

Titre :	Suivi de coupes progressives avec nettoyage des gaules de hêtre
Auteurs :	François Guillemette, ing.f., M. Sc. (DRF) et Steve Bédard, ing.f., M. Sc. (DRF)
Collaborateurs :	Martin-Michel Gauthier, ing.f., Ph. D. (DRF), Stéphan Grondin, techn. for. (DGFO) et Marcelle Falardeau, ing.f. (DGFO)
Date :	Avril 2017

1- Introduction

Les peuplements forestiers dans la région de l'Outaouais sont en profonde mutation, en raison de trois moteurs de changement majeurs. D'abord, il est de plus en plus fréquent d'observer une quantité disproportionnée de hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia*) en régénération (gaules et semis) dans les érablières et, conséquemment, de constater un déficit important de régénération de l'érable à sucre (*Acer saccharum*). Ensuite, la maladie corticale du hêtre causée par l'introduction d'un insecte exotique (la cochenille du hêtre, *Cryptococcus fagisuga*) et l'action de champignons, dont l'un est exotique (*Neonectria faginata*), a poursuivi sa progression vers l'ouest. Elle est maintenant présente dans plusieurs régions où le hêtre est présent. L'arrivée de cette maladie, combinée à une importante sécheresse à l'été 2012, a causé une forte mortalité parmi les gros hêtres dans plusieurs secteurs de l'Outaouais. Finalement, les pratiques forestières ont changé : la coupe progressive irrégulière a remplacé la coupe de jardinage comme principale coupe partielle.

Dans ce contexte, la Direction de la gestion des forêts en Outaouais (DGFO) a déclenché la préparation d'un plan spécial d'aménagement en 2014–2015 (MFFP 2014). Outre la récupération des volumes de hêtre en perdition, ce plan comprend aussi des interventions pour nettoyer le hêtre lorsqu'il est trop abondant sous le couvert, dans le but de favoriser d'autres essences désirées, comme l'érable à sucre. Toutefois, ce plan reconnaît que nos connaissances sont limitées, particulièrement au sujet des effets que pourraient avoir les coupes progressives et le nettoyage mécanique du hêtre sur la régénération.

On peut citer tout ou partie de ce texte en indiquant la référence
© Gouvernement du Québec

2700, rue Einstein, bureau C.1.345.11
Québec (Québec) G1P 3W8
Tél : 418 643-7994 poste 6629
Télécopieur : 418 643-2165
Courriel : francois.guillemette@mffp.gouv.qc.ca
<http://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche/index.jsp>

La Direction de la recherche forestière (DRF) dispose de quelques dispositifs de recherche visant à tester des traitements de nettoyage de la régénération du hêtre au profit de celle de l'érable à sucre ou du bouleau jaune, mais ceux-ci ne couvrent pas toutes les conditions rencontrées. Par conséquent, le suivi des secteurs traités opérationnellement en Outaouais permettra de mieux définir les modalités d'application et d'élargir la gamme des conditions étudiées. C'est ainsi que la DRF, en collaboration avec la DGFO, a pris l'initiative d'élaborer un protocole de suivi de validation (ou d'« effets réels », voir Méthot *et al.* 2014) propre à ces traitements, puis de commencer à l'implanter progressivement dans des secteurs traités en Outaouais. L'objectif général de ce suivi de validation est de comprendre les effets des différents traitements de nettoyage et de vérifier s'ils permettent à l'érable à sucre de se régénérer en quantité suffisante et de dominer le hêtre dans la strate de régénération.

Le présent avis technique a été rédigé à la demande de la DGFO, qui souhaitait obtenir un premier aperçu de l'efficacité à court terme des traitements réalisés.

2- Méthode

2.1 Secteurs à l'étude

Le premier secteur à l'étude est le secteur Brûlé (prescription 7251–14982, coupe progressive irrégulière à couvert permanent, CPI_CP), situé dans la portion sud de la réserve faunique Papineau-Labelle (Figure 1). Un suivi de validation y a été implanté à l'été 2015, après des coupes effectuées l'hiver précédent, sur 3 sites où différents traitements de nettoyage des gaules de hêtre avaient été appliqués (Tableau 1). Ce secteur était le premier secteur traité en coupe partielle dans le cadre du plan spécial d'aménagement. De plus, il présentait une occasion d'investigation supplémentaire, du fait qu'en 2012, 2 saisons de croissance avant la coupe progressive, les gaules de hêtre avaient été nettoyées à la débroussailleuse sur une partie de sa superficie (Figure 2). Les propriétés des sols n'ont pas été échantillonnées dans ce secteur, mais des données provenant d'autres sites à proximité et aux conditions comparables indiquaient que le taux de saturation en cations basiques de l'horizon B minéral, et principalement en calcium, n'était pas problématique pour la santé nutritive de l'érable à sucre dans les environs (45 %, comparativement à un seuil minimal d'environ 30 %, selon Ouimet *et al.* 2013).

