



Julien Fortier

QUELS FACTEURS INFLUENCENT LE SUCCÈS D'ARBRES À NOIX ET DU PIN BLANC PLANTÉS EN SOUS-BOIS D'UNE JEUNE FORÊT POST-AGRICOLE?

Dans le sud du Québec, des milliers d'hectares de jeunes forêts issues d'un abandon de culture présentent une régénération de feuillus nobles insuffisante. Ces forêts post-agricoles présentent toutefois un excellent potentiel pour la plantation en sous-bois d'arbres à noix (chênes, caryers et noyers) et de pin blanc; des espèces de haute valeur pour la biodiversité et la production de bois.

PAR BENOIT TRUAX, PH.D., DANIEL GAGNON, PH.D., JULIEN FORTIER, PH.D., FRANCE LAMBERT, M.SC., ET MARC-ANTOINE PÉTRIN, B.SC.

INTRODUCTION

Plusieurs facteurs écologiques et humains ont contribué au déclin de nombreux feuillus nobles, des arbres à noix et du pin blanc. Parmi ceux-ci, on compte la surexploitation de certaines espèces d'arbres, la déforestation, la répression des feux de forêt et la surabondance du cerf de Virginie. À ces facteurs s'ajoute l'arrivée de pathogènes (ex. chancre du noyer cendré) et d'insectes exotiques (ex. agrile du frêne) qui causent une forte mortalité. Les arbustes exotiques envahissants, comme le nerprun, entrent également en compétition avec les semis d'arbres. De plus, les changements climatiques auront des effets positifs ou négatifs sur les différentes espèces composant la forêt feuillue. Par exemple, dans le sud du Québec, on prévoit un réchauffement des températures durant la saison de croissance et un assèchement des sols. Cela pourrait être bénéfique pour les espèces tolérantes à ces conditions, comme les pins, les chênes et les caryers. Il est donc urgent de tester diverses stratégies de restauration forestière avec ces espèces. Parallèlement, d'autres espèces comme le noyer noir, indigène dans le sud de l'Ontario, pourraient voir leur niche écologique se déplacer vers des territoires plus nordiques. Il serait donc judicieux de faciliter la migration du noyer noir dans les écosystèmes forestiers du sud du Québec, particulièrement dans un contexte où le noyer cendré est en voie de disparition en raison d'un champignon asiatique très virulent.

Au Québec et en Ontario, le chêne rouge, les caryers et le noyer noir ont été plantés dans des milieux ouverts tels que les champs agricoles et les friches herbacées, mais souvent avec un succès mitigé. L'exposition aux vents, la compétition par les plantes herbacées, le fort ensoleillement, la prédation par



Chêne rouge

Caryer cordiforme

Noyer noir

Hydro Québec

le campagnol des champs et l'absence de champignons mycorhiziens spécifiques peuvent expliquer, en partie, ces insuccès. Alors, pourquoi ne pas planter certains arbres à noix en sous-couvert de jeunes forêts post-agricoles? De telles forêts sont propices à ce type de plantation, car le sol y est souvent riche, alors que la compétition par les plantes herbacées et l'exposition aux stress climatiques y sont moindres qu'en plein champs. On sait également que le pin blanc est moins affecté par la rouille vésiculaire et le charançon lorsqu'il est planté en sous-couvert. De plus, l'ambiance forestière d'une plantation en sous-bois permet de produire des arbres avec moins de branches et un tronc plus droit; un avantage indéniable lorsque l'on cherche à produire du bois de qualité.

