

**INVENTAIRE ET EVALUATION DE LA PERFORMANCE DE
PLANTATIONS DE PEUPLIERS HYBRIDES IMPLANTEES PAR
FPS CANADA INC. EN OUTAOUAIS**

Rapport Final

présenté à

Gilles Couturier

FraserPapers

(FPS Canada Inc.)

Décembre 2008



**Institut québécois d'Aménagement
de la Forêt feuillue**

Équipe de réalisation de l'IQAFF*

Responsables scientifiques

Sylvain Delagrange, Ph.D.

François Lorenzetti, Ph.D.

Équipe technique :

Pascal Rochon, M.Sc.

Julie Poirier

Renaud Rochon

Alexandre Benoit

*IQAFF : Institut québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue
58 Principale, Ripon, Québec, J0V 1V0
Tél : 819-983-6589 ; Fax : 819-983-6588
Courriel : igaff@iqaff.qc.ca
Site internet : www.iqaff.qc.ca

Pour citation :

Delagrange S. et Lorenzetti F. 2008. Inventaire et évaluation de la performance de plantations de peupliers hybrides implantées par FPS Canada Inc. en Outaouais. Institut Québécois d'Aménagement de la Forêt feuillue, Ripon, Québec. Rapport Scientifique, 23 p. + Annexes

Table des matières

ÉQUIPE DE REALISATION DE L'IQAFF*	I
I. INTRODUCTION	1
II. METHODOLOGIE & MATERIEL	4
II.1. INVENTAIRE ET SELECTION DE SITES	4
II.2. DESCRIPTION DES CLONES	7
II.3. METHODES ET MESURES	8
II.4. ANALYSES STATISTIQUES	11
III. RESULTATS ET DISCUSSION	12
III.1. SURVIE, CROISSANCE ET VIGUEUR.....	12
<i>III.1.A. Site expérimental (200B)</i>	12
<i>III.1.B. Site de production en milieu urbain (135)</i>	14
<i>III.1.C. Sites de production en milieu agro forestier (200C et 200D)</i>	16
III.2. RENDEMENT DES PLANTATIONS.....	17
IV. CONCLUSIONS	21
REFERENCES	22
ANNEXES	23

I. Introduction

À la fin des années 90 et jusqu'au début des années 2000, Papier Fraser Canada Inc. (FPS) a implanté sur terres privées en Outaouais un réseau de plantations de peuplier hybride (PEH) en vue de garantir l'approvisionnement (ou tout au moins une fraction de l'approvisionnement) et l'accessibilité en bois de pâte provenant d'essences feuillues. En effet, les plantations de PEH à haut rendement pourraient permettre la production locale et facilement accessible d'une partie des volumes de bois nécessaires aux recettes de papier produit à l'usine de Thurso.

D'abord expérimentales (criblage et essais de traitements), les plantations implantées sont devenues de production en utilisant le savoir faire acquis au fil des années. Cependant, peu d'informations basées sur des analyses scientifiques de ces plantations sont disponibles et il est donc difficile de conclure sur (i) les essais qui ont bien fonctionnés et ceux qui n'ont pas répondu aux attentes, (ii) la relation entre les efforts développés dans l'implantation de ces plantations et la réussite de celles-ci et (iii) sur les rendements réels de ces différentes plantations.

En ce qui concerne ce dernier point, partout au Québec le calcul de la possibilité forestière du PEH en plantation est basé sur la courbe de rendement disponible dans le manuel d'aménagement forestier (MRNFPQ 2003). Cette courbe de rendement est construite à partir de celle du peuplier faux tremble avec pour seule différence, une accélération des rendements lors des premières années. Hors, si les rendements décrits par cette courbe coïncident avec certains rendements observés autour des années 2000 au Québec et dans le Nord des États-Unis (Périnet 1999; Gagné 2003), ils semblent sous estimer les rendements de plantations plus récentes implantées dans ces mêmes zones géographiques (Gagné 2003; Ménétrier 2006). Trois principales raisons peuvent expliquer ce décalage :

1. D'abord, le fait que cette courbe ait été construite pour être applicable sur l'ensemble de la zone feuillue du territoire québécois. Pourtant, bien que les clones soient développés pour performer régionalement, il est attendu que les

rendements soient tout de même supérieurs pour les plantations situées au sud dans les zones plus nordiques de ce biome.

2. Ensuite, ce type de sylviculture intensive fait l'objet d'un développement soutenu. En effet, les clones, leur sélection en fonction des régions climatiques et leurs techniques de plantation font l'objet de travaux continus afin d'en améliorer les combinaisons (Périnet et al. 2001; Ménétrier 2008). Ces développements permettent d'attendre des rendements de plus en plus élevés et cela quelle que soit la région.
3. Enfin, dans le contexte de zonage du territoire forestier tel que formulé par le concept de TRIAD ou de QUAD (Messier et al. 2003), on recommande de plus en plus d'installer les plantations de PEH sur les stations les plus fertiles (Saucier 2006; Ménétrier 2008) afin d'acquérir les rendements permettant de protéger une portion représentative de forêt naturelle.

Ainsi, pour ces principales raisons, les rendements de certaines plantations de PEH dans le sud du Québec (ayant les clones adaptés et ayant reçu les traitements de contrôle de végétation nécessaires) peuvent atteindre des rendements de près de 20 m³/ha/an à 15 ans, soit un volume marchand de près de 300 m³/ha à ce même âge (Gagné 2003; Ménétrier 2006). Cependant, la populiculture étant encore jeune au Québec, il est encore important d'évaluer les performances des plantations au niveau régional, ainsi que les facteurs (clones, site forestier VS agricole, type de sol, etc.) qui contribuent aux variations de rendement observées au sein d'une même région. Il est aussi toujours pertinent de conserver une certaine prudence quant aux prévisions de rendements, puisque des inquiétudes (liées aux insectes, aux maladies et à l'épuisement des sols) ont déjà été soulevées (Bernier et al. 2003).

