

## **Dynamique d'établissement des semis du bouleau à papier au Saguenay-Lac-St-Jean**

### **Équipe de recherche**

Sylvain Parent, Université du Québec à Chicoutimi  
Denis Walsh, Université du Québec à Chicoutimi  
Hubert Morin, Université du Québec à Chicoutimi  
Serge Gosselin, Abitibi Bowater  
Jacques Ibarzabal, Université du Québec à Chicoutimi  
Christian Messier, Université du Québec à Montréal  
Jean-Claude Ruel, Université Laval

### **Étudiants**

Sylvain Parent, Postdoc, Université du Québec à Chicoutimi  
Cathy Pelletier, B.Sc., Université du Québec à Chicoutimi  
Maxime Dufour, M.Sc., Université du Québec à Chicoutimi

### **Objectifs**

L'objectif principal est d'étudier l'établissement naturel et artificiel du bouleau à papier en fonction de différentes conditions environnementales présentes avant et après la coupe (CPRS) au Saguenay-Lac-Saint-Jean. Les objectifs secondaires suivants vont permettre de cerner les facteurs facilitant l'établissement et la croissance du bouleau à papier.

- Décrire la dynamique temporelle et la répartition spatiale des semis de bouleau blanc en fonction de la distance des sources de graines dans plusieurs CPRS âgées entre 1 et 5 ans.
- Dans les CPRS âgées d'une année, décrire la survie et la croissance de semis établis naturellement et artificiellement en fonction de divers lits de germination préparés mécaniquement,
- Décrire la survie, la croissance, l'acclimatation (morphologiques et physiologiques) de semis cultivés plantés sous un couvert fermé et en décrire la croissance après la coupe dans des dispositifs permanents.
- Étudier le lien entre le broutement des semis de bouleau à papier par le Lièvre d'Amérique en fonction de la densité de semis disponibles pour le brout.

### **Résultats obtenus**

**Volet I.** Notre hypothèse de départ était que l'abondance des semis de bouleau diminuait en fonction de la distance par rapport aux interbandes non récoltées. Les transects d'échantillonnage effectués dans le secteur du Mont Apica ont montré que la répartition spatiale des semis de bouleau à papier était très uniforme sur les parterres de coupes visités. Nos résultats ne montrent pas de corrélation entre l'abondance des semis de bouleau à papier et leur distance par rapport aux bandes résiduelles non récoltées. Ce résultat peut s'expliquer par deux phénomènes. Premièrement, contrairement aux graines de conifères, les graines de bouleau et particulièrement celles de bouleau à papier, peuvent demeurer viables dans le sol quelques années. Il y a donc présence d'une banque de graines de bouleau dans le sol (Ibarzabal 1994, Morin et Payette 1987). Celle-ci peut provenir de semenciers dans les interbandes non récoltées mais également des semenciers présents avant la coupe si cette dernière est récente comme c'était le cas ici (1-5 ans). Le bouleau à papier est un très fort producteur de graines et les études sur la banque de graines des espèces boréales montrent qu'il en est le principal représentant viable (Ibarzabal 1994, Morin et Payette 1987). Deuxièmement, la graine de bouleau est légère et ailée, ce qui lui permet de parcourir de grandes distances par rapport aux semenciers. Dans le cadre où se sont pratiquées les CPRS depuis 2000, la répartition des bouleaux sur le parterre de coupe ne pose donc pas de problème. Nous n'avons pas poussé plus loin notre investigation, préférant ajouter un élément supplémentaire au volet II, soit la compétition du framboisier sur les semis de bouleau à papier plantés.

**Volet II.** Au printemps 2004, nous avons établi une plantation de bouleau à papier au nord de la réserve faunique des Laurentides. Le dispositif comprenait trois blocs (sites de plantation) composés de 3 parcelles, trois types de plants (naturels : P-Nat; plantés en 2004 : P-2004 et des semis plantés en 2005 : P-2005). Les sites sélectionnés ont été coupés en 2002 et ils étaient dominés antérieurement par le sapin baumier. Ces sites présentent des densités variables de semis de bouleau à papier provenant d'arbres matures situés dans la coupe ou en périphérie. Six cents semis cultivés ont été plantés par site à l'été 2004 (P-2004) et une centaine au printemps de 2005 (P-2005). Le facteur «préparation de terrain» a été abandonné puisque le recours à ce traitement n'apparaissait pas nécessaire sur les stations sélectionnées où la couche d'humus était mince et la végétation de compétition pratiquement absente dans les sentiers de débardage au moment de la plantation, soit deux ans après la coupe (CPRS). Cette décision suit les suggestions de Thiffault *et al.* (2003) qui ne préconisent pas de scarification sur les stations à humus mince des domaines de l'érablière à bouleau jaune et de la sapinière à bouleau jaune mais plutôt une mise en andains des débris de coupe. Les semis ont donc été plantés directement sans préparation préalable du sol. La croissance ainsi que la survie ont été mesurées jusqu'à l'automne 2005. Au moment de la mise en terre, la hauteur moyenne des P-2004 était de  $31 \pm 8$  cm ( $n = 1800$ ). Les semis P-2004 mesuraient  $42 \pm 8$  cm au printemps 2005 et  $72 \pm 24$  cm à la fin d'octobre 2005. Après deux saisons de croissance, la hauteur des P-2004 avait doublé, le taux de survie moyen pour les trois blocs fut de 91.1% et, en moyenne, 2.3% des semis ont été broutés. Les P-2005 ont été mis en terre le 14 juin. Ils mesuraient en moyenne 27 cm ( $n = 30$ ). De nombreux paramètres de croissance ont été mesurés pour déterminer l'acclimatation des P-2004 et P-2005 par rapport à des semis établis naturellement et de même taille que les P-2004. Les mesures ont été faites les 28 juin, 21 juillet et 17 août 2005. À chaque date, les semis plantés étaient sélectionnés aléatoirement. Les semis naturels devaient être sains et si possible à moins de 5 m du P-2004. Les résultats montrent des différences significatives entre les types de semis et les dates de mesures. Cependant, au mois d'août, on constate qu'il n'y avait plus de différence significative entre les P-2004 et les semis naturels. Les P-2004 présentaient donc beaucoup de similitudes au niveau physiologique avec des semis de même taille établis naturellement. Par contre, les P-2005 différaient des P-2004 ou des naturels à l'exception du potentiel hydrique pré aube ou en mi-journée. D'après les mesures du potentiel hydrique pré aube et en mi-journée, l'absence de différence significative entre les types de plants est une indication que les semis (P-2004 & P-2005) ont été bien approvisionnés en eau entre autres à cause du climat pluvieux. Au niveau des paramètres caractérisant la croissance des plants, les résultats montrent que les P-2004 avaient une croissance similaire aux semis naturels mais pas les P-2005. Par exemple, les quantités moyennes de feuilles, en gramme ou en surface, allouées par unité de poids sec total sont demeurées similaires au cours de la saison de croissance entre les P-2004 et les naturels (Figure 1).

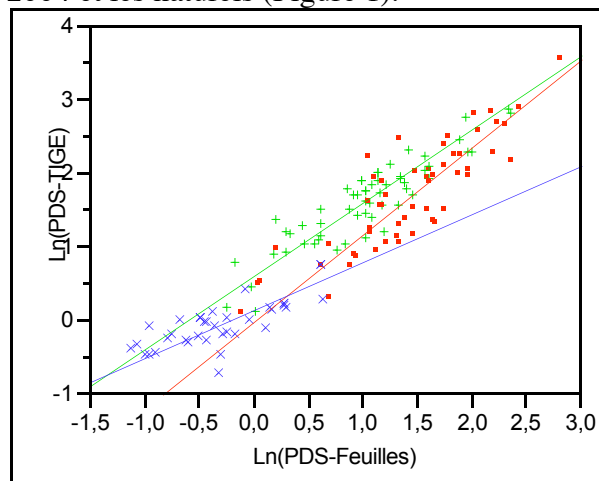


Figure 1. Relations entre le log Naturel du poids sec de la tige et le log Naturel du poids sec du feuillage pour les trois types de semis (Points = P-2004; Croix = Naturels, & X = P-2005).

De façon générale, les semis cultivés de bouleau à papier se seraient donc acclimatés aux conditions du parterre forestier en moins de deux saisons de végétation. Les plants P-2005 ne seraient pas encore acclimatés mais la présence de nouvelles racines latérales suggère qu'ils sont possiblement en voie de l'être. Comme on considère souvent que la première année de croissance est déterminante pour la survie d'une plantation, nous pouvons conclure que les conditions environnementales présentes dans la région d'étude sont favorables à l'implantation de semis cultivés de bouleau à papier. Compte tenu des taux élevés de survie (+90%) et de la performance des plants par rapport aux semis établis naturellement, la plantation de bouleau apparaît comme un outil d'aménagement très prometteur.

Pour compléter ce travail, nous avons étudié, à l'automne 2006, l'impact de la compétition sur la croissance des semis de bouleau à papier. La compétition était surtout constituée de framboisiers. Cette espèce est intolérante à l'ombre et s'installe rapidement après coupe grâce à une banque de graines qui demeurent viables très longtemps dans l'humus (Graber et Thompson 1978). Dix semis de bouleau à papier plantés en 2004 ont été choisis dans chaque parcelle. La hauteur des semis a été mesurée (90 semis au total). Le recouvrement et la hauteur moyenne de la végétation compétitrice ont été mesurés à l'intérieur d'un point d'observation de 1m<sup>2</sup> divisé en 4 quadrats délimités par 2 droites perpendiculaires. Cet indice (I<sub>4</sub>) est décrit dans Ruel (1992). La figure 2A présente la relation entre la hauteur des semis de bouleau et la végétation de compétition. Dans 82% des cas, la hauteur du bouleau était supérieure à la compétition. Après trois saisons de croissance, le bouleau mesurait 99.5 ± 2.9 cm tandis que la végétation compétitrice mesurait 69.7 ± 2.1 cm. Le framboisier représentait 66% du recouvrement des espèces compétitrices. On observe une faible corrélation (R<sup>2</sup> = -0,06) entre l'indice de compétition et la hauteur des bouleaux plantés (Figure 2B).

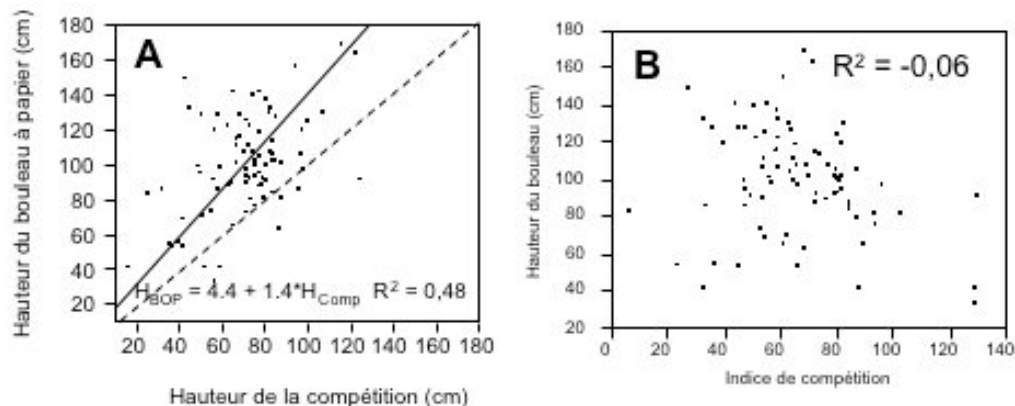


Figure 2. A: Relation entre la hauteur des bouleaux plantés et de la végétation de compétition deux ans après la plantation. La ligne pointillée marque une relation 1:1 entre les deux hauteurs. B: hauteur des bouleaux en fonction de l'indice de compétition.

Les espèces de transition tel le framboisier s'installent rapidement après coupe et s'approprient rapidement les ressources du milieu comme la lumière, les éléments nutritifs et l'eau (Donoso et Nyland 2006). La lumière est généralement la ressource environnementale qui limite le plus la croissance des jeunes plantations (Jobidon 1994). En présence d'une compétition de feuillus de lumière, la croissance en diamètre est beaucoup plus affectée par la compétition que la hauteur (Jobidon 2000). Nos résultats montrent que le bouleau à papier planté en récipient PFD peut être compétitif avec le framboisier sur les parterres de coupes réalisées selon la modalité de la CPRS lorsque la période entre la coupe et la plantation ne dépasse pas deux ans, comme dans notre étude. Thiffault *et al.* (2003) ont montré que la plantation hâtive immédiatement après la coupe confère aux plants d'épinette blanche un avantage compétitif sur la végétation compétitrice avant que celle-ci ne s'installe. L'étude de Harvey et Brais (2002) montre que la densité du framboisier reste en

deçà de 2 000 tiges/ha un an après la coupe mais peut grimper à 300 000 tiges/ha deux ans plus tard. Les perturbations du sol plus sévères dans les sentiers de débardage favorisent l'établissement du framboisier. Nos résultats montrent que les semis de bouleau à papier plantés dans les sentiers de débardage supplantent en hauteur la végétation compétitrice composée majoritairement de framboisiers et seraient donc «libres de croître». La notion de plantation «libre de croître» est surtout utilisée pour les résineux (Brand et Weetman 1986). Elle tient compte d'un seuil minimal de luminosité, ce qui détermine si un arbre est opprimé ou non. Les arbres non-oppriés sont catalogués comme étant «libre de croître» si leur hauteur augmente plus rapidement que la compétition. Les résultats obtenus dans la plantation du mont Apica montrent que dans la majorité des cas, le bouleau à papier avait une croissance supérieure au framboisier lui assurant un «puit de lumière» au-dessus de sa cime favorisant l'élongation rapide de la tige. De plus, le framboisier ne dépasse pas 1-1,5 m de hauteur (Jobidon 1995). Les bouleaux devraient dépasser cette taille dans un an si leur taux de croissance reste le même. Donoso et Nyland (2006) ont montré que dans la majorité des forêts tempérées de l'Est de l'Amérique du Nord, les feuillus surpassent le framboisier après 5-7 ans. En conclusion, la plantation de bouleau à papier est possible sur les parterres de coupe de type CPRS. Sur les stations à humus mince, la préparation de terrain n'est pas nécessaire. Lorsque la plantation suit immédiatement la récolte, le dégagement de la végétation de compétition est superflu. La plantation d'arbres s'avère avantageuse par rapport à l'ensemencement naturel lorsqu'il n'y a pas de régénération pré-établie. En effet, les petits semis issus de graines sont plus susceptibles d'être étouffés par la végétation de compétition que les plants de type PFD qui ont une longueur d'avance sur la végétation de compétition, particulièrement le framboisier.

**Volet III.** Des semis de bouleau à papier ont été plantés en juin 2004 dans 18 parcelles de 25 m x 25 m situés à proximité du lac Simoncouche, sur le territoire de la station de recherche de l'Université du Québec à Chicoutimi. La plantation expérimentale a été implantée sous-couvert de peuplements mixtes matures. Les strates arborescentes des parcelles de plantation étaient toutes composées de sapin baumier, de bouleau à papier et de bouleau jaune. Chaque parcelle était formée de 12 rangées de 13 semis de bouleaux à papier produits en récipient PFD de types 45-340. Ils ont été plantés sans préparation de terrain à tous les deux mètres. La croissance, la survie et le broutement par le lièvre ont été mesurés au printemps et à l'automne 2004 puis au printemps et à l'automne 2005. Pour le lièvre, un point d'observation fut installé dans chaque parcelle et des mesures d'obstruction latérale et de végétation ont été effectuées.

Au printemps 2006, tous les arbres sur un quadrilatère de 50 m x 50 m centré sur les parcelles plantées de 25 m x 25 m ont été abattus à l'exception d'une parcelle témoin où le couvert est demeuré intact et qui a été utilisée pour les mesures de photosynthèse. Les 17 et 18 juillet 2006, les réponses photosynthétiques à la lumière au niveau des feuilles ont été estimées chez les semis de bouleaux à papier plantés. On a choisi deux parcelles où le couvert arborescent a été éliminé au printemps et une parcelle témoin dont le couvert est demeuré intact. Dans chacune des parcelles traitées, on a sélectionné au hasard 4 plants (troué) tandis que 8 plants ont été sélectionnés dans la parcelle témoin (sous-couvert). Le taux photosynthétique a été mesuré à des densités de flux de photon photosynthétiques (DFPP) de 1 500, 1 000, 600, 200, 100, 60, 20, et 0  $\mu\text{mole}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . Les mesures ont été réalisées en deux jours (17-18 juillet 2006) en utilisant le système portable de mesure de la photosynthèse LI-COR-6400 (LI-COR<sup>®</sup>, Lincoln, Nebraska) équipé d'une cuvette automatique 6400-02 pour feuillu et munie d'une source lumineuse LED. Les conditions environnementales à l'intérieur de la cuvette étaient les mêmes que celles décrites dans Landhausser et Lieffers (2001) : température de 20°C et humidité relative de 40%. Les données des réponses photosynthétiques à la lumière ont été ajustées avec la fonction de Mitscherlich tel que décrite dans Potvin *et al.* (1990). L'assimilation nette a été exprimée par rapport à la surface foliaire ou à la biomasse sèche de la feuille.

La figure 3A montre qu'il n'y a pas eu de croissance significative en hauteur des bouleaux plantés durant les deux années où ceux-ci ont été maintenus sous-couvert. On remarque par contre une très grande hétérogénéité de hauteur entre les parcelles plantées. Ces résultats suggèrent une stagnation de la croissance

en hauteur qui peut s'expliquer en partie par le broutement du lièvre. En général, le broutement du lièvre affectait un peu plus de 20% des semis à l'automne 2004 et au printemps 2005 (Figure 3B). Les plants qui avaient été broutés mesuraient  $23 \pm 10$  cm comparativement à  $36 \pm 13$  cm pour ceux qui n'avaient pas été broutés. À l'automne 2005, le taux de mortalité moyen était de 9%, variant entre 0 et 21% selon la parcelle.

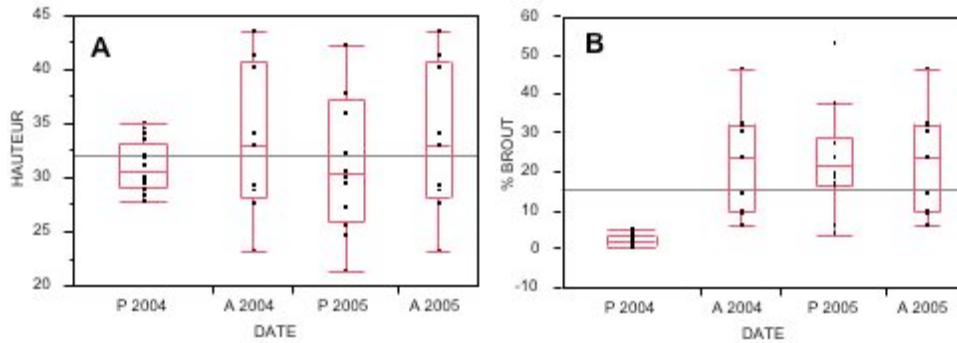


Figure 3. A-) Hauteur des semis de bouleau à papier mesurée au printemps (P), à l'automne (A) 2005 et 2006. B-) % de brout causé par le lièvre. Chaque point correspond aux mesures prises dans une parcelle.

La figure 4 montre les réponses photosynthétiques à la lumière des bouleaux qui sont demeurés sous-couvert pendant 3 ans (A) et celles des bouleaux qui ont été dégagés en 2006 (B). Dans le premier cas, le point de compensation est atteint rapidement soit autour de  $250 \mu\text{mole.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  et le taux photosynthétique au point de saturation est de  $5 \mu\text{mole.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . Dans le cas des plants qui ont poussé en pleine lumière en 2006, l'assimilation nette était plus du double et le point de saturation était atteint vers  $500 \mu\text{mole.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . Par contre, lorsque le taux de photosynthèse est exprimé par rapport aux biomasses sèches des feuilles, les courbes des semis dans les trouées sont semblables à celles sous-couvert.

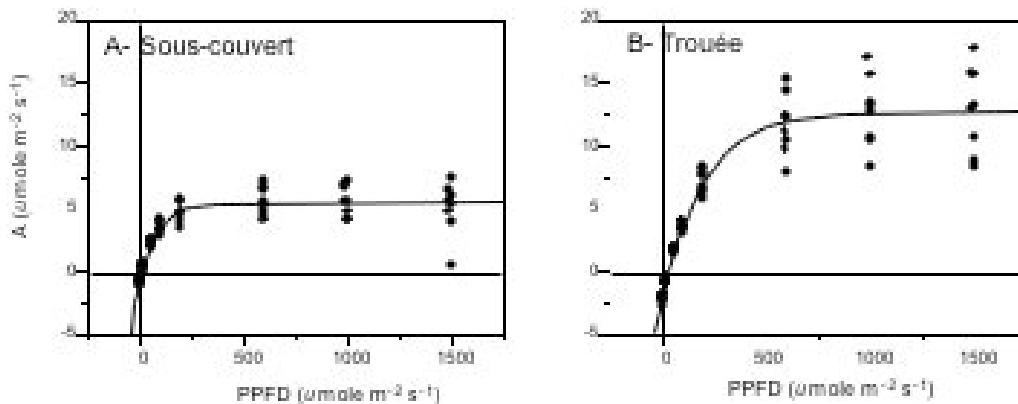


Figure 4. Taux de photosynthèse basé sur la surface foliaire des bouleaux qui ont poussé sous-couvert pendant trois ans (A) ou après ouverture du couvert la troisième année (B).

Ces résultats montrent que le bouleau à papier répond aux conditions de sous-bois par un rapport de surface foliaire plus grand (LAR; leaf-area-ratio), un point de saturation photosynthétique plus bas et un taux de respiration par rapport à la biomasse plus faible que les semis poussant en pleine lumière. Ces caractéristiques permettraient aux semis de survivre en sous-bois sous une intensité lumineuse très faible. En conclusion, le bouleau à papier possède les attributs d'une espèce tolérante à l'ombre, du moins, au stade juvénile, lui permettant de se maintenir sous le couvert pendant un certain laps de temps. Landhausser et Lieffers (2001) indiquent que sur un lit de germination adéquat, le bouleau à papier peut s'établir et croître sous le couvert intact d'un peuplement de *P. tremuloides* pendant plus de trois ans. Enfin, nos résultats montrent que sur les sites expérimentaux, la mortalité causée par le broutement du lièvre est très variable mais qu'elle ne met

pas en péril le succès de la plantation. Il est prévu de suivre la survie et la croissance des bouleaux dans ces sites expérimentaux dans les années futures. Une mesure est prévue 5 ans après la plantation soit à l'été 2009, et 10 ans après la plantation, en 2014. Ces mesures seront possibles grâce à la participation de la forêt d'enseignement et de recherche de l'UQAC.

### **Applicabilité des résultats et retombées escomptées**

Ce projet représente un tout nouveau champ d'expertise pour l'UQAC, nous espérons développer cette expertise à des fins scientifiques et pédagogiques et ce en étroite partenariat avec les différents intervenants forestiers pour le développement régional des ressources naturelles renouvelables. Ce projet a permis de

- préciser la dynamique du bouleau à papier,
- dresser un patron général d'établissement de la régénération du bouleau après CPRS,
- préciser les mécanismes facilitant l'établissement du bouleau en plein champ, la croissance en sous-bois et la réaction après ouverture,
- d'obtenir des modèles de croissance juvénile pour les semis naturels et artificiels,
- d'obtenir des modèles plus précis de dispersion des semenciers sur le parterre de coupe et
- d'augmenter l'éventail d'outils sylvicoles adaptés au bouleau en visant une remise en valeur des forêts dégradées mixtes au Saguenay-Lac-St-Jean et ailleurs au Québec.

L'impact environnemental, social et économique est considérable compte tenu du fait que les résultats vont directement affecter la possibilité forestière pour cette essence, qu'ils peuvent relancer de nouvelles recherches et augmenter la part du marché pour cette essence considérée comme prometteuse pour l'économie forestière.

### **Références**

- Brand, D.G. et G.F. Weetman 1986. Standards for regeneration establishment in Canada : a case study for Douglas-fir. *For. Chron.* 62(2): 84-90.
- Donoso, P.J. et R.D. Nyland 2006. Interference to hardwood regeneration in northeastern North America: the effects of raspberries (*Rubus* spp.) following clearcutting and shelterwood methods. *NJAF* 23(4): 288-296.
- Graber, R.E., et D.F. Thompson 1978. Seeds in the organic layers and soil of four beech-birch-maple stands. *USDA For. Serv. Res. Pap.* NE-401.
- Harvey, B. et S. Brais 2002. Effects of mechanized careful logging on natural regeneration and vegetation competition in the southeastern Canadian boreal forest. *Can. J. For. Res.* 32: 653-666.
- Ibarzabal, J. 1994. Réservoir de graines des sols de sapinières boréales au nord du Lac Saint-Jean. Thèse de M.Sc., UQAC. 72 pages.
- Jobidon, R. 1994. Light threshold for optimal black spruce (*Picea mariana*) seedling growth and development under brush competition. *Can. J. For. Res.* 24: 1629-1635.
- Jobidon, R. 1995. Autoécologie de quelques espèces de compétition d'importance pour la régénération forestière au Québec. *Revue de littérature. Min. des Res. Nat. Mém. de Rech.* 117. 180 pp.
- Jobidon R. 2000. Density-dependant effects of northern hardwood competition on selected environment resources and young white spruce (*Picea glauca*) plantation growth, mineral nutrition, and stand structural development – a 5-years study. *For. Ecol. Manage.* 130: 77-97.
- Landhauser, S.M., Lieffers, V.J. 2001. Photosynthesis and carbon allocation of six boreal tree species grown in understory and open conditions. *Tree Physiology* 21: 243-250.
- Morin, H. et Payette, S. 1987. Buried seed populations in the montane, subalpine and alpine belts of Mount Jacques-Cartier, Québec. *Can. J. Bot.* 66 : 101-107.
- Potvin, C., Lechowicz, et S. Tardif. 1990. The statistical analysis of ecophysiological response curves obtained from experiments involving repeated measures. *Ecology* 71: 1389-1400.
- Ruel, J.-C. 1992. Impact de la compétition exercée par le framboisier (*Rubus idaus* L.) et des feuillus de lumière sur la croissance du sapin (*Abies balsamea* (L.) Mill.) en régénération. *Can. J. For. Res.* 22 : 1408-1416.
- Thiffault, N., Roy, V., Prigent, G., Cyr, G., Jobidon, R. et J. Ménétrier 2003. La sylviculture des plantations résineuses au Québec. *Le Naturaliste Canadien* 127(1) : 63-80.