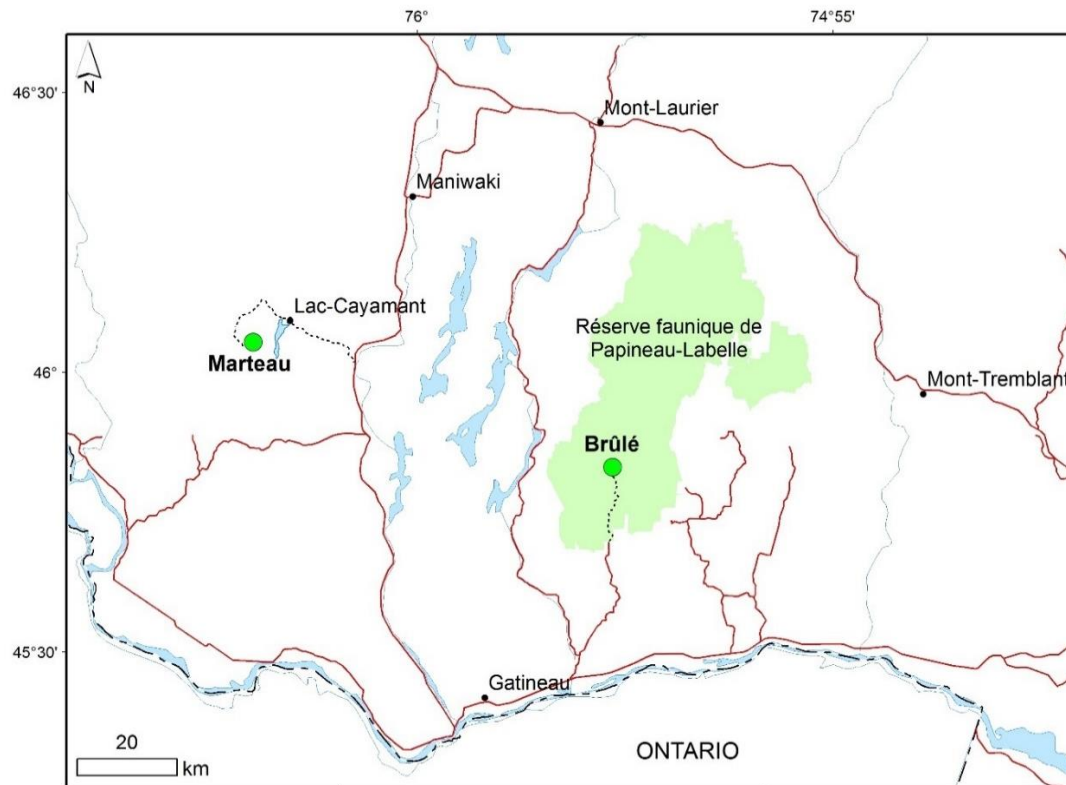


Figure 1. Emplacement des deux secteurs à l'étude.

Tableau 1. Description de l'état initial des secteurs à l'étude et des traitements de nettoyage des gaules de hêtre.

Secteur et site	Date de récolte	Bois sur pied			Gaules			Nettoieiment des gaules de hêtre
		Surface terrière	% érable à sucre	% hêtre	Densité (nombre/ha)	% érable à sucre	% hêtre	
Brûlé 1	Hiver 2014–15				2556	17	78	Abatteuse, scie à disque (hiver 2015)
Brûlé 2		Initiale : 23,3 m ² /ha	53	26	1756	18	81	Abatteuse, scie rétractable (hiver 2015)
Brûlé 3		Résiduelle : 12,3 m ² /ha						Scie mécanique : coupe à ≈ 60 cm de hauteur (automne 2012)
Lac du Marteau	Automne 2013	Initiale : 24,4 m ² /ha Résiduelle : 15,5 m ² /ha	51	19	1984	32	65	Débroussailleuse (25/8–12/9/2014)

N.B. Les données de bois sur pied (diamètre à hauteur de poitrine [DHP] ≥ 9,1 cm) proviennent de l'inventaire d'intervention rattaché à la prescription sylvicole, tandis que les données des gaules (DHP de 1,1 à 9,0 cm) proviennent du suivi de validation. Les surfaces terrières résiduelles mesurées dans les grappes de placettes étaient de 8,6, 10,9, 11,2 et 15,9 m²/ha dans les secteurs Brûlé 1, 2, 3 et du lac du Marteau, respectivement.