Dans le but de mieux documenter les rendements réels des plantations mises en place par FPS en Outaouais et de mieux comprendre les facteurs pouvant être reliés à la réussite ou non d'une plantation, l'analyse de plantations expérimentales et de production a été faite durant l'été 2008. Pour cette étude, les objectifs ont donc été :

- de dresser l'inventaire de l'information disponible sur le réseau de plantations installées par FPS en Outaouais,
- de sélectionner quelques plantations afin d'en déterminer les rendements, et
- d'apprécier la relation entre les traitements appliqués dans les plantations et leur productivité.

II. Méthodologie & Matériel

II.1. Inventaire et sélection de sites

Préalablement à la sélection des sites, un travail de synthèse, basé sur les archives de popiculture de FPS Canada Inc., a été réalisé afin de localiser un sous échantillon de plantations à étudier. Le premier constat fût que la quantité d'information concernant ce programme de popiculture était importante. Cependant, en considérant qu'aucun acteur ayant mis en place le programme n'était encore en poste au moment de cette recherche et qu'aucun document informatisé n'était disponible, les recherches ont été plus laborieuses et la sélection des sites a donc été basée sur les blocs ayant le plus d'information (avec un niveau de confiance très élevé). L'ensemble de l'information concernant les sites est répertorié dans l'Annexe 1. Après analyse, 2 blocs ont été retenus pour l'échantillonnage : le bloc 135 (Masson, Gatineau, cf. Annexe 2) et le bloc 200 (Ferme Sheridan, Notre Dame de la Salette, cf. Annexe 3).

Au sein de ces 2 blocs, 4 plantations au total ont été échantillonnées en considérant l'information pertinente qui les caractérise ainsi que du fait qu'une plantation était expérimentale alors que les autres étaient de production (cf. Tableau 1). Un autre aspect intéressant de la sélection est qu'un bloc (135) se situe en milieu urbain et correspond à une ancienne friche agricole, alors que l'autre (200) se retrouve dans un contexte agroforestier (cf. Annexes 2 & 3).

Dans les 2 blocs, la préparation de terrain (labourage et hersage) a été identique, n'introduisant aucune variabilité de ce côté. Pour ce qui est des traitements de fertilisation¹ et de contrôle de la végétation compétitrice, les 4 plantations étudiées ont eu de tels traitements. Cependant, dans la plantation expérimentale du bloc 200 (plantation 200B), ces traitements ont été appliqués seuls ou en combinaison, tout en gardant une section non traitée à titre de témoin. Dans le cas des 3 plantations de production, il a pu être conclu qu'elles ont toutes reçu au moins un épandage de boues l'année de la mise en terre de plants, même si les concentrations n'ont pu être déterminées à partir des dossiers

¹ La fertilisation des plantations expérimentales et de production mises en place par FPS a été réalisée à l'aide de boues issues des bassins de décantation des eaux usées de l'usine de Thurso.

consultés. Quant aux spécificités des traitements de contrôle de la végétation, elles ont varié d'une plantation à l'autre, ce qui est détaillé dans un tableau sommaire sur les plantations retenues pour l'évaluation des rendements. Concernant la conformation des plantations, seule la plantation de production 200C différait des autres via une pente forte (> à 35%) sur près de 50% de sa superficie.

Tableau 1 : Récapitulatif de l'information disponible dans les archives sur les 4 plantations choisies pour l'étude.

Année de plant.	Bloc FPS	Municipalité	Nom Commun	Identifiant Plantation	Superficie	Année prép. terrain	Prép. de terrain	Épandage	Année(s) épandage	Autre trait.	Nbr de clones	Clones	Densité initiale
1998	200	Notre Dame de la Salette	Portland (Ferme Sheridan)	200B (99-1, 99-2)	1.37 ha	mai-98	Labouré/Hersé	Selon la section (plantation expérimentale)	1998	Paillis	5 [^]	3225-3230-3333-3570-3729	859/ha
2002	135 [#]	Masson	Chemin du Quai	Est et Ouest	22 ha	2002	Labouré/Hersé	OUI	2002	contrôle végét. (Herbicide)	7	131-3225-3230-3333-3570-3729-915508	877/ha
2002	200	Notre Dame de la Salette	Portland (Ferme Sheridan)	Bloc-Ouest 200C	≈ 6 ha	2002	Labouré/Hersé	OUI	2002-(2003?)	contrôle végét. (???)	2	915508 + 3729	1000/ha
2003	200	Notre Dame de la Salette	Portland (Ferme Sheridan)	Nord Est du Chemin 200D	7 ha	2002	Labouré/Hersé	OUI	2003-(2004?)	contrôle végét. (Fauchage ?)	2	915508 + 3729	1111/ha

[^] : Les clones qui ont été plantés sur ce site étaient sous forme de boutures (contrairement aux autres sites qui ont été boisés avec des plançons, c'est-à-dire des tiges à racines nues).

[#] : Ce bloc de plantation se retrouve dans un cadre urbain sur une ancienne friche agricole alors que l'autre bloc se retrouve en milieu forestier.

II.2. Description des clones

Une description des clones et de leur représentation dans les différentes plantations est disponible dans le tableau 2. Au total, 7 clones ont été étudiés, mais seul le bloc 135 possédait une plantation où les 7 y étaient présents. Cependant, l'identification du clone 3225 dans la plantation du bloc 135 n'a pu être faite (plus d'identifiants disponible). Ainsi, ce clone n'a pas été étudié dans ce bloc.

Tableau 2. Informations sur les clones et de leur représentation dans les différentes plantations étudiées.

Clones	Noms latins	Parents	Croisement	PLANTATION (ANNEE)			
				200B (1998)	135 (2002)	200C (2002)	200D (2003)
131	<i>Populus x canadensis</i>	<i>P. deltoides x P. nigra</i>	D x N	non	oui	non	non
3225	<i>Populus x generosa 'Unal'</i>	<i>P. trichocarpa x P. deltoides</i>	T x D	oui	oui	non	non
3230	<i>Populus x generosa 'Boelare'</i>	<i>P. trichocarpa x P. deltoides</i>	T x D	oui	oui	non	non
3333	<i>Populus x canadensis 'Stormont'</i>	<i>P. deltoides x P. nigra</i>	D x N	oui	oui	non	non
3570	<i>Populus x canadensis</i>	<i>P. deltoides x P. nigra</i>	D x N	oui	oui	non	non
3729	<i>P. nigra x P. maximowiczii</i>	<i>P. nigra x P. maximowiczii</i>	N x M	oui	oui	oui	oui
915508	(<i>Populus x canadensis</i>) x <i>P. maximowiczii</i>	(<i>Populus x canadensis</i>) x <i>P. maximowiczii</i>	DN x M	non	oui	oui	oui

II.3. Méthodes et mesures

Distribution des clones dans les plantations

Dans les 2 plantations de production du bloc 200, les clones étaient distribués selon une séquence répétitive de 1 rangée du clone 915508 suivie de 3 rangées du clone 3729. Dans le bloc 135, la séquence se présentait sur 6 rangées ou 3 étaient plantées avec le 915508 et les trois autres avec l'un des 6 autres clones présents. Dans la plantation expérimentale, la séquence répétitive se faisait sur 5 rangées de 10 individus (1 rangée par clone présent). Dans cette plantation, environ 30 individus par clone étaient représentés dans chaque combinaison de traitement.

Survie

La survie de chaque clone au sein de chaque plantation a été établie par un échantillonnage de sections de rangées de plantation. Connaissant l'espacement initial entre les arbres, la survie est donc calculée comme la proportion d'arbres encore vivants au moment de l'inventaire par rapport au nombre d'arbres qui furent mis en terre dans les sections de rangées de plantation. Afin de standardiser l'échantillonnage, le compte des arbres vivants a été réalisé sur des sections englobant 60 arbres plantés à l'origine, répartis sur une seule bande, ou sur 2 ou 3 bandes adjacentes (1 x 60, 2 x 30 ou 3 x 20 respectivement). Pour chaque clone, le compte des arbres vivants a été répliqué 5 à 8 fois, suivant leur représentation dans la plantation. On notera cependant que dans le cas particulier du bloc 200B où le nombre total d'arbres était peu élevé, dû à la petite superficie de la plantation, le compte des arbres vivants a été réalisé sur l'ensemble des individus.

Échantillonnage des effectifs pour les mesure de croissance et vigueur

Dans la plantation expérimentale (bloc 200B) un maximum de 15 arbres (soit la moitié des individus plantés) par traitement ont été mesurés si leur survie le permettait. Pour le bloc 135, 40 individus ont été sélectionnés pour chaque clone (excepté pour le 915508 dont le nombre est monté à 80 du fait de sa grande représentation dans la plantation). La sélection s'est faite de façon aléatoire dans l'ensemble de la plantation. Finalement, pour

les plantations de production du bloc 200, 40 individus du clone 915508 et 80 du clone 3729 ont été sélectionnés encore une fois aléatoirement pour chacune des plantations.

Croissance

Pour déterminer la performance de chaque clone sur chaque plantation, le diamètre à hauteur de poitrine (DHP ; cm) et la hauteur (m) ont été mesurées. Pour le DHP, 2 mesures perpendiculaires ont été faites à une hauteur de 130 cm à l'aide d'un pied à coulisse, puis moyennées. En ce qui concerne la hauteur, celle-ci a été estimée à l'aide d'un instrument de mesure ultrasonique de distances et d'angles (Vertex III et transpondeur T3).

Vigueur/Qualité

En plus de la hauteur de l'individu, la hauteur de la première branche vivante a été mesurée à l'aide d'une règle télescopique. Ainsi, il a été possible de calculer la portion de hauteur de l'arbre sur laquelle étaient présentes des branches vivantes (pourcentage de cime vivante ; %). Ce ratio correspond à un indice de vigueur (plus le ratio est élevé et plus l'individu est vigoureux), mais dans le cas d'une plantation, il renseigne également sur l'élagage naturel des individus et donne donc un indice de la qualité de tige. Un autre ratio, le H/D de l'arbre, a été calculé à partir de la hauteur et du DHP de l'arbre. Ce ratio renseigne sur l'équilibre du développement des individus entre leur croissance en hauteur et leur croissance en diamètre.

Dendrochronologie

L'analyse de la croissance radiale a été faite sur 6 individus par clone, par plantation et par traitement (si traitement il y avait). L'analyse s'est faite par la lecture de carottes de tronc qui ont été prélevées à l'aide d'une sonde Pressler à hauteur du DHP. Pour être analysées, ces carottes sont séchées, collées et sablées très finement. La lecture de la largeur des cernes est alors faite en utilisant des loupes binoculaires, une table roulante de précision couplée à un logiciel d'analyse (Velmex Inc., Bloomfield, NY, USA) (Figure 1).

En considérant l'ensemble des sites, le total de carottes analysées s'élève donc à 270 échantillons. Grâce à cette méthode, il est possible d'identifier l'âge et la croissance en mm pour chaque année de vie de l'arbre. Une estimation des accroissements annuels en volume ou en biomasse est également possible à partir des données précédentes, moyennant l'utilisation d'équations de références paramétrées pour le peuplier hybride,



Figure 1 : Lecture des 15 dernières années de croissance

Calculs de rendement

Les rendements des plantations étudiées en 2008 ont été calculés en tonnes sèches en utilisant les équations de Alemdag (1984). Grâce à ces équations allométriques, la biomasse totale de l'arbre ou d'un de ces compartiments pouvait être déterminée à partir de la hauteur et du DHP de l'individu et cela par espèce. Le tonnage sec à l'hectare a donc été déterminé en réalisant ces quelques étapes :

- Détermination de la survie, du DHP et de la hauteur d'un échantillon de chaque clone présent dans la plantation;
- Détermination de la biomasse moyenne par clone via les équations de Alemdag (1984):

$$\text{Biomasse}_{\text{tige}} = b_1 \cdot \text{DHP}^2 \cdot H$$

Où b_1 est un coefficient (pris pour le peuplier faux tremble: $b_1=0.014579$) ;

- Détermination de la proportion relative (en nombre d'individus) de chaque clone dans la plantation (à la plantation et en 2008);
- Détermination de la biomasse représentée par chaque clone dans la plantation et par hectare;
- Détermination de la biomasse par hectare de la plantation.

À partir de ces calculs, les rendements en m³ ont été calculés en prenant une densité de bois sec de 350 kg. m⁻³. Les rendements en tonne verte ont également été calculés en utilisant une densité de bois vert de 650 kg.m⁻³.

II.4. Analyses statistiques

L'ensemble des analyses statistiques ont été réalisé à l'aide du logiciel NCSS (Hintze 2004). On notera que les plantations ont été étudiées séparément car elles ne représentaient pas de répétitions de conditions similaires. Au sein de chaque plantation, les comparaisons entre les clones et/ou traitements pour les différentes variables de croissance ou de vigueur ont été exclusivement faites par analyses de variance (ANOVA). Le niveau de la signification statistique des différences a été établi à 5% ($\alpha = 0.05$).

III. Résultats et discussion

Pour chaque caractéristique étudiée, l'interprétation sera détaillée pour chacun des 3 types de site étudiés soit : le site expérimental (Sheridan ; Bloc 200B), le site de production en milieu urbain (Masson ; Bloc 135) et les sites de production en milieu agro forestier (Portland ; Blocs 200C et 200D). En effet, chacun de ces types comporte des conditions d'installation bien particulières et des buts totalement différents qui rendent une comparaison directe difficile.

III.1. Survie, croissance et vigueur

III.1.A. Site expérimental (200B)

La survie moyenne sur le site expérimental a grandement varié en fonction des traitements de contrôle de la végétation et de fertilisation appliqués. À l'échelle de la plantation, l'application de boues n'a pas amélioré la survie des clones et a eu tendance à avoir un effet négatif probablement par la stimulation de la végétation compétitrice. En revanche, l'application du paillis de plastique a grandement aidé à la survie des clones, l'augmentant de près de 50%. La combinaison de l'application de boues et du paillis n'a pas amélioré la survie comparativement à l'application du paillis seul (Figure 2).

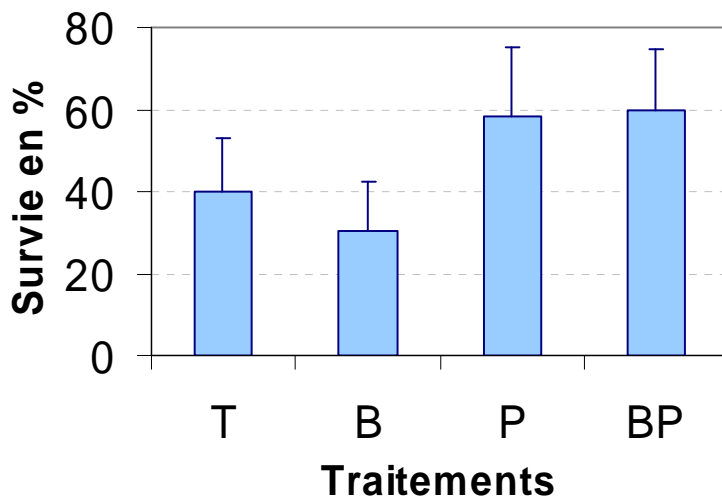


Figure 2. Survie moyenne de la plantation expérimentale en fonction des essais de traitements de contrôle de la végétation et de fertilisation.

Au niveau des différents clones, le 3225, le 3230 et le 3333 ont eu une survie moyenne de l'ordre de 45% sur l'ensemble de la plantation, alors que la survie du 3729 fut de plus de 65% et que celle du 3570 fut seulement de 30%. Les clones 3225 et 3729 sont ceux qui ont le mieux répondu au contrôle de la végétation alors que les autres en ont peu profité (cf. Annexe 4).

En ce qui concerne **la vigueur et la qualité de tige**, tous les clones ont montré une bonne vigueur de cime (proportion de cime vivante de 92%) et une qualité de tige similaire (pas de déséquilibre de croissance radiale vis-à-vis de la croissance en hauteur). Seul le clone 3570 a eu tendance à montrer un élagage naturel et une légère perte de croissance radiale (par rapport à la croissance en hauteur). Pour ce clone, on ne peut encore pas parler d'un problème de vigueur, mais plus de la présence d'un léger stress non visible chez les autres clones (Annexe 4 et 5).

Malgré des différences statistiques visibles (Annexe 5), les écarts entre de valeurs de vigueur entre les différents clones n'avaient aucune signification écologique. Ainsi, aucun effet d'amélioration flagrante de la vigueur ou de la qualité de tige n'a pu être mis en évidence avec les traitements de contrôle de végétation ou de fertilisation.

Pour ce qui est de la **croissance**, l'application du paillis n'a pas significativement amélioré la croissance qu'elle soit en diamètre ou en hauteur. En revanche, l'application des boues a augmenté le DHP et la hauteur de tous les clones (Figure 3, Annexe 5).

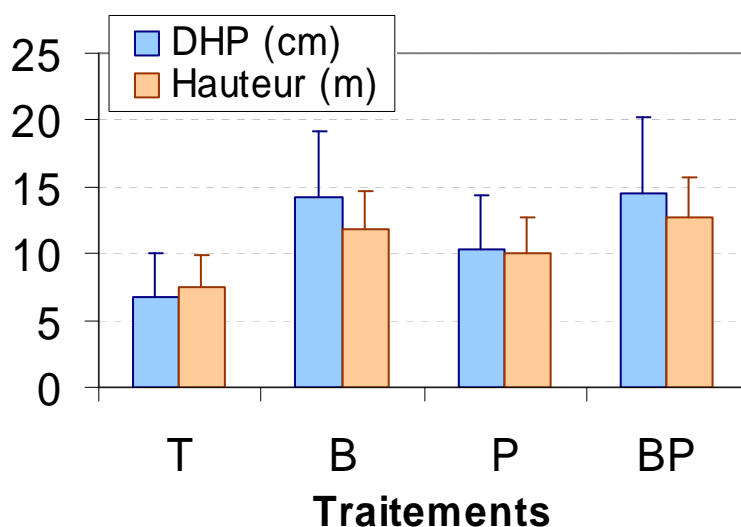


Figure 3. DHP et hauteur moyenne au sein de la plantation expérimentale en fonction des essais de traitements de contrôle de la végétation et de fertilisation.

On remarque que l'effet de la fertilisation a été plus fort sur l'augmentation du DHP que sur l'augmentation de la hauteur des clones.

Au regard des clones, le 3225, le 3729 et le 3230 sont ceux qui ont le mieux performé en atteignant, après 11 ans et tous traitements confondus, des DHP de plus de 12 cm et des hauteurs supérieures à 11 m. Chez les 2 premiers clones, l'application des boues a plus que doublé leur croissance comparativement au témoin, les amenant à des performances intéressantes atteignant 17 cm de DHP et 12 m de hauteur après 11 ans (Annexe 4). Finalement si le 3230 a démontré une aussi bonne croissance que les 3225 et 3729, le gain obtenu grâce à l'épandage n'a été que de 50% par rapport au traitement témoin. En effet, ce clone performait déjà de façon intéressante dans le traitement témoin, indiquant également une certaine compétitivité de ce clone même sans contrôle de la végétation.

III.1.B. Site de production en milieu urbain (135)

La survie moyenne sur le site urbain (lequel a été fauché et fertilisé) a varié entre 58 et 86% dépendamment des clones (Figure 4, Annexe 5). Ces taux de survie légèrement supérieur à ceux observés chez les clones plantés dans le site expérimental dans la combinaison boues et paillis pourraient provenir du site, mais également de la technique et du type de matériel utilisé pour la plantation. En effet, sur ce site de production des plançons (racines nues) ont été utilisés plutôt que des boutures (site expérimental), ce qui peut affecter la croissance, la vigueur et la survie des individus (Desrochers & Morissette 2008).

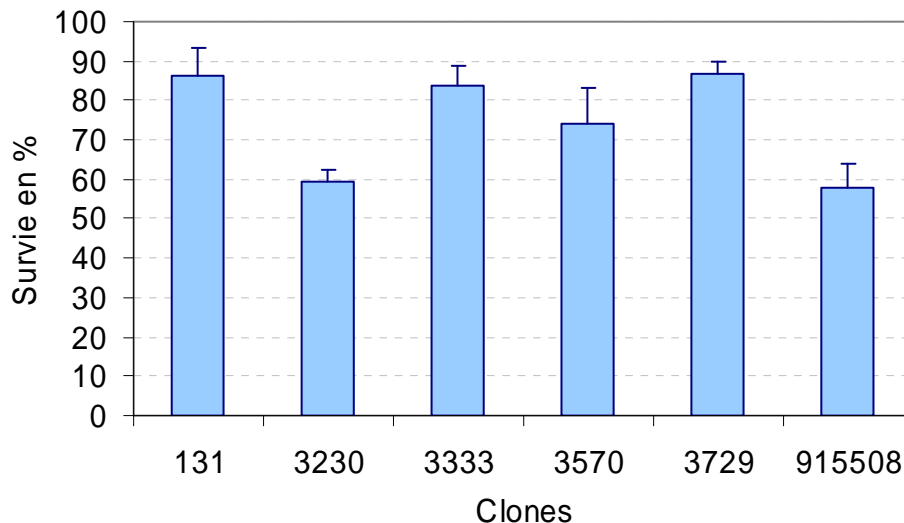


Figure 4.
Survie des clones plantés dans le dispositif de production en milieu urbain.

Comme pour le site expérimental, malgré des différences statistiques visibles, aucune différence pouvant avoir un impact biologique n'a pu être détectée entre les différents clones pour leur **vigueur de cime** ou la **qualité de leur tige**. Dans ce système à but productif, tous les clones avaient une belle proportion de cime vivante (> à 90% de la hauteur) et une croissance équilibrée entre leur diamètre et leur hauteur. Aucun élagage naturel n'a pu être observé chez les clones étudiés. Ainsi, advenant le besoin de produits de qualité, l'application de traitements d'amélioration (élagages par le bas) s'avère nécessaire, ce qui ne serait pas une situation exceptionnelle pour ce type de plantation (Gauthier 2007).

Pour ce qui est de la **croissance**, les clones 3729 et 915508 se sont significativement démarqués en ayant des DHP supérieurs aux autres clones. En terme de hauteur, ces deux mêmes clones ainsi que le 3333 ont montré les meilleures valeurs (Figure 5, Annexe 5). On notera que les clones 131 et 3570 ont toujours assez mal performé sur ce site, en terme de DHP comme en terme de hauteur (Figure 5).

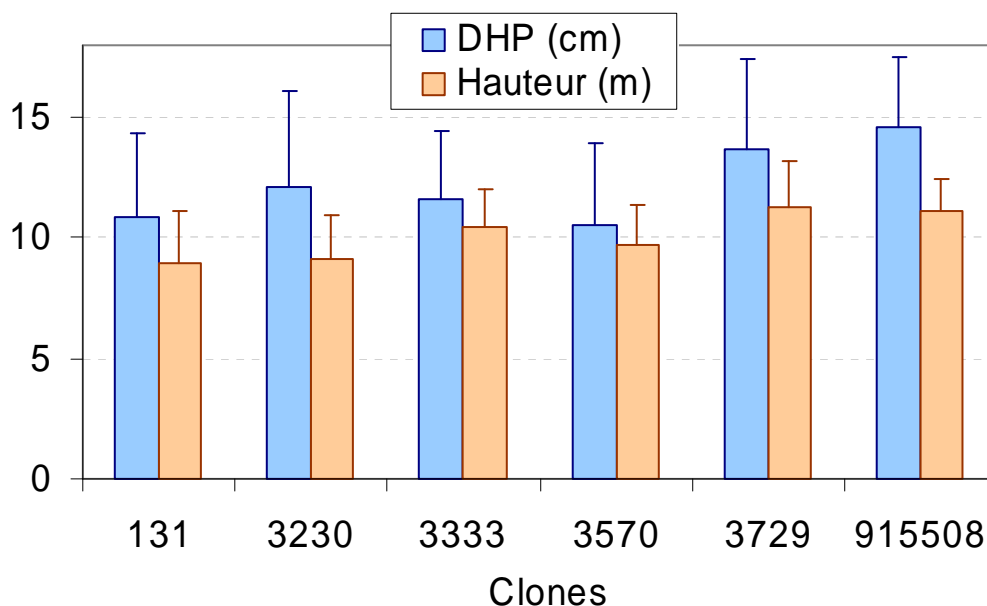


Figure 5. DHP et hauteur des 6 clones suivis dans la plantation de production en milieu urbain.

III.1.C. Sites de production en milieu agro forestier (200C et 200D)

La survie des clones 3729 et 915508, les seuls présents dans ces plantations en milieu forestier a été très bonne, dépassant toujours les 80%. Dans le bloc 200D, la survie des 2 clones atteignait approchait ou atteignait les 100% (Figure 6).

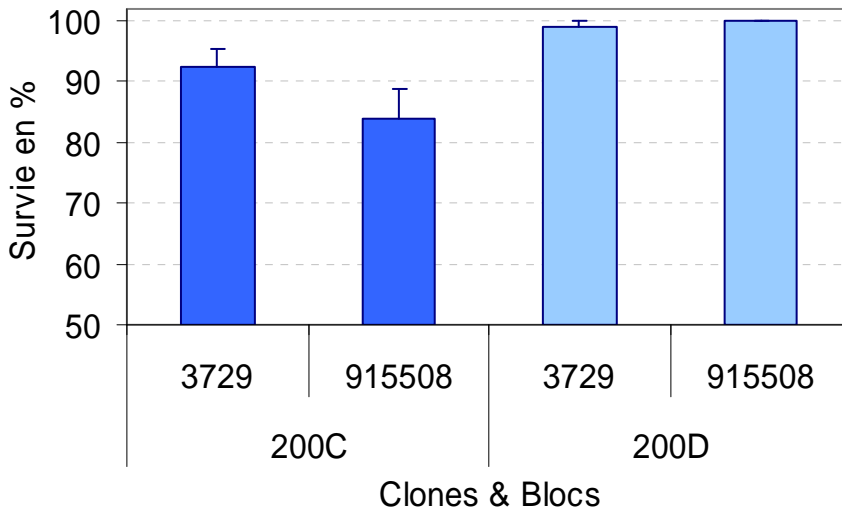


Figure 6. Survie des clones plantés dans le dispositif de production en milieu agro forestier

Encore une fois, aucune différence pouvant avoir un impact biologique n'a pu être détectée entre les différents clones pour leur **vigueur de cime** ou la **qualité de leur tige**. Comme pour la plantation de production en milieu urbain, les clones avaient une belle proportion de cime vivante (> à 90% de la hauteur) et une croissance équilibrée entre leur diamètre et leur hauteur.

Pour la **croissance**, des différences significatives à l'avantage du clone 3729 ont été reportées pour le DHP et la hauteur et cela dans les 2 plantations (Figure 7). Cependant, il est évident que les 2 clones ont eu des performances très similaires. On note aussi que des différences significatives étaient présentes entre les 2 plantations, mais qu'elles ne sont pas apparues dans le sens attendu. En effet, c'est dans la plantation la plus jeune (Bloc 200D ; 2003) qu'on a mesuré les valeurs de DHP et de hauteur les plus grandes (comparativement au Bloc 200C ; 2002). Ceci laisse donc supposer un rendement bien supérieur pour la plantation du Bloc 200D. *A priori*, la seule raison pouvant expliquer ces

différences serait les caractéristiques de station comme l'exposition, la fertilité du sol ou encore la pente, très forte dans le Bloc 200C (> 30%).

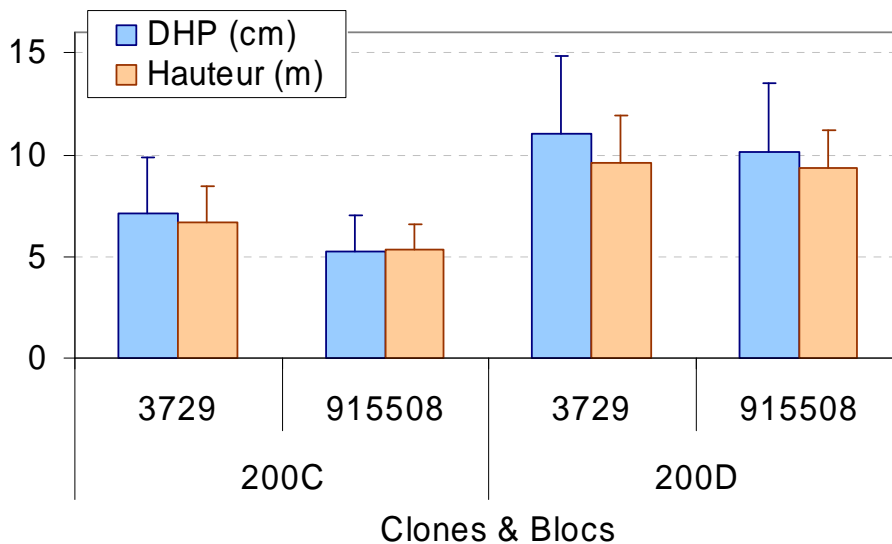


Figure 7. DHP et hauteur des 2 clones suivis dans la plantation de production en milieu agro forestier.

III.2. Rendement des plantations

Les rendements des 4 plantations étudiées en 2008 ont été calculés (à l'hectare) en tonnes sèches (ou vertes) et en m³. L'ensemble de ces rendements est présenté dans le tableau de l'Annexe 6.

A des fins de comparaisons, les rendements (m³/ha/an) des 4 plantations étudiées ont été juxtaposés aux rendements de vieilles plantations ayant été suivies par la DRF du MRNF (Ménétrier 2006). Ayant reçues les traitements de contrôle de végétation appropriés et ayant des clones performants, ces 2 plantations se différencient simplement par leur qualité de station : l'une étant riche et l'autre moyenne (Ménétrier 2006). On notera que ces 2 plantations de références ont démontré respectivement des productivités moyennes de 21.3 et 6.7 m³/ha/an 15 ans après la plantation sur ces stations dites « riche » et « moyenne ».

Au regard de la productivité globale des plantations, il s'avère que les 4 plantations suivies étaient égales ou supérieures à la productivité de la plantation sur station à fertilité moyenne (Figure 8). Pourtant, dans le cas du Bloc 200B, la plantation (i) avait un but expérimental, (ii) n'avait pas reçu des traitements de contrôle de la végétation ou de

fertilisation sur l'ensemble de sa superficie, (iii) avait été plantée sous forme de boutures (retardant la croissance d'un an) et (iv) ne possédait pas les clones les plus performants. Ainsi, malgré ces handicaps, la plantation du Bloc 200B a donc démontré un rendement global assez bon, comparable à ceux d'une station à fertilité moyenne ayant des clones performants.

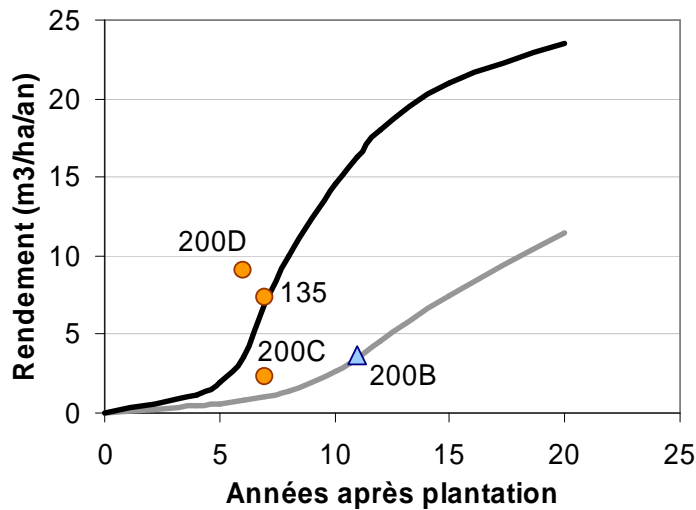


Figure 8. Productivité des 4 plantations suivies en Outaouais. La plantation 200B est la plantation expérimentale. Les courbes représentent les trajectoires de productivité de 2 plantations références de la DRF (MRNF), l'une sur station riche (courbe noire), l'autre sur station moyenne (courbe grise).

D'un autre côté, les 3 plantations de production (135, 200C et 200D) ont montré des rendements en moyenne très similaires à la plantation référence sur station riche, ce qui laisse supposer qu'elles suivront la même trajectoire de productivité avec le temps. Il est à noter qu'on observe une grande variabilité dans la productivité de ces plantations de production, avec un écart entre la plus faible et la plus forte du simple au triple. Celle-ci peut évidemment provenir de la qualité des stations en terme de fertilité, mais aussi de critères de pente (forte dans le cas du Bloc 200C), du drainage ou de l'exposition (Saucier 2006).

En détaillant la productivité de la plantation expérimentale du Bloc 200B, il est possible d'appréhender l'importance des traitements de fertilisation et de contrôle de la végétation ainsi que l'importance du clone sur la productivité de la plantation à l'hectare (Figure 9A et B). En effet, dans la Figure 9A, on remarque que la productivité dans le traitement témoin

est près de 5 fois plus faible que dans les traitements paillis ou boues. Comme indiqué par les résultats de survie et de croissance à la section **III.1.A. du présent rapport**, il est clair que le gain en productivité dans le traitement paillis par rapport au témoin correspond à un gain dans la survie des individus, alors que le gain de productivité dans le traitement boues correspond à un gain dans la croissance des individus survivants.

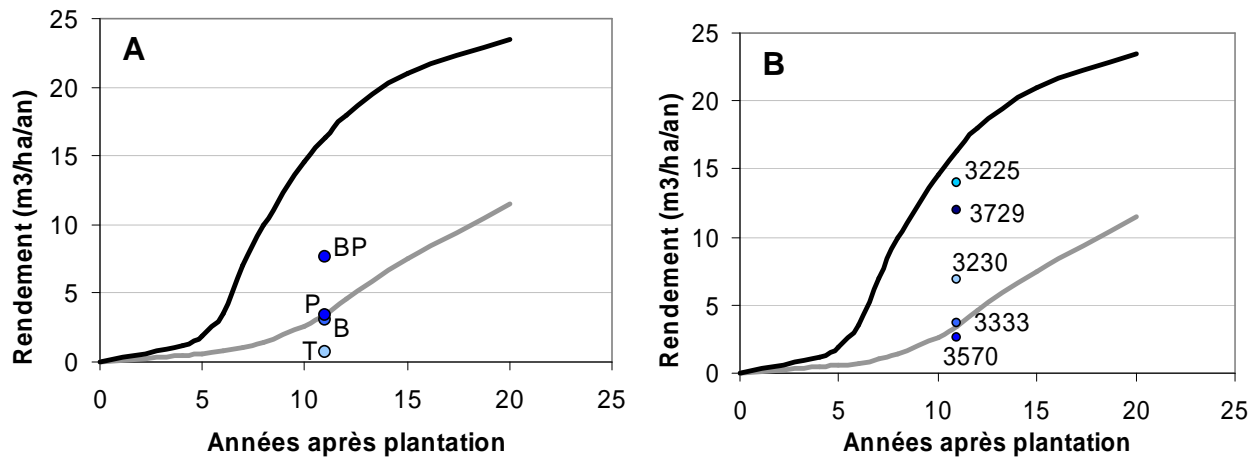


Figure 9. Productivité (A) des 4 traitements et (B) des 5 clones (en conditions boues + paillis) de la plantation expérimentale du Bloc 200B. Les courbes représentent les trajectoires de productivité de 2 plantations références de la DRF (MRNF), l'une sur station riche (courbe noire), l'autre sur station moyenne (courbe grise).

En combinaison, l'application des 2 traitements (boues et paillis) a amené à une productivité 10 fois supérieure à celle des témoins.

De même, en comparant la productivité des différents clones (dans le traitement combiné de boues et paillis), on remarque clairement que le choix du clone est primordial (Figure 9B). Dans ces mêmes conditions, les clones 3225 et 3729 ont montré une productivité 2 à 6 fois plus grande que les 3 autres clones.

Finalement, en replaçant l'évolution du rendement des 2 plantations de référence sur la courbe de rendement du PEH du MRNF (tel que présenté dans le manuel d'aménagement forestier (MRNFPQ 2003)) et en supposant qu'en moyenne les plantations de production

de FPS en Outaouais suivent une trajectoire similaire à la plantation de référence sur station riche, on peut voir que la courbe fournie par le ministère sous-estime largement la productivité mesurée sur le terrain (Figure 10). En revanche, la courbe fournie par le manuel est tout à fait similaire à la productivité évaluée dans la plantation expérimentale, ou celle évaluée par la DRF sur une station de fertilité moyenne (Ménétrier 2006).

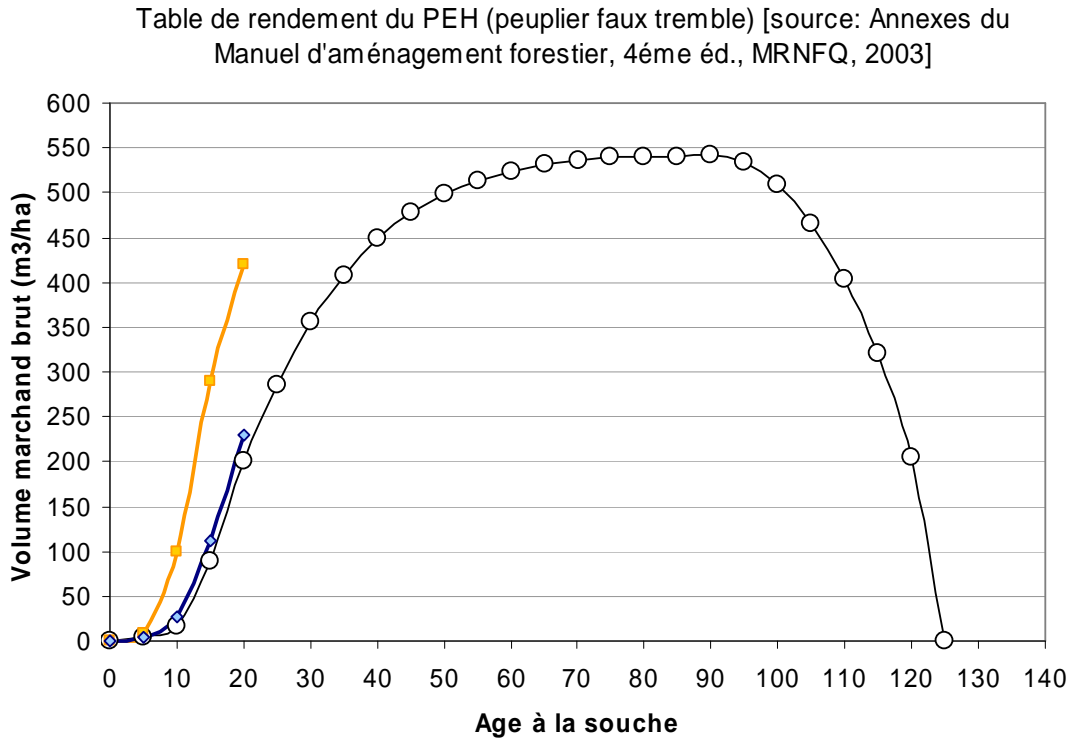


Figure 10. Représentation graphique de la table de rendement du peuplier hybride telle qu'elle est décrite dans les annexes du manuel d'aménagement forestier 4^{ème} Ed. (MRNFPQ 2003). La courbe orange représente les rendements pouvant être associés aux plantations de production de FPS en Outaouais alors que la courbe bleue peut être considérée comme la trajectoire de la plantation expérimentale de FPS en Outaouais.

Un suivi des rendements mesurés devra être effectué pour confirmer la synchronisation des plantations de l'Outaouais avec les courbes présentées. De même, des analyses plus poussées des relations entre la variabilité de productivité des plantations et les caractéristiques de stations devront être faites pour s'assurer de maximiser les rendements et aussi diminuer la variabilité observée entre plantations.

IV. Conclusions

- *Productivité des plantations de PEH en Outