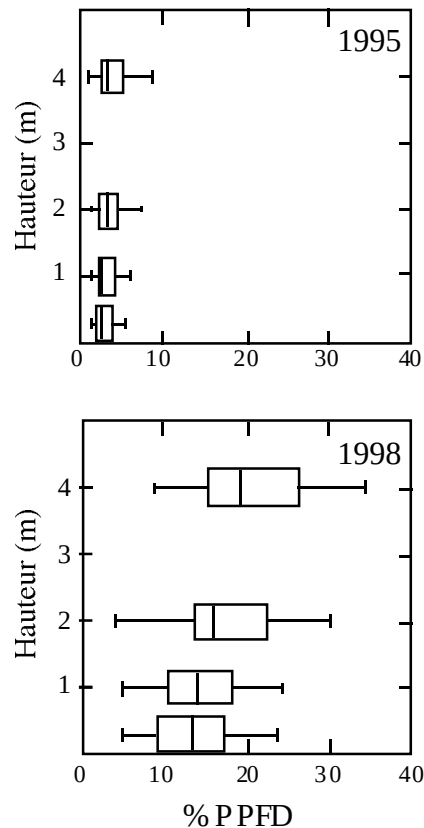


FIGURE 6 : Profil vertical de disponibilité en lumière (%PPFD) en 1995 (avant le verglas) et en 1998 (après le verglas).

3.6. Régénération

L'ouverture de la voûte forestière résultant des dommages causés aux arbres lors du verglas n'a pas permis l'établissement massif de nouveaux semis. Seul le caryer cordiforme présente un nombre significatif de semis datant d'après le verglas.

La croissance des semis et des gaulis d'érable et de hêtre semble avoir légèrement augmenté en 1998 par rapport à celle des années précédant le verglas. Cette augmentation n'est pas visible chez le caryer et le frêne pour la croissance de 1998. Pour l'année 1999, les unités de croissance semblent significativement plus longue que celles des années antérieures au verglas chez toutes les espèces étudiées. C'est donc lors de la deuxième année de croissance suivant la perturbation que la régénération a profité de l'ouverture de la voûte forestière. Cette augmentation de la croissance en 1999 est plus importante chez l'érable et le hêtre qu'elle ne l'est chez le caryer et le frêne.

3.7. Composition des strates herbacée et arbustive

L'augmentation de la lumière dans le sous-bois a permis à certaines espèces qui tolèrent mieux la lumière telles *Apocynum androsaemifolium* d'augmenter leur abondance. Plusieurs espèces de milieu ouvert ont également fait leur apparition dans le Boisé-des-Muir, notamment *Cirsium vulgare*, *Sonchus asper*, *Lactuca serriola* et plusieurs autres.

4. CONCLUSION

Même s'il n'a provoqué que peu de mortalité immédiate chez les arbres, le verglas de janvier 1998 a profondément affecté la réserve écologique du Boisé-des-Muir. Les dommages occasionnés aux arbres varient fortement selon l'espèce et la taille, tout comme les réponses de croissance suivant le verglas. On ne peut présumer des espèces qui seront avantagées ou désavantagées parmi celles occupant actuellement la voûte forestière car il semble y avoir une relation inverse entre la résistance aux dommages et la capacité de se rebâtir une cime par la production de nouveaux rejets. Il n'en demeure pas moins qu'à très court terme, on ne s'attend pas à ce qu'il y ait des changements importants en terme de dominance dans la strate arborescente étant donné le peu de mortalité au cours des deux premières années de croissance suivant le verglas. Par contre, on peut prévoir des changements majeurs en sous-bois.

La destruction partielle de la cime des arbres a occasionné une augmentation substantielle de la quantité de lumière qui pénètre dans le sous-bois. Bien que cet ensoleillement ne semble pas avoir permis l'établissement massif de nouveaux semis, la régénération préétablie semble avoir augmenté sa croissance, principalement au cours de la deuxième année suivant le verglas. Un suivi à plus long terme nous révélera l'effet de la perturbation sur la régénération de chacune des espèces.