Figure 2. Vues du secteur Brûlé en 2015 : a et b) 2 exemples de placettes échantillonnées au site 2; c) un exemple de placette au site 3; d) aperçu général des traitements au site 3 (Photos : François Guillemette).

Le second secteur à l'étude est celui du lac du Marteau, situé à 5 km à l'ouest du lac Cayamant (Figure 1). Ce secteur a été traité par coupe progressive irrégulière à couvert permanent au cours de l'automne 2013, soit avant le début du plan spécial d'aménagement (prescriptions 7351–13374 et 7351–13376, CPI_CP). Il ne contient qu'un seul site d'étude. Un nettoyage des gaules de hêtre y a été pratiqué en 2014, après le constat que la régénération en érable à sucre s'y était installée de façon très abondante, à la suite de la très bonne année semencière survenue en 2013. Notre objectif dans ce secteur était de vérifier l'hypothèse selon laquelle l'application d'une coupe estivale des gaules de hêtre à la débroussailluse, l'année suivant l'ouverture du couvert, permettait aux semis d'érable à sucre de se développer et de dominer en hauteur et en nombre la régénération de hêtre, lorsque les conditions propices à la régénération de l'érable à sucre sont réunies (bonnes conditions de station, bonne année semencière, établissement massif de semis d'érable à sucre). Le suivi de validation a commencé à la fin de l'été 2016, soit après la 3^e saison de croissance suivant la coupe progressive, et après l'établissement de la cohorte de semis. Le plan de sondage

du suivi de validation a été établi de manière à couvrir les superficies avec le type écologique (FE32) et le couvert partiel les plus propices à la régénération de l'érable à sucre (Figure 3). Ainsi, les portions situées sur des sols très minces (p. ex. FE50) et les trouées envahies par le framboisier après la coupe n'ont pas été sondées. Les sols des portions choisies ont été échantillonnés. Ils ne montraient pas de signes évidents de carences (saturation en cations basiques de l'horizon B minéral : 40 % en moyenne).



Figure 3. Vues du secteur du lac du Marteau en octobre 2016 : a) Mélange de semis d'érable à sucre et de rejets des gaules de hêtre coupées; b) portions où les semis d'érable à sucre âgés de 3 ans atteignaient près de 30 cm de hauteur; c) allure générale d'une portion échantillonnée; d) allure générale d'une trouée non échantillonnée et envahie par le framboisier (Photos : François Guillemette).

2.2 Prise de mesures

Le protocole du suivi de validation est résumé de la façon suivante. D'abord, chacun des 4 sites (Tableau 1) a été échantillonné à l'aide de 5 grappes de 10 placettes marquées sur le terrain d'un piquet central afin de répéter les mesures prises initialement (calendrier des mesures : après 1, 3 et 5 ans, puis aux 5 ans). Ensuite, les mesures ont été prises dans des placettes circulaires de

taille variable, soit de 4 à 25 m², selon la nature des données et le secteur. Des mesures ont été prises sur les arbres de dimension marchande, y compris le DHP sur les arbres vivants et le diamètre à hauteur de souche (DHS) sur les arbres coupés. De plus, 2 points de prisme ont été établis sur chacune des grappes, de manière à mieux estimer la surface terrière des arbres vivants situés le long de chacune des placettes. Les gaules de chaque essence ont été dénombrées dans les placettes de manière à relever autant les gaules coupées ou renversées (souches) que les gaules vivantes et les gaules mortes depuis la coupe. Les 2 plus hautes tiges vivantes de la strate de régénération ont été mesurées (essence, origine, hauteur pour les semis, rejets et drageons, puis DHP pour les gaules) dans chacune des placettes. Finalement, les semis ont été dénombrés par essence dans le secteur Brûlé. Au lac du Marteau, les semis ont plutôt été décrits par essence selon leur taux de recouvrement au sol, de même que selon la hauteur moyenne et la hauteur maximale atteinte par l'essence. Ces données ont servi à calculer différents coefficients de distribution : le coefficient initial, celui après le nettoyage et celui de l'essence dominante en régénération.