Les premières expériences de plantation en sous-bois, menées il y a plus de 25 ans sur les terres de l'Abbaye de Saint-Benoît-du-Lac en Estrie, ont permis d'identifier les jeunes peupleraies comme des sites optimaux pour le chêne rouge (voir le *Progrès Forestier*, édition Hiver 2016). Il est toutefois possible que d'autres jeunes peuplements issus d'abandon de culture comme les frênaies blanches et les bétulaies grises soient propices à la plantation en sous-couvert. Or, à l'époque, le cerf de Virginie était beaucoup moins abondant qu'aujourd'hui. On pouvait alors planter des feuillus nobles en sous-bois sans protecteurs anti-cervidés (manchons forestiers). La situation est très différente de nos jours. Dans plusieurs secteurs du sud du Québec, le cerf nuit grandement à la régénération naturelle et aux plantations de plusieurs feuillus nobles et de certains conifères (pruche, thuya). Il est donc primordial de clarifier s'il est nécessaire d'utiliser des protecteurs anti-cervidés pour la réussite de plantations en sous-bois d'arbres à noix (comme le chêne rouge) et de pin blanc.

Notre étude avait comme objectif d'évaluer la survie et la croissance du chêne rouge et du pin blanc plantés, avec et sans protecteurs anti-cervidés, en sous-bois d'une jeune forêt post-agricole. De plus, nous cherchions à comprendre quels facteurs écologiques affectaient la croissance du pin blanc, du chêne rouge, du caryer cordiforme et du noyer noir lorsque ces espèces bénéficient d'une protection contre le cerf.

LE DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Localisé sur les terres de l'Abbaye de Saint-Benoît-du-Lac, le dispositif de recherche comprenait un total de 25 blocs expérimentaux disposés dans deux jeunes communautés forestières d'une quarantaine d'années et issues d'un abandon de culture; une frênaie blanche et une bétulaie grise. Chaque bloc comprenait quatre parcelles expérimentales : ① du pin blanc protégé du cerf, ② du pin blanc témoin (non protégé), ③ du chêne rouge protégé du cerf, ④ du chêne rouge témoin (non protégé). Chaque parcelle contenait 8 arbres d'une même combinaison espèce/traitement anti-cervidé. Au centre de chaque parcelle, un caryer cordiforme ou un noyer noir a également été planté avec un protecteur anti-cervidé. L'espacement initial entre les arbres était de 1,5 m par 2 m. Au total, 400 pins blancs et 400 chênes rouges, dont la moitié protégés du cerf, ainsi que 50 caryers cordiformes et 50 noyers noirs, tous protégés du cerf, ont été plantés dans le cadre de l'étude.

L'année précédant la mise en terre des plants, une coupe d'éclaircie a été réalisée afin d'ouvrir le couvert forestier et d'éliminer les arbres surplombant le centre des blocs de recherche. Une telle éclaircie est

QUELQUES ESPÈCES FEUILLUES À PLANTER DAVANTAGE

LES CHÊNES

Les chênes rouges, blancs et à gros fruits sont résistants à la sécheresse. Les chênes rouges et blancs tolèrent des sols relativement acides et pauvres. Ils peuvent être plantés dans des jeunes forêts feuillues éclaircies et en écotone forestier. Plantez le chêne bicolore et le chêne à gros fruits en bandes riveraines agricoles. Le chêne bicolore tolère encore mieux les sols moins bien drainés que le chêne à gros fruits.

LES CARYERS

Les caryers cordiformes et ovales tolèrent également la sécheresse et peuvent pousser sur des sols relativement pauvres et acides. Toutefois, ils poussent de manière optimale dans les basses terres riches et humides. Plantez-les dans les jeunes forêts feuillues éclaircies et les écotones forestiers. Ils devraient être testés en bandes riveraines agricoles, bien que certains insuccès aient été rapportés en plantation en champs.

LE MICOCOULIER OCCIDENTAL

Le micocoulier (famille de l'orme) pousse vite et tolère l'inondation et les sols moins bien drainés. Il pourrait remplacer l'orme d'Amérique dans plusieurs habitats. Il préfère toutefois les sols riches. Plantez-le en bande riveraine et dans d'autres systèmes agroforestiers.

LE TILLEUL D'AMÉRIQUE

Un des rares arbres à fleurir en juillet, il est une source de nectar pour les abeilles. Ses feuilles riches en calcium améliorent également la fertilité des sols. Il aime les versants et les basses terres riches et humides et tolère l'ombre. Plantez-le dans les jeunes forêts, au bord des lacs, le long des ruisseaux et dans les systèmes agroforestiers.

importante pour augmenter la disponibilité de la lumière en sous-bois. Ensuite, en 2012, les arbres ont été plantés au début mai et protégés du cerf dans les jours suivant la mise en terre (sauf dans le traitement témoin). Aucun traitement de répression de la végétation de sous-bois n'a été effectué.

Le protecteur individuel « Modèle-K » fut celui retenu pour l'étude. Ce protecteur a été développé par feu Peter Kilburn, un propriétaire ayant planté avec succès plus de 5 000 feuillus nobles sur sa propriété à Barnston en Estrie. Ce protecteur est idéal pour la plantation en sous-bois du fait qu'il intercepte très peu de lumière. Il est également simple à confectionner. Il suffit de découper des sections d'environ 0,8 m à 1 m de large dans de la clôture à maille de plastique Vexar® (pour la construction ou pour le jardin). La clôture utilisée avait 1,5 m de hauteur et des mailles de 5 × 5 cm. Avec les sections de clôture, on forme des cylindres de 25-30 cm de diamètre que l'on referme à l'aide de *tie-wraps* ou de broches. On plante ensuite un piquet de bois franc (2,1 m de long, enfoncé à 30 cm de profondeur) près de l'arbre et on glisse le protecteur à travers les mailles de la clôture.



Protecteur individuel « Modèle-K »

La survie des arbres plantés fut mesurée chaque année (sauf en 2016) et les données de croissance (hauteur et diamètre) ont été recueillies après 6 ans en 2017. Plusieurs autres mesures ont été effectuées (ouverture de la canopée, surface terrière totale des arbres de la forêt post-agricole, surface terrière des espèces d'arbres dominantes, abondance relative des plantes de sous-bois, flux de nutriments dans le sol, etc.) et des échantillons de sol ont été analysés. Les différents facteurs écologiques mesurés ont ensuite permis d'établir des relations avec la croissance et la survie des arbres plantés.

IMPACT DU CERF SUR LE CHÊNE ROUGE ET LE PIN BLANC

Notre étude montre sans équivoque que la surabondance du cerf de Virginie résulte en un broutage sévère du chêne rouge ce qui diminue grandement sa survie et réprime complètement sa croissance. Après 6 ans, seulement 29 % des chênes non protégés étaient encore en vie (Figure 1). Encore plus inquiétant, aucun chêne non protégé n'avait atteint une hauteur suffisante pour être hors de portée du cerf, une indication que la mortalité induite par le broutage augmentera vraisemblablement au cours des prochaines années. De plus, la hauteur moyenne des chênes rouges non protégés (44 cm après 6 ans) était inférieure à la hauteur moyenne des plants lors de la mise en terre (70 cm). Ces résultats contrastent avec un taux de survie de 81 % et une hauteur moyenne de 139 cm obtenus pour les chênes rouges plantés avec des protecteurs anti-cervidés (Figures 1 et 2). Bref, lorsque le cerf est surabondant, inutile de planter du chêne rouge sans protection. Il ne faut surtout pas penser que les ronces et autres arbustes présents dans le sous-bois permettront de cacher adéquatement les semis de chêne du cerf. Lorsque la nourriture est rare, les ronces (framboisiers et muriers) figurent également au menu du cerf, réduisant ainsi leur capacité à dissimuler les semis d'arbres.

Figure 1. Taux de survie moyen du pin blanc et du chêne rouge durant 6 ans avec des protecteurs anti-cervidés et sans protecteur (témoin)

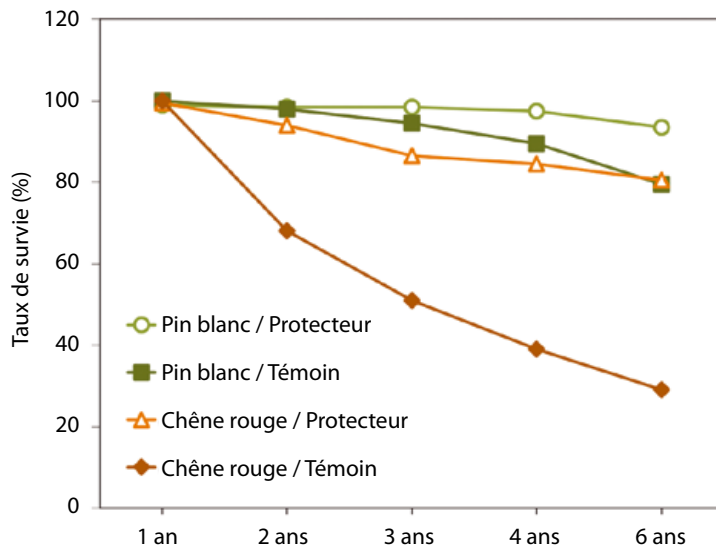
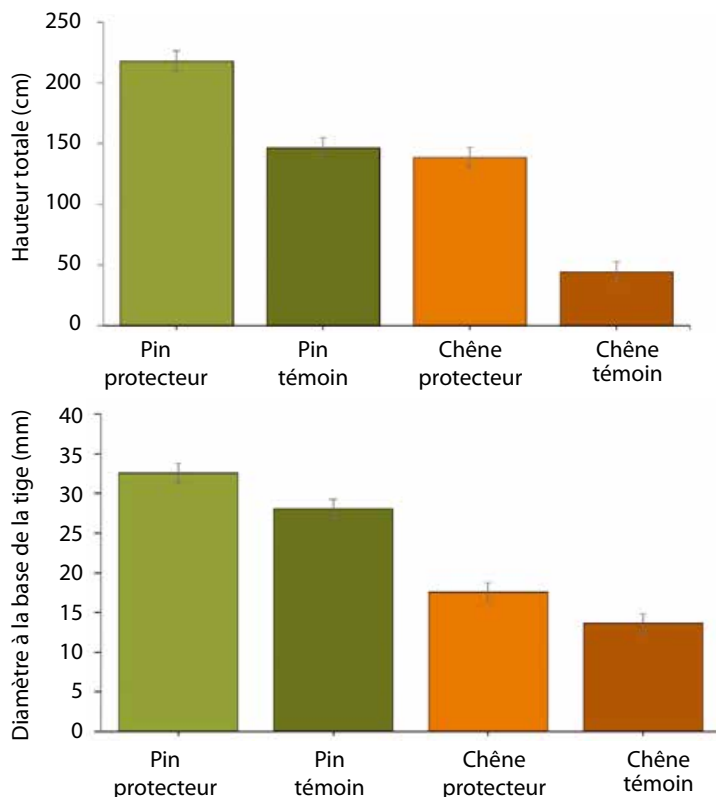


Figure 2. Hauteur et diamètre moyens du pin blanc et du chêne rouge après 6 saisons de croissance avec des protecteurs anti-cervidés et sans protecteur (témoin)



Pour le pin blanc la situation est plus encourageante. Après 6 ans, 80 % des pins blancs non protégés étaient encore vivants et ils avaient atteint une hauteur moyenne de 146 cm (Figures 1 et 2). Toutefois, malgré l'importante contrainte physique créée par les protecteurs sur les branches latérales du pin, l'emploi de ces protecteurs a permis d'obtenir une survie de 94 % et une hauteur totale de 218 cm après 6 ans. Cet écart de croissance et de survie entre les pins protégés et les pins non protégés devrait s'accroître au fil du temps en raison du broutage qui se poursuit d'année en année (Figure 3).

Figure 3. À gauche, pin blanc de 7 ans brouté par le cerf. À droite, pin blanc de 6 ans protégé du cerf.