L'augmentation des écarts de température et d'humidité qui accompagnent l'ouverture de la voûte forestière a amorcé des modifications dans la composition de la flore préétablie, notamment l'introduction d'espèces de milieu ouvert. Il est probable que leur séjour dans le Boisé-des-Muir soit de courte durée si l'on considère que la quantité de lumière en sous-bois a diminuée en 1999, interceptée par les nouvelles repousses des arbres ou des gaulis.

Le Boisé-des-Muir a subi une perturbation importante qui affectera son intégrité de forêt ancienne pendant plusieurs décennies. Des changements dans la structure ou la composition sont susceptibles d'apparaître dans les prochaines années. La poursuite du suivi des différentes composantes de la dynamique forestière en dehors de toute influence humaine pourra éclairer nos interventions en forêt aménagée.

5. BIBLIOGRAPHIE

- Beaudet, M., C. Messier, D. Paré, J. Brisson et Y. Bergeron. (1999, sous presse). Possible mechanisms of sugar maple regeneration failure and replacement by beech in the Boisé-des-Muir old-growth forest, Quebec. *Écoscience*.
- Boerner, R.E.J., S. D. Runge et D.-S. Cho. 1987. Localized ice storm damage in an Appalachian plateau watershed. *Am. Midl. Nat.* 119: 199-209.
- Brisson J., Y. Bergeron et A. Bouchard 1988. Les successions secondaires sur sites mésiques dans le Haut-Saint-Laurent. *Journal Canadien de Botanique* 66: 1192-1203.
- Brisson J., Y. Bergeron et A. Bouchard 1992. The history and tree stratum of an old-growth forest of Haut-Saint-Laurent region, Quebec. *Natural Areas Journal* 12: 3-9.
- Brisson J., Y. Bergeron et A. Bouchard 1994. Beech-maple dynamics in an old-growth forest of Southern Québec, Canada. *Écoscience* 1:40-46.
- Brisson, J., J. Millet, H. Véronneau, M. Beaudet, C. Messier et A. Bouchard. 1999. Effet du verglas de janvier 1998 sur la dynamique forestière à la réserve écologique du Boisé-des-Muir. Rapport présenté à la Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Ministère de l'Environnement, Québec. Institut de recherche en biologie végétale. 36 pages.
- Brisson, J., J. Millet, H. Véronneau et A. Bouchard. 1999. Comparaison entre les effets du verglas de janvier 1998 dans une forêt ancienne et dans une forêt aménagée. Rapport présenté à la Direction de l'environnement forestier, Ministère des Ressources naturelles, Québec. Institut de recherche en biologie végétale. 18 pages.
- Bruederle L. P. et F. W. Stearns. 1985. Ice storm damage to a southern Wisconsin mesic forest. *Bull. Torrey Bot. Club.* 112: 167-175.
- Downs, A. A. 1938. Glaze damage in the birch-beech-maple-hemlock type of Pennsylvania and New York. *J. Forestry.* 36 : 63-70.
- Genoyer, P. 1994. Contribution à l'étude de la régénération d'arbres traumatisés. Thèse de Doctorat, Science et Technologie du Languedoc, Université de Montpellier II. 191 pp.
- Melançon, S. et M. J. Lechowicz. 1987. Differences in the damage caused by glaze ice on codominant *Acer saccharum* and *Fagus grandifolia*. *Can. J. Bot.* 65: 1157-1159.
- Messier, C., et P. Puttonen. 1995. Spatial and temporal variation the light environment of developing Scots pine stands: the basis for a quick and efficient method of characterizing light. *Can. J. For. Res.* 25: 343-354.
- Parent, S., et C. Messier. 1996. A simple and efficient method to estimate microsite light availability under a forest canopy. *Can. J. For. Res.* 26: 151-154.
- Pickett, S.T.A. et P. S. White. 1985. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press Inc. 472 p.
- Rebertus, A. J., S. R. Shifley, R. H. Richards et L. M. Roovers. 1997. Ice storm damage to an old-growth oak-hickory forest in Missouri. *Am. Midl. Nat.* 137: 48-61.
- Seischab, F. K., J. M. Bernard et M. D. Eberle. 1993. Glaze storm damage to western New York forest communities. *Bull. Torrey Bot. Club.* 120: 64-72.