3- Résultats

À court terme, les traitements de nettoyage ont permis de couper ou de rabattre de 64 % (abatteuse, sites Brûlé 1 et 2) à 96 % (débroussailleuse, sites Brûlé 3 et lac du Marteau) des gaules de hêtre sur pied (Tableau 2). En effet, les sites contenaient de 556 à 689 gaules/ha de hêtre sur pied après le seul passage de l'abatteuse, et de 48 à 111 gaules/ha de hêtre sur pied après la combinaison du passage de la débroussaillage combiné et de la récolte. En plus de diminuer la densité des gaules de hêtre, ces interventions ont permis de diminuer considérablement le coefficient de distribution des gaules de hêtre.

Toutefois, l'efficacité à plus long terme de ces traitements n'est pas encore démontrée. En effet, selon le site, de 68 à 100 % des gaules de hêtre coupées ont produit au moins un rejet de souche (Tableau 2). Le plus faible taux de rejets (qui demeure toutefois très élevé, à 68 %) a été observé au site Brûlé 3, le seul site où le nettoyage du hêtre a été effectué 2 ans avant l'ouverture du couvert principal. La pratique d'un nettoyage en fin d'été (site du lac du Marteau) n'a pas permis d'obtenir un taux de rejets plus faible qu'aux sites du secteur Brûlé qui ont été nettoyés en automne ou en hiver. Par ailleurs, dans les 4 sites, la densité de gaules renversées lors des opérations de coupe et dont la souche est demeurée vivante est non négligeable, ce qui se manifeste soit par la production de rejets, soit par un houppier encore vivant.

Tableau 2. Description des gaules avant et après les traitements de nettoyage selon les essences, les secteurs et les sites.

Essence, secteur et site	Superficie des placettes (m²)	Coefficient de distribution		Densité (gaules/hectare)					
				Initiale	Après les traitements				
		% initial	% après traitement		Sur pied	Renversées non mortes	Coupées		
							Total	Rejets	% de rejets
Hêtre									
Brûlé 1	9	72	36	2000	689	289	1022	800	78
Brûlé 2	9	58	22	1422	556	178	689	689	100
Brûlé 3	9	78	8	2489	111	200	2178	1489	68
Lac du Marteau	25	74	12	1288	48	96	1088	912	84
Érable à sucre									
Brûlé 1	9	22	6	422	89	22	311	267	86
Brûlé 2	9	18	0	311	0	178	133	89	67
Brûlé 3	9	6	0	67	0	22	44	0	0
Lac du Marteau	25	48	32	632	264	216	48	32	67

Les traitements ont aussi causé d'importantes pertes parmi les gaules d'érable à sucre, autant sur le plan du coefficient de distribution que de la densité, mais les taux de rejets produits sont comparables à ceux observés pour le hêtre (Tableau 2). L'absence de rejets observée au site Brûlé 3 s'explique par le fait que seulement 3 gaules d'érable à sucre y ont été échantillonnées, ce qui est nettement insuffisant pour obtenir une bonne estimation. Par comparaison, de 14 à 79 gaules d'érable à sucre et de 64 à 161 gaules de hêtre ont été échantillonnées aux autres sites.

Les coefficients de distribution de l'essence dominante en régénération indiquent que le hêtre est demeuré l'essence dominante, malgré le nettoyage (Figure 4). En effet, le hêtre dominait environ 70 % des placettes de 25 m² dans le secteur Brûlé, comparativement à près de 20 % pour l'érable à sucre. Cette dominance du hêtre s'explique probablement par la présence de gaules non coupées par les abatteuses (sites Brûlé 1 et 2), de même que de rejets et drageons issus de tiges coupées (sites Brûlé 3 et lac du Marteau). Les rejets provenaient de l'ensemble des gaules et des arbres coupés ou renversés, quel que soit leur diamètre (données non présentées). Les drageons, quant à eux, provenaient surtout des souches d'arbres de diamètre marchand, et plus particulièrement de ceux avec un DHS > 28 cm (dont 50 % [12 sur 24 observations] ont produit des drageons), comparativement à ceux dont le DHS variait de 12 à 26 cm (dont 26 % [pour 66 observations] ont produit des drageons). Cette répartition a été observée aux 4 sites étudiés. L'érable à sucre dominait plus de placettes au lac du Marteau (40 %) à cause de la présence de gaules épargnées lors des traitements (Tableau 2 et figure 4). De 6 à 16 % des placettes étaient dominées par une autre essence, généralement le bouleau jaune. En outre, 2 placettes du site Brûlé 3 (4 %) n'étaient pas régénérées, car envahies par des fougères.

