Restauration du chêne rouge et du chêne à gros fruits : rendements inattendus après 18 ans dans différents environnements

Les chênes sont des arbres forts appréciés des producteurs forestiers, mais également du public en général. Comme arbres d'ornement ou en forêt, ils atteignent parfois des dimensions exceptionnelles et peuvent vivre plusieurs centaines d'années. De plus, leur bois a une excellente valeur sur le marché. Ils sont également prisés par la faune puisqu'ils produisent des glands très nutritifs. Toutefois, comparativement à d'autres feuillus nobles comme les érables, les bouleaux ou les frênes, les chênes sont moins abondants dans le paysage forestier. Il peut donc s'avérer intéressant d'avoir recours à la plantation pour les restaurer. Mais, dans quel environnement doit-on planter ces feuillus nobles et quelle quantité de bois peut-on espérer produire dans ces plantations?

PAR BENOIT TRUAX, Ph.D., DANIEL GAGNON, Ph.D., FRANCE LAMBERT, M.Sc. et JULIEN FORTIER, Ph.D.

Chênes rouges plantés dans un champ abandonné situé à la lisière d'une forêt (écotone H, St-Benoît-du-Lac)

Chênes rouges, chênes blancs : deux groupes différents

Dans les milieux naturels du Québec, quatre espèces de chêne sont présentes, soit le chêne rouge (*Quercus rubra*), le chêne blanc (*Quercus alba*), le chêne bicolore (*Quercus bicolor*) et le chêne à gros fruits (*Quercus macrocarpa*). Le groupe des chênes rouges est limité à l'Amérique du Nord, alors que le groupe des chênes blancs est répandu dans tout l'hémisphère nord. Le groupe des chênes rouges ne compte qu'un seul représentant au Québec, soit le chêne rouge. Il est facilement distinguable des autres chênes par ses feuilles aux lobes pointus et à ses glands au gout amer. De son côté, le groupe des chênes blancs renferme les chênes blancs, bicolores et à gros fruits qui ont des feuilles aux lobes arrondis, un gland à saveur douce et une écorce robuste et écailleuse, même chez les arbres juvéniles. Contrairement au bois du chêne rouge, le bois des chênes blancs est imperméable à l'eau. C'est pourquoi il est prisé pour la confection de tonneaux servant au vieillissement des boissons tel le vin, le whisky et le rhum. Toutefois, comme ce bois imperméable était idéal pour la construction navale, les chênes blancs, les chênes à gros fruits et les chênes bicolores furent surexploités au temps de la colonisation britannique. Cette surexploitation est un des facteurs qui explique leur rareté actuelle au Québec.

Le chêne rouge, que l'on nomme aussi chêne boréal, est de loin l'espèce de chêne la plus abondante au Québec. Cela pourrait s'expliquer par sa tolérance relative au climat froid et à sa capacité de croitre sur des sols pauvres, mais bien drainés. D'ailleurs, on retrouve le chêne rouge dans les Hautes-Laurentides, au Lac St-Jean, au Témiscamingue et même en Gaspésie. Quoique moyennement tolérant à la compétition pour la lumière, le chêne rouge a la capacité de former des peuplements purs et stables dans les environnements très secs comme les sommets montagneux et les crêtes rocheuses. Ces chênaies, aux arbres tortueux et rabougris, sont facilement décelables dans le paysage automnal, car le feuillage du chêne rouge persiste longtemps sur l'arbre après sa sénescence, ce qui n'est pas le cas pour la plupart des feuillus. Sur les sols de fertilité modérée, le chêne rouge côtoie souvent le pin blanc et une grande variété de feuillus (érable rouge, frêne blanc, peupliers faux-tremble et à grandes dents). Plus rarement, on le trouve associé au sapin baumier, notamment au Parc Forillon en Gaspésie et dans les Hautes-Laurentides. Sa tolérance modérée pour l'ombre fait en sorte qu'en l'absence de perturbations impor-

tantes, il sera remplacé par des essences plus tolérantes à l'ombre (érable à sucre, érable rouge, hêtre, tilleul, pruche). Cependant, sa capacité à faire des rejets de souche et sa croissance plutôt rapide en pleine lumière font en sorte que le chêne rouge est favorisé par des perturbations importantes tels les feux de surface, les chablis, les coupes forestières et les épidémies de la tordeuse.

Les chênes blancs sont beaucoup moins nordiques dans leur distribution au Québec que le chêne rouge. Parmi les chênes blancs, le chêne à gros fruits est celui qui est aujourd'hui le plus abondant. Tout comme pour la plupart des autres chênes, sa présence et sa régénération sont étroitement liées aux perturbations créant un milieu ouvert. Le chêne à gros fruits prospère bien sur les sols riches des basses terres où il affectionne notamment les rives des grandes rivières et du fleuve. On le retrouve souvent en compagnie du frêne noir, du peuplier deltoïde, de l'érable argenté, de l'érable rouge, de l'orme et du tilleul. Avec son écorce épaisse qui le protège du feu et sa grande résistance à la sècheresse, le chêne à gros fruits est l'un des rares arbres à pouvoir s'implanter dans la zone de transition entre la forêt feuillue et les Prairies canadiennes, au Manitoba et en Saskatchewan. Très résilient, il figure parmi les espèces les plus longévives au Québec, avec certains individus qui atteindraient l'âge vénérable de 400 ans. Malgré sa croissance plutôt lente, le chêne à gros fruits peut devenir gigantesque s'il n'est pas incommodé par la compétition pour la lumière et les perturbations. Les observations du Frère Marie-Victorin, réalisées au début du 20e siècle, font état de la présence d'individus exceptionnels faisant plus de 50 m de hauteur. De tels géants auraient aussi été observés dans la vallée de la rivière Ohio aux États-Unis.

Malheureusement, la surexploitation des chênes par les colons et l'industrie, le contrôle des feux de forêt et le fort développement urbain et agricole dans la Vallée du St-Laurent sont autant de facteurs qui ont contribué à réduire l'abondance des chênes au Québec. Ces arbres méritent donc une plus grande place dans les forêts du sud de la province. Or, au Québec, peu d'information existe quant à notre capacité de régénérer artificiellement (par la plantation) ces espèces nobles. La productivité des chênes en plantation est encore moins bien connue, compte tenu du fait qu'une véritable sylviculture des chênes tarde à s'implanter au Québec.

Chêne à gros fruits régénéré naturellement

Il y 25 ans, un projet de restauration unique débutait dans les Cantons-de-l'Est

Afin d'accroitre les connaissances sur le potentiel de restauration des chênes par la plantation, nous avons entrepris (sauf Julien Fortier qui avait juste 9 ans à l'époque!) un projet qui sortait du cadre habituel des plantations en champ. Au printemps 1991, nous avons planté deux espèces de chêne, soit le chêne rouge et le chêne à gros fruits dans sept environnements différents, tous situés dans la municipalité de St-Benoît-du-Lac, près de Magog en Estrie. Les environnements sélectionnés couvraient un gradient de fertilité du sol, mais également un gradient d'ouverture du couvert forestier. Plus spécifiquement, ces environnements de croissance étaient les suivants :

1. Une friche herbacée (champ abandonné), située à la lisière d'une forêt, où la végétation concurrente a été éliminée avec du glyphosate (herbicide) durant les 6 années qui suivirent la plantation (Écotone H);
2. Une friche herbacée (champ abandonné), située à la lisière d'une forêt (Écotone), où aucun herbicide ne fut utilisé;
3. Une friche dominée par des bosquets d'aulnes de 17 ans (Aulnaie);
4. Un peuplement de peuplier faux-tremble de 24 ans qui s'est régénéré dans un champ agricole abandonné (Peupleraie);
5. Une plantation de pin rouge de 24 ans (Pin rouge);
6. Une jeune érablière de 54 ans située au sommet d'une colline (Érablière);
7. Une vieille érablière mixte perturbée située sur un escarpement rocheux (Escarpement).

Pour les environnements 1 et 2, le terme écotone est employé puisqu'il ne s'agit pas de friches herbacées situées en milieu complètement ouvert, mais plutôt de champs abandonnés protégés par une forêt adjacente. Il s'agit donc d'écotones qui sont en fait des zones de transition entre deux milieux différents.

Dans chacun des sept environnements, 60 chênes rouges et 60 chênes à gros fruits ont été plantés (840 chênes au total) sans aucune protection contre le cerf de Virginie. Une densité élevée de plantation a été utilisée, soit 6 666 tiges par hectares, ce qui équivaut à un espacement de 1,5 m x 1 m par plant. Cet espacement serré a été choisi, car aucune information ne permettait d'envisager si la survie allait être bonne ou faible. À l'époque, l'établissement d'un dispositif de recherche avec des chênes plantés en sous-bois de peuplements feuillus jeunes ou perturbés, était une première au Québec.

Après la mise en terre des plants à racines nues en 1991, deux coupes ont été réalisées dans les peuplements forestiers afin d'augmenter la lumière disponible pour les chênes. En 1994, une première coupe partielle a été réalisée afin d'éliminer environ 40 % des tiges. Puis, en 1996, tous les arbres restants ont été coupés afin de laisser toute la place aux chênes, sauf dans l'aulnaie, où une coupe partielle a été réalisée pour éviter le retour en force des herbacées. Cette dernière coupe a permis de générer des trouées rectangulaires d'environ 800 m^2 dans les environnements forestiers.

Une première étude scientifique a été réalisée alors que les arbres avaient cumulé 8 années de croissance. Cette étude montrait déjà que certains environnements étaient grandement favorables au chêne rouge. Puis, à la fin de la 18e saison de croissance (2008), 21 chênes rouges et 21 chênes à gros fruits ont été récoltés parmi les différents environnements de plantation afin d'établir des relations allométriques entre le diamètre à hauteur de poitrine (DHP, diamètre de l'arbre à 1,3 m du sol) et le volume ou la biomasse du tronc (Tableau 1). Ces équations nous ont ensuite permis d'estimer le volume et la biomasse du tronc de tous les chênes plantés, uniquement à partir des mesures de DHP. Les résultats pour le volume total après 18 ans, rapportés en mètre cube par hectare (m^3/ha), sont présentés pour chaque espèce de chêne et pour chaque environnement de plantation dans la Figure 1. Les données de survie sont présentées dans le Tableau 2. Soulignons que les relations allométriques (équations) développées dans cette étude peuvent être utilisées par les aménagistes et les propriétaires forestiers pour estimer le rendement de plantations juvéniles (DHP ne dépassant pas 16 cm pour le chêne rouge).

Tableau 1 : Relations allométriques entre le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et le volume (V) ou la biomasse (B) du tronc pour des chênes de 18 ans.

Compartiment	Espèce	DHP (cm)	Relations allométriques	R^2
Volume tronc (dm^3)	Chêne rouge	3,2 à 16,2	$V = 0{,}2748 \times (DHP)^{2{,}2667}$	0,98
	Chêne à gros fruits	2,6 à 11,9	$V = 0{,}2581 \times (DHP)^{2{,}2597}$	0,97
Biomasse tronc (kg)	Chêne rouge	3,2 à 16,2	$B = 0{,}1437 \times (DHP)^{2{,}3061}$	0,99
	Chêne à gros fruits	2,6 à 11,9	$B = 0{,}0961 \times (DHP)^{2{,}4188}$	0,99

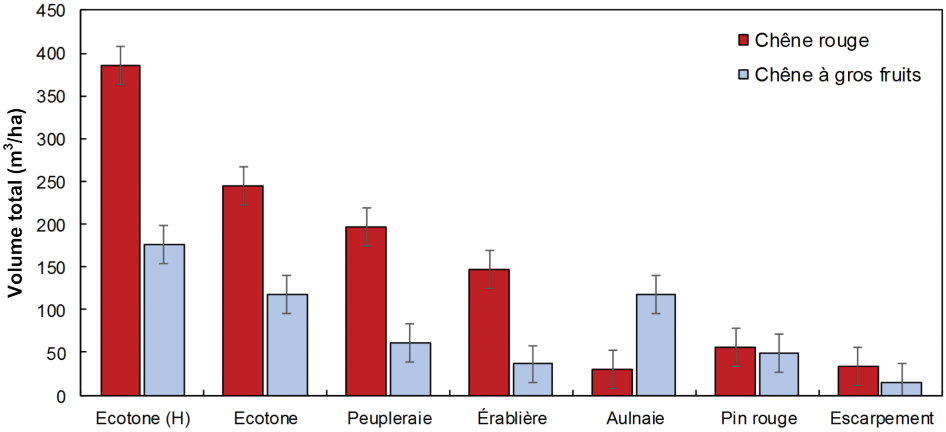

Figure 1 : Volume total cumulé après 18 ans par le chêne rouge et le chêne à gros fruits dans les sept environnements de plantation.

Tableau 2 : Survie du chêne rouge et du chêne à gros fruits après 18 ans dans les différents environnements de plantation.

Espèce	Écotone (Herbicide)	Écotone	Peupleraie	Érablière	Aulnaie	Pin rouge	Escarpement
Chêne rouge	85 %	95 %	97 %	55 %	13 %	72 %	65 %
Chêne à gros fruits	90 %	93 %	98 %	57 %	85 %	90 %	72 %

Le chêne rouge : l'eucalyptus du Nord?

Après 18 ans, les résultats montrent que le chêne rouge, planté à très haute densité (1 m x 1,5 m/plant), procure des rendements impressionnants dans une variété d'environnements, notamment les bordures de champs situées à la lisière des forêts, les jeunes peupleraies perturbées, mais également dans des plus vieilles forêts comme les érablières perturbées (Figure 1). Cela témoigne de la très grande amplitude écologique de cette espèce. Dans l'écotone, le chêne rouge a également bénéficié du traitement herbicide (augmentation de rendement de près de 60 %). L'important pour le chêne rouge, c'est qu'une ouverture suffisamment grande et permanente soit maintenue dans le couvert forestier, et ce, dès que les arbres arrivent au stade de gros semis ou petits gaulis, soit à environ 1,5 m de hauteur. Toutefois, le site de plantation doit être caractérisé par un drainage modéré, bon ou rapide. À cet égard, les résultats montrent que la productivité et la survie du chêne rouge dans l'aulnaie (peuplement typique des sols très humides) ont été très faibles malgré le bon ensoleillement que procure ce genre de friche arbustive (Figure 1, Tableau 2).

La forte densité de plantation ne semble pas avoir affecté négativement la survie du chêne rouge dans la présente étude. Contrairement à la croyance populaire, le chêne rouge tolère une très grande compétition latérale entre congénères d'un même âge. Les forestiers américains ont d'ailleurs observé que parmi les espèces de chêne, c'est le chêne rouge qui exigeait le moins d'espace pour bien se développer. L'utilisation d'une forte densité de plantation offre également l'avantage de gainer les arbres entre eux, ce qui favorise une croissance en hauteur et réduit le développement des branches latérales. Bref, cette stratégie nous apparait optimale pour produire du bois de grande valeur avec un minimum d'interventions. En plantation dense, il est recommandé de réaliser une éclaircie (après 20 ans) de façon à procurer davantage d'espace aux plus belles tiges qui seront destinées au sciage, au déroulage et au tranchage. Les moins belles tiges feront de l'excellent bois de chauffage (biomasse), car la densité du bois de chêne rouge (0,63 g/cm^3) est sensiblement la même que celle de l'érable à sucre ou du bouleau jaune.

Chênes rouges régénérés naturellement

Avec un bois de densité comparable à celui de l'eucalyptus et une croissance plutôt rapide, le chêne rouge pourrait complémenter d'autres espèces plantées pour la biomasse énergétique (peuplier hybride, saule) (Tableau 3). Comme un eucalyptus, le chêne rouge croît relativement rapidement sur des sites de fertilité faible à modérée (pH 4,5-5,5), des sites où le peuplier hybride n'est pas à son optimum. Autre avantage, la densité du bois de chêne est environ le double de celle du peuplier hybride et du saule. Également, contrairement au saule et au peuplier hybride qui requièrent des sites plutôt agricoles (incluant les friches herbacées) pour une productivité optimale, le chêne rouge croît très bien dans les jeunes forêts perturbées et les bordures forestières (écotones). Très répandus dans le sud du Québec, ces types d'environnements pourraient être aisément valorisés avec la plantation du chêne rouge. Une telle stratégie d'enrichissement favoriserait, d'une part, la biodiversité puisque les glands de chêne attirent beaucoup d'animaux, incluant les écureuils, les polatouches, les dindons sauvages et les ours. D'autre part, cette stratégie augmenterait la production de bois et de biomasse de haute qualité, sans pour autant entrer en compétition avec l'agriculture. Il n'est donc pas surprenant que le chêne rouge fût introduit en Europe pour en faire des plantations qui s'étendent aujourd'hui sur des milliers d'hectares.

Chênes rouges de 24 ans (à l'été 2015) plantés dans une peupleraie

Tableau 3 : Tableau comparatif de la productivité du chêne rouge par rapport au peuplier hybride et au saule sur des sites agricoles du Québec. La productivité de l'eucalyptus en France est également présentée.

Espèce	Type de milieu	Traitement	Site	Densité (tiges/ha)	Rotation	Rendement volume (m^3/ha/an)	Rendement biomasse (t/ha/an)
Chêne rouge	Bordure de champ	Herbicide (6 fois**)	St-Benoît-du-Lac	6 666	18 ans	21,5	12,4 ***
Chêne rouge	Bordure de champ	Aucun	St-Benoît-du-Lac	6 666	18 ans	13,6	7,8 ***
Chêne rouge	Jeune peupleraie	Ouverture du couvert forestier	St-Benoît-du-Lac	6 666	18 ans	11	6,3 ***
Peuplier hybride	Bande riveraine riche	Herbicide (1 m^2/plant la 1re année)	Brompton	2 222	9 ans	50	21
Peuplier hybride	Friche herbacée riche	Labour et hersage; herbicide (2 fois**)	Bedford	833	13 ans	27,5	11,4
Saule*	Friche herbacée riche	Labour et hersage, herbicide (1 fois**), engrais	Haut St-Laurent	20 000	3 à 4 ans	-	15 à 23
Saule*	Friche herbacée riche	Labour et hersage, herbicide (1 fois**)	Haut St-Laurent	20 000	3 à 4 ans	-	11 à 17
Eucalyptus*	Terre cultivée pauvre	Labour et hersage, herbicide; sarclage mécanique	France	1 000 à 10 000	10 ans	-	15 à 25 ***

** Références disponibles auprès des auteurs.*
*** Une application par année sur une période 1 an, 2 ans ou 6 ans.*
**** La productivité en biomasse du chêne rouge et de l'eucalyptus ne tient pas compte de la biomasse de branches.*

Le chêne à gros fruits : un arbre à planter en zone agricole

Dans la plupart des environnements étudiés, le chêne à gros fruits a eu une croissance beaucoup plus lente que le chêne rouge (Figure 1), particulièrement dans la peupleraie et les érablières. Il ne faut donc pas planter cette espèce en sous-bois, car sa croissance trop lente l'empêchera de supplanter les autres feuillus. Toutefois, dans l'aulnaie, un milieu arbustif au sol riche, mais mal drainé, le chêne à gros fruits a été quatre fois plus productif que le chêne rouge et sa survie est demeurée élevée (Figure 1, Tableau 2).

En d'autres termes, le chêne à gros fruits doit être planté en milieu ouvert ou arbustif sur des sites dont la fertilité du sol est élevée (pH de 5 à 7,5). D'ailleurs, il est l'une des rares espèces à croitre très bien sur les sols très argileux. C'est pourquoi on retrouve le chêne à gros fruits aux abords des grandes rivières et dans les plaines alluviales de la Vallée du St-Laurent. On le trouve aussi sur les terres agricoles argileuses abandonnées depuis plus de 50 ans et dans les haies délimitant les champs en culture. L'idéal est donc d'intégrer le chêne à gros fruits dans les aménagements agroforestiers et d'éviter de le planter en compagnie d'espèces plus vigoureuses que lui, car il tolère mal l'ombre. Son utilisation dans les bandes riveraines agricole est particulièrement recommandable, car le chêne à gros fruits tolère relativement bien les inondations et ses puissantes et profondes racines contribueront à stabiliser les berges des ruisseaux de ferme. Sa production de glands est également un atout majeur pour favoriser la biodiversité sur le territoire agricole.

L'utilisation du chêne à gros fruits pour aménager des haies ou des brise-vents est également recommandée surtout si on veut récolter les glands pour la consommation humaine. Enfin, il ne faut pas hésiter à le planter dans les jeunes friches arbustives.

Chênes à gros fruits de 24 ans (à l'été 2015) plantés dans une aulnaie

En conclusion

La plantation en sous-couvert (enrichissement) avec le chêne rouge est aujourd'hui plus courante quoique loin d'être employée à son plein potentiel. L'abondance de jeunes forêts (peuplements de feuillus pionniers) et de lisières forestières (écotones) dans le sud du Québec doit dorénavant être perçue comme une belle opportunité pour reconstruire des chênaies rouges par la plantation, des chênaies qui voyaient autrefois le jour après des épisodes de feux ou autres perturbations majeures des peuplements. Parallèlement, le chêne à gros fruits prospère bien dans des sites très fertiles et ouverts, notamment les bandes riveraines agricoles et les jeunes friches arbustives issues de l'abandon des cultures. Par conséquent, tant les propriétaires de boisés que les agriculteurs ont la possibilité de restaurer les chênes sur leurs terres.

Remerciements

Nous tenons à remercier la communauté des Bénédictins de St-Benoît-du-Lac pour avoir permis la réalisation de ce projet sur leur propriété et pour nous avoir offert leur soutien depuis plus de 20 ans. Merci aux organismes subventionnaires suivants pour leur appui financier : ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (Programme Chantier sur la forêt feuillue et Programme régional de mise en valeur des ressources du milieu forestier-Volet II), Ressources Naturelles Canada, et Agriculture et Agroalimentaire Canada (Programme de lutte contre les gaz à effet de serre en agriculture). Merci également aux nombreux donateurs (Arbres Canada, Novabus, Ski Bromont, Association forestière du sud du Québec et feu Peter Kilburn) ainsi qu'à Harry Isbrucker pour l'entreposage des échantillons de bois. Toute notre gratitude à Serge Gendron et Sylvain Lemay pour nous avoir donné accès aux unités de séchage du bois de Domtar Corp. à Windsor. Enfin, merci grandement à feu Lionel Godbout pour son aide bénévole sur le terrain.

Crédits photos : Daniel Gagnon

Pour en savoir plus

Truax, B., Gagnon, D., Lambert, F., Fortier, J., 2015. Multiple-use zoning model for private forest owners in agricultural landscapes: A case study. Forests. Vol. 6, pages 3614-3664 (en libre accès www.mdpi.com/1999-4907/6/10/3614).

Pour joindre les auteurs

Benoit Truax, Ph. D., chercheur et directeur général, Fiducie de recherche sur la forêt des Cantons-de-l'Est (FRFCE), btruax@frfce.qc.ca, cell. 819 821-8377

Daniel Gagnon, Ph. D., professeur chercheur, doyen de la Faculté des Sciences, Université de Régina, Fiduciaire de la FRFCE, daniel.gagnon@uregina.ca

France Lambert, M.Sc., professionnelle de recherche, FRFCE, france.lambert@frfce.qc.ca

Julien Fortier, Ph.D., chercheur, FRFCE, fortier.ju@gmail.com