EFFETS DES FACTEURS ÉCOLOGIQUES SUR LA CROISSANCE DES ARBRES PROTÉGÉS

Nous avons observé que tous les feuillus plantés en sous-bois avec des protecteurs anti-cervidés ont mieux poussé dans la frênaie blanche que dans la bétulaie grise (Tableau 1, Figure 4). La frênaie blanche avait un sol qui était mieux drainé et plus fertile, alors que son sous-bois était dominé par les ronces et non par les plantes herbacées (graminées et verges d'or) (Tableau 2). De telles conditions sont favorables aux espèces feuillues étudiées. Ces dernières poussent généralement de manière optimale sur les sites à sols relativement fertiles et bien drainés et où la compétition par les plantes herbacées est faible. Par ailleurs, dans les forêts feuillues du nord-est de l'Amérique du Nord, le chêne rouge, le caryer cordiforme et le noyer noir cohabitent tous avec le frêne blanc, alors qu'il est plutôt rare de retrouver ces espèces en compagnie du bouleau gris, une espèce souvent indicatrice d'un drainage imparfait du sol. Par contre, le pin blanc tolère très bien les sols moins fertiles et au drainage imparfait, ce qui explique pourquoi il se régénère naturellement dans les peuplements de bouleau

Figure 4. De gauche à droite, chêne rouge, caryer cordiforme et noyer noir plantés dans la frênaie blanche (7^e saison de croissance)



Tableau 1. Hauteur totale moyenne après 6 ans des quatre espèces d'arbres protégés du cerf selon le type de communauté forestière

Communauté forestière	Hauteur totale des arbres protégés			
	Pin blanc	Chêne rouge	Caryer cordiforme	Noyer noir
Frênaie blanche	192,8 ± 8,7 cm	200,5 ± 23,1 cm	214,0 ± 20,0 cm	287,9 ± 34,8 cm
Bétulaie grise	230,4 ± 6,0 cm	131,1 ± 15,9 cm	126,3 ± 13,7 cm	108,0 ± 25,4 cm

Tableau 2. Différences dans les caractéristiques du sol, la structure du peuplement et l'abondance des groupes de plantes de sous-bois entre les deux communautés forestières

Communauté forestière	Sol		Structure		Abondance plantes sous-bois		
	Drainage	Flux de nitrate (µg/10 cm ² /41 jours)	Surface terrière (m ² /ha)	Ouverture canopée (%)	Graminées (%)	Ronces (%)	Verges d'or (%)
Frênaie blanche	Modéré	89,8	10,8	25,9	5	39	25
Bétulaie grise	Imparfait	14,9	16,3	35,9	26	3	45

gris. Peu exigeant sur le plan nutritionnel et hydrique, le pin blanc s'implante naturellement dans les environnements où la compétition par les plantes herbacées est forte. Il n'est donc pas surprenant de voir que cette espèce a mieux poussé dans la bétulaie grise que dans la frênaie blanche.

Nous avons également observé que plusieurs facteurs écologiques étaient positivement ou négativement reliés à la hauteur totale des différentes espèces après 6 ans (Tableau 3). La hauteur totale de tous les feuillus était positivement associée à la fertilité du sol et à l'abondance des ronces en sous-bois. Le noyer noir était l'espèce qui répondait au plus grand nombre de facteurs, suggérant une plus grande sensibilité de cette espèce aux caractéristiques du milieu. Contrairement au chêne rouge et au caryer cordiforme qui tolèrent modérément l'ombre, le noyer noir a besoin de beaucoup de lumière pour croître. Cela explique la forte relation négative observée entre la surface terrière totale des arbres de la forêt et la hauteur totale pour cette espèce. Mieux vaut donc planter le noyer noir sous de larges trouées forestières, dans des sites à sols relativement riches et bien drainés. Le chêne rouge et le caryer cordiforme ont, quant à eux, la capacité de croître sur des sites à sols plutôt pauvres en nutriments, acides (pH 4,5) et relativement secs, bien que de tels sites soient sous-optimaux pour leur croissance. Les études de Daniel Gagnon, réalisées sur la végétation naturelle des contreforts des Laurentides en Outaouais, révèlent que le chêne rouge, le chêne blanc et le caryer cordiforme se retrouvent ensemble sur des pentes fortes orientées vers le sud et le sud-ouest. C'est donc dire à quel point chênes et caryers peuvent tolérer des conditions de croissance arides; un atout si le climat se réchauffe et que les sols s'assèchent davantage dans le sud du Québec.

Bien que le pin blanc soit modérément tolérant à l'ombre, cette espèce bénéficie d'un couvert plutôt clairsemé, typique des peuplements de bouleaux gris. Mais, contrairement aux trois espèces feuillues étudiées, la croissance du pin blanc était négativement reliée à la fertilité du sol (Tableau 3). Il est d'ailleurs connu que le pin blanc se développe mieux sur des stations à sols moins fertiles où la compétition par les feuillus nobles dans le sous-bois est généralement faible. Dans le sud du Québec, plusieurs anciens pâturages plutôt pauvres et au drainage

Tableau 3. Facteurs écologiques positivement et négativement reliés à la hauteur totale des quatre espèces d'arbres après 6 ans

Espèces	Facteurs écologiques	Influence sur la croissance	R ²
Pin blanc	Ouverture du couvert forestier	Positive	0,43
	Fertilité du sol (capacité d'échange cationique)	Négative	0,27
	Surface terrière du bouleau gris	Positive	0,17
Chêne rouge	Abondance des ronces	Positive	0,38
	Fertilité du sol (capacité d'échange cationique)	Positive	0,25
Caryer cordiforme	Abondance des ronces	Positive	0,43
	Fertilité du sol (flux de nitrate)	Positive	0,31
	Surface terrière du bouleau gris	Négative	0,28
Noyer noir	Fertilité du sol (flux de nitrate)	Positive	0,82
	Fertilité du sol (capacité d'échange cationique)	Positive	0,24
	Surface terrière totale	Négative	0,68
	Surface terrière du bouleau gris	Négative	0,50
	Abondance des ronces	Positive	0,61
	Abondance des graminées	Négative	0,46

Les valeurs de R² (coefficient de détermination) indiquent dans quelle proportion un facteur écologique explique la variation dans la hauteur totale des arbres. Par exemple, sur le site d'étude, un R² de 0,43 indique que 43 % de la variation en hauteur du pin blanc est expliqué par la variation du couvert forestier.

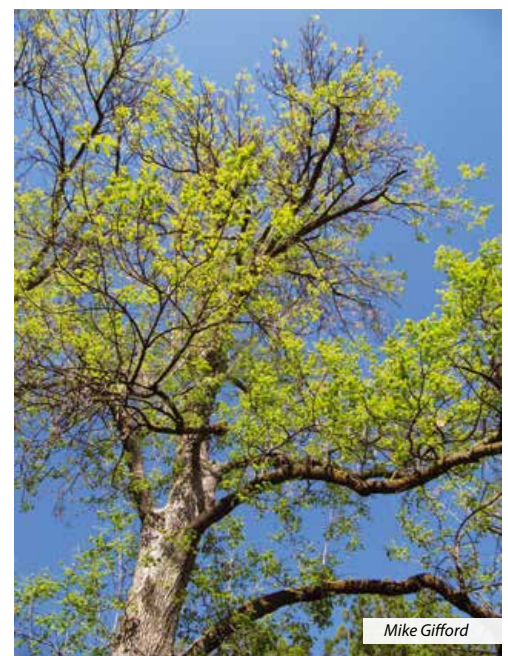
imparfait ont été colonisés par le bouleau gris. Il en est de même pour plusieurs zones riveraines agricoles. Ces environnements pourraient être utilisés pour restaurer le pin blanc.

Parallèlement, il est fort à parier que l'agrile du frêne gagnera du terrain dans les années à venir. Le sous-bois des frénaises blanches décimées par l'agrile pourrait offrir un environnement favorable pour la plantation d'arbres à noix et autres feuillus nobles. De plus, nous avons observé au site d'étude, mais également à plusieurs autres endroits dans le sud du Québec, une faible régénération de feuillus nobles en raison du broutage élevé par le cerf. En broutant la régénération des feuillus et en fertilisant le sol de ses excréments, le cerf crée cependant un environnement propice pour la plantation en sous-bois, à condition de protéger adéquatement les arbres plantés.



Ressources naturelles Canada

Agrile du frêne



Mike Gifford

Frêne affecté par l'agrile

QUELQUES RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES PROTECTEURS ANTI-CERVIDÉS

Bien que le type de protecteur anti-cervidés utilisé dans le cadre de l'étude soit idéal pour la plantation en sous-bois, certaines recommandations s'imposent. D'abord, au printemps, il est important de renfoncer les piquets de bois qui auront perdu leur stabilité sous l'action du gel-dégel et suite à des collisions avec les cerfs. Les piquets de bois pourris doivent également être remplacés rapidement sinon ils risquent de briser et d'emporter au sol le protecteur et l'arbre. Pour éviter de tels problèmes, des piquets de métal, plus coûteux, pourraient être utilisés plutôt que des piquets de bois. Nous testons présentement des piquets de mélèze dont le bois est dur et assez résistant à la pourriture.

Alors qu'on vérifie la stabilité des piquets, il est également important de s'assurer que la tige dominante de chaque arbre n'ait pas poussé au travers d'une des mailles du protecteur. Si c'est le cas, il faut la repositionner à l'intérieur du protecteur; une opération qui peut demander une légère taille si la tige est trop longue. Soulignons enfin qu'il est important de monter graduellement le protecteur sur le piquet de bois, de manière à maintenir la tige terminale de l'arbre hors de portée du cerf. Même lorsque l'arbre atteint plus de 2 m de hauteur, il est recommandé de conserver le protecteur autour de l'arbre de façon à empêcher le cerf de frotter ses bois sur le tronc.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (Chantier sur la Forêt Feuillue) et Arbres Canada pour le financement du projet. Merci également aux planteurs et aux aides de terrain (J. Lemelin, A. Richard, L. Godbout, Y. Daigle, J.-D. Careau, S. Wood-Gagnon). Nous remercions La Communauté des Bénédictins de Saint-Benoît-du-Lac et plus particulièrement Frère Luc Lamontagne, qui nous donnent un accès privilégié à leur propriété et nous rendent de nombreux services techniques. Merci aux Dr. R. Bradley et Dr. W. Parsons (Université de Sherbrooke) pour les analyses du carbone et de l'azote de sol. Nous remercions la pépinière de Berthierville (MFFP) pour nous avoir fourni des plants d'excellente qualité. Enfin, un grand merci à feu Peter Kilburn qui a conçu le protecteur anti-cervidé utilisé dans cette étude.



EN SAVOIR PLUS

Contactez les auteurs :

- Benoit Truax, Ph. D., chercheur, directeur général et fiduciaire, Fiducie de recherche sur la forêt des Cantons-de-l'Est (FRFCE), btruax@frfce.qc.ca | Tél. : 819 821-8377
- Daniel Gagnon, Ph. D., professeur chercheur, Département de Biologie, Université de Regina, fiduciaire de la FRFCE, daniel.gagnon@uregina.ca
- Julien Fortier, Ph.D., chercheur, FRFCE, fortier.ju@gmail.com
- France Lambert, M.Sc., professionnelle de recherche, FRFCE, france.lambert@frfce.qc.ca
- Marc-antoine Pétrin, B.Sc., assistant de recherche à la FRFCE (au moment de l'étude), marcantoinepetrin@gmail.com

Ce texte résume un article paru en 2018 dans la revue scientifique *Forests*, Volume 9, n° 8, « Ecological factors affecting white pine, red oak, bitternut hickory and black walnut underplanting success in a northern temperate post-agricultural forest. », par Truax, B., D. Gagnon, J. Fortier, F. Lambert et M.-A. Pétrin.

L'article complet peut être consulté à l'adresse suivante : www.mdpi.com/1999-4907/9/8/499



RF BIOTIQUES
CONSEILLERS FORESTIERS

Développons naturellement vos valeurs

→ Dispensateur accrédité par les réseaux Agriconseils

→ Conseiller accrédité auprès des Agences de Lanaudière, Mauricie et Montérégie

 /ressourcesforestieresbiotiques  450 960-2130  www.rfbiotiques.com