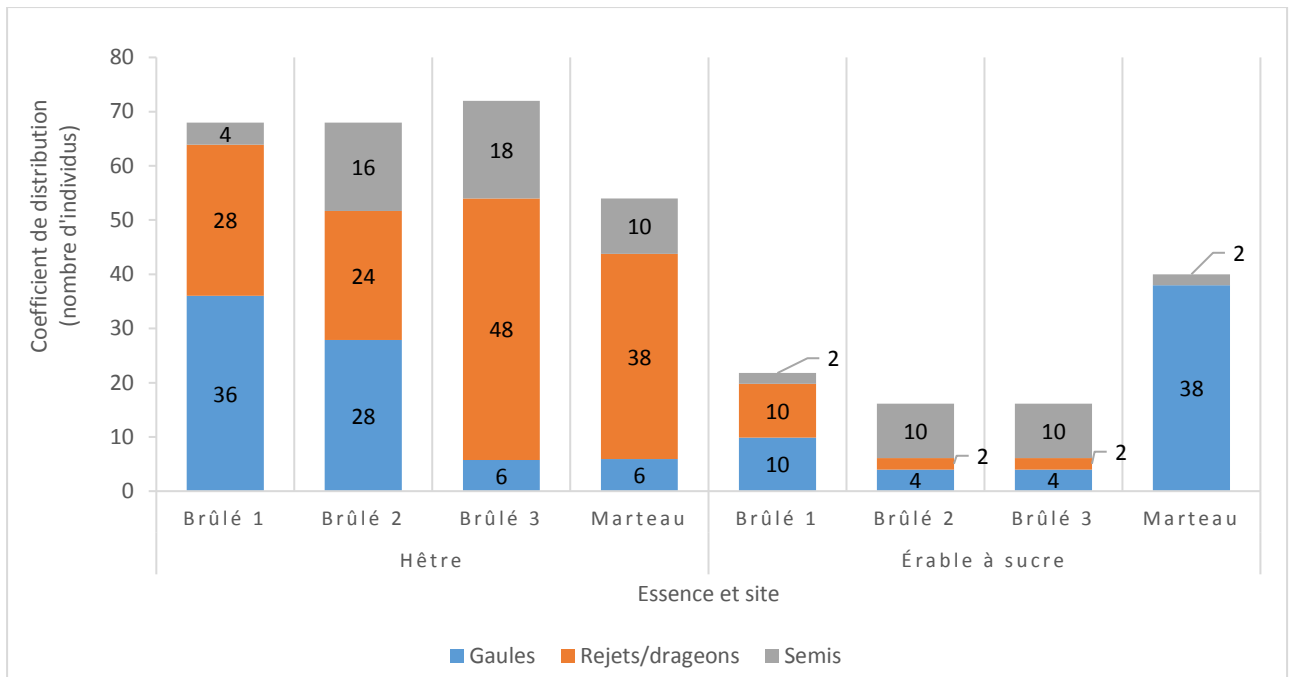


Figure 4. Coefficient de distribution de la régénération dominante dans les placettes de 25 m² sur les sites à l'étude.

Malgré cette dominance du hêtre, les semis d'érable à sucre étaient abondants dans les portions échantillonnées des 4 sites. Dans le secteur Brûlé, 93 % des placettes de 9 m² contenaient au moins un semis d'érable à sucre. De plus, 64 % des placettes dans lesquelles le hêtre avait été contrôlé avec l'abatteuse (sites Brûlé 1 et 2) et 92 % des placettes dans lesquelles le hêtre avait été contrôlé avec la débroussailleuse 2 ans auparavant (site Brûlé 3) contenaient au moins 11 semis d'érable à sucre. Toutefois, la très grande majorité de ces semis avait environ 2 ans (année semencière 2013) et une hauteur d'environ 10 cm. Quelques semis plus âgés et plus hauts atteignaient en moyenne 43 cm. Or, les rejets et drageons de hêtre les plus dominants atteignaient 43 cm en moyenne au site Brûlé 1 en juillet 2015, 75 cm au site Brûlé 2 en septembre 2015 et 96 cm au site Brûlé 3 en septembre 2015. L'écart entre les sites Brûlé 1 et 2 s'explique principalement par la croissance qui s'est poursuivie entre les 2 mesures. Au site Brûlé 3, les différences s'expliquent par le plus grand nombre de saisons de croissance depuis la coupe et la hauteur de coupe des gaules (60 cm).

Dans les portions échantillonnées du site du lac du Marteau, 100 % des placettes de 4 m² contenaient au moins un semis d'érable à sucre. Ceux-ci n'ont pas été dénombrés, mais ils recouvraient en moyenne 43 % de la superficie des placettes, ce qui pouvait représenter près d'une centaine de semis par placette de 4 m². Cela correspond à une densité environ 5 à 10 fois plus forte que dans le secteur Brûlé. Au lac du Marteau, la plupart des semis d'érable à sucre avaient 3 ans et atteignaient en moyenne 17 cm de hauteur. Toutefois, la hauteur moyenne du semis le

plus haut de chacune des placettes y atteignait 40 cm. Par conséquent, les plus hauts semis d'érable à sucre pouvaient mieux faire concurrence aux rejets et drageons de hêtre, dont les plus hauts atteignaient de 60 à 80 cm en moyenne. D'ailleurs, dans 56 % des placettes de 4 m², au moins un semis d'une essence commerciale désirée (c'est-à-dire autre que le hêtre) dépassait 30 cm de hauteur.

4- Discussion

Il faut d'abord rappeler les limites de ces essais : il n'y a pas de répétition des traitements. Des différences observées peuvent être attribuables aux conditions particulières d'une année ou d'un site donné qui pourraient avoir influencé les résultats. Par conséquent, on doit éviter d'extrapoler les résultats et d'en tirer des généralisations.

La DRF dispose aussi de quatre dispositifs expérimentaux plus formels dans lesquels un nettoyage du hêtre a été pratiqué en 2008 ou en 2009. La discussion qui suit fait aussi référence à des résultats non publiés provenant de ces expériences en cours.

4.1. Succès des traitements

La première leçon apprise est qu'une simple coupe du tronc ne suffit pas pour éliminer définitivement, et en grande proportion, des gaules de hêtre. De 68 à 100 % des gaules échantillonnées et coupées dans les 4 sites étudiés ont produit au moins un rejet de souche viable (Tableau 2), bien que ces nettoyements aient été effectués de plusieurs façons : à la débroussailleuse (souche), à l'abatteuse ou à la scie mécanique (souche haute), en hiver ou à la fin de l'été (Tableau 1). De plus, les nettoyements ont été réalisés 2 ans avant, pendant ou presque une saison de croissance après la coupe du couvert principal. Les résultats non publiés des 4 dispositifs de la DRF ne contredisent pas ce constat.

Aux États-Unis, Nyland (2004) avait réussi à tuer 98 % des gaules de hêtre à l'aide d'un anelage pratiqué au début du mois de juin, ce qui laisse croire qu'il y aurait des avantages à effectuer le nettoyage du hêtre plus tôt dans la saison de croissance. À cet effet, la DRF a établi un dispositif à Duchesnay à l'été 2016 pour comparer l'effet d'un nettoyage pratiqué de deux façons (anelage ou coupe à la souche), à deux dates différentes (fin juin ou novembre) et dans deux conditions lumineuses (sous couvert ou dans une petite ouverture). Au printemps 2017, nous prévoyons ajouter des traitements à ce dispositif, afin de comparer aussi les effets d'une coupe plus hâtive (fin mai) ou d'une coupe hâtive et double (fin mai et juillet). De plus, nous prévoyons installer un autre dispositif dans lequel une préparation de terrain sera utilisée pour déraciner les gaules de hêtre, en espérant obtenir un résultat comparable à l'application de phytocides pratiquée ailleurs

qu'au Québec (p. ex. Nelson et Wagner 2011). Autrement, il faudra élaborer des scénarios qui permettront à l'érable à sucre de dépasser le hêtre en hauteur avant de procéder à un nettoyage du hêtre, ou bien qui prévoient plus d'un nettoyage du hêtre (comme un 2^e dégagement de plantation). Les prochaines années permettront de mesurer les effets de ces modalités de nettoyage.

4.2. Efficacité limitée du nettoyage avec l'abatteuse

La deuxième leçon apprise est que l'abatteuse a une efficacité limitée pour couper les gaules de hêtre. Aux sites Brûlé 1 et 2, les abatteuses n'ont coupé qu'environ 50 % des gaules (Tableau 2). Par conséquent, la majorité des placettes (68 %) sont demeurées dominées par le hêtre, et environ la moitié d'entre elles l'étaient par une gaule de hêtre (Tableau 3).

L'abatteuse a aussi l'inconvénient d'abattre les gaules d'érable à sucre en même temps que celles de hêtre (74 % avec l'abatteuse pourvue d'une scie à disque [Brûlé 1], et 43 % avec celle pourvue d'une scie rétractable [Brûlé 2], tableau 2). Par comparaison, la débroussailleuse n'a abattu que 8 % des gaules d'érable à sucre (lac du Marteau).

Par ailleurs, l'abatteuse pour nettoyer le gaulis de hêtre aura généralement le désavantage d'être utilisée de septembre à mars, en même temps que l'ouverture du couvert et après la saison de croissance. Cette période est idéale pour la production de rejets viables et possiblement vigoureux de hêtre, ce qui va à l'encontre de l'objectif poursuivi.

4.3. Gestion de la lumière

La troisième leçon est qu'il faut bien gérer la lumière pour permettre à l'érable à sucre de s'établir et de bien se développer lorsque le hêtre a envahi le gaulis. D'un côté, les portions très ouvertes du secteur du lac du Marteau ont été envahies par le framboisier et, par conséquent, faiblement régénérées en érable à sucre. Elles n'ont donc pas été échantillonnées. Une situation comparable avait précédemment été observée dans le dispositif Rouge, situé près de la municipalité de Duhamel en Outaouais. À cet endroit, des ouvertures par groupe d'arbres (environ 15 à 20 m de diamètre) avaient été créées à l'hiver 2008 afin d'y nettoyer localement les gaules de hêtre. Ces ouvertures de 16 à 30 % du couvert recevaient de 21 à 52 % de la lumière observée à découvert. Or, ce sont les rejets de hêtre, les nouveaux semis de bouleau jaune et le framboisier qui en ont le plus profité, tandis que les bas semis d'érable à sucre ne sont pas parvenus à suivre leur croissance en hauteur (données non publiées). Ricard et Messier (1996) avaient démontré que l'abondance du framboisier augmentait graduellement à partir de 8 % de lumière, et que de fortes abondances (> 10 tiges/m²) pouvaient être observées à partir de 19 % de lumière. De même, Willis *et al.* (2016) ont montré que la densité des nouveaux semis d'érable à sucre était maximale à un

taux d'ouverture du couvert variant de 6 à 15 %, ce qui équivaut à 10 à 20 % de la lumière observée à découvert (données non publiées). Cette densité des nouveaux semis diminuait rapidement avec l'augmentation de l'ouverture du couvert, notamment à cause de l'abondance de la végétation concurrente, en particulier le framboisier. Par conséquent, les ouvertures d'au moins 15 à 20 m de diamètre (> 20 % de lumière) dans le couvert créeraient des conditions plus favorables à des espèces concurrentes de l'érable à sucre.

D'un autre côté, un manque de lumière peut aussi limiter la régénération de l'érable à sucre. Par exemple, le nettoyage des gaules de hêtre 2 ans avant l'ouverture du couvert au site Brûlé 3 n'a pas été suffisant pour fournir une cohorte de semis d'érables à sucre aussi abondante et haute que celle du lac du Marteau. Même s'il est raisonnable de penser que ce secteur a bénéficié lui aussi d'une bonne année semencière en 2013, il se peut que le nettoyage des gaules de hêtre, à lui seul, n'ait pas fourni suffisamment de lumière au sol pour favoriser le développement en hauteur de la régénération de l'érable à sucre. En effet, dans un autre dispositif situé au lac Munich, dans la municipalité de Montcalm, dans les Laurentides, le nettoyage des gaules de hêtre sous le couvert a seulement fait passer le taux de lumière près du sol de 5 à 7 %. Au cours des 6 années suivantes, les cotylédons et les semis d'érable à sucre de moins de 31 cm de hauteur ne sont pas parvenus à bien se développer (données non publiées). D'après les résultats de Beaudet et Messier (1998), il aurait fallu dépasser 10 % de lumière pour obtenir de meilleurs accroissements en hauteur de la part de l'érable à sucre. Ce taux de lumière aurait aussi permis de maximiser la densité des semis d'érable à sucre qui se sont établis (Willis *et al.* 2016).

Par conséquent, les conditions idéales à la régénération de l'érable à sucre semblent être aux environs de 10 à 19 % de lumière. Nous n'avons pas mesuré la luminosité au secteur du lac du Marteau, mais les conditions y semblent très favorables au développement des semis d'érable à sucre, et la surface terrière y avoisinait 16 m²/ha dans les portions récoltées par pied d'arbre (Tableau 1). D'ailleurs, Beaudet et Messier (2002) ont montré que les conditions lumineuses dominantes après une coupe de jardinage à une surface terrière résiduelle de 17 à 20 m²/ha correspondaient à environ 10 à 20 % de lumière. Par conséquent, une approche à privilégier serait d'ouvrir uniformément le couvert à une surface terrière résiduelle de 16 à 20 m²/ha. De plus, afin d'éviter de surexposer le sous-bois à la lumière, il pourrait être opportun de conserver quelques gaules de hêtre éparses dans les portions où le couvert principal serait déjà trop ouvert et où l'érable à sucre ne serait pas encore bien établi sous le couvert.

4.4. Séquence des interventions

Finalement, la quatrième leçon à retenir est que si l'on parvient à créer les bonnes conditions lumineuses, mais que l'on ne parvient pas à tuer suffisamment de souches des gaules de hêtre, alors il faut étudier la possibilité de mieux planifier la séquence des interventions en fonction du développement de la régénération de l'érable. Par exemple, au secteur du lac du Marteau, la régénération d'érable à sucre a amorcé une bonne croissance en hauteur dès la première année après la coupe (observations non présentées), malgré le fait que les gaules de hêtre aient été contrôlées à la fin de l'été. Cette croissance aurait-elle pu se maintenir encore quelques années? Si oui, alors il aurait pu être avantageux de retarder le nettoyage du hêtre. Ainsi, les semis d'érable à sucre auraient gagné en hauteur avant le nettoyage des gaules de hêtre et l'apparition subséquente de rejets. De cette façon, la nécessité d'un deuxième dégagement serait réduite.

5- Conclusion

À court terme, les traitements de nettoyage dans des coupes progressives ont permis de rabattre les gaules de hêtre plus près du sol. Cependant, ces gaules démontrent une forte capacité à produire des rejets. La régénération de l'érable à sucre se fait principalement à partir de nouveaux semis. Dans le secteur du lac du Marteau, les semis d'érable à sucre ont une bonne croissance en hauteur et pourront peut-être rivaliser en hauteur avec les rejets de hêtre. En revanche, dans le secteur Brûlé, les semis d'érable à sucre sont moins abondants et plus petits que les rejets de hêtre. Comme ce site est plus exposé à la lumière, les semis d'érable à sucre risquent soit de ne jamais rattraper la hauteur des rejets de hêtre, soit de se faire dépasser par des espèces de lumière.

Bien que les résultats présentés ici soient préliminaires, les leçons que l'on en tire, combinées aux observations provenant de projets de recherche en cours et d'autres résultats publiés, permettront de tester des modalités plus prometteuses pour le contrôle du hêtre et la régénération de l'érable à sucre.

6- Références

- Beaudet, M. et C. Messier, 1998. *Growth and morphological responses of yellow birch, sugar maple, and beech seedlings growing under a natural light gradient*. Can. J. For. Res. 28(7): 1007–1015.
- Beaudet, M. et C. Messier, 2002. *Variation in canopy openness and light transmission following selection cutting in northern hardwood stands: an assessment based on hemispherical photographs*. Agric. For. Meteorol. 110(3): 217–228.
- Méthot, S., L. Blais, J. Gravel, I. Latrémouille, S. St-Pierre et S. Vézeau, 2014. *Guide d'inventaire et d'échantillonnage en milieu forestier*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers. 237 p.
[\[https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/Guide-Inventaire-Echantillonnage.pdf\]](https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/Guide-Inventaire-Echantillonnage.pdf).
- [MFFP] Ministère des forêts, de la Faune et des Parcs, 2014. *Plan spécial d'aménagement, UA 07151, 07251, 07351 – Maladie corticale du hêtre*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction régionale de l'Outaouais. 20 p.
[\[ftp://ftp.mrn.gouv.qc.ca/Public/Reg07/2015/Plan_special_HEG/PL_special_HEG_V1_20141110.pdf\]](ftp://ftp.mrn.gouv.qc.ca/Public/Reg07/2015/Plan_special_HEG/PL_special_HEG_V1_20141110.pdf)
- Nelson, A.S. et B.W. Wagner, 2011. *Improving the composition of beech-dominated northern hardwood understories in northern Maine*. North. J. Appl. For. 26: 186–193.
- Nyland, R.D., 2004. *Simple girdle kills small American beech (Fagus grandifolia Ehrh.)*. North. J. Appl. For. 21(4): 220–221.
- Quimet, R., J.-D. Moore et L. Duchesne, 2013. *Mise à jour des seuils de fertilité des sols pour diagnostiquer les carences en calcium, potassium et phosphore chez l'érable à sucre*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Note de recherche forestière n° 137. 17 p.
[\[https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Quimet-Rock/Note137.pdf\]](https://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Quimet-Rock/Note137.pdf)
- Ricard, J.-P. et C. Messier, 1996. *Abundance, growth and allometry of red raspberry (Rubus ideaus L.) along a natural light gradient in a northern hardwood forest*. For. Ecol. Manage. 81: 153–160.
- Willis, J.L., M.B. Walters et E. Farinosi, 2016. *Local seed source availability limits young seedling populations for some species more than other factors in northern hardwood forests*. For. Sci. 62(4): 440–448. doi:10.5849/forsci.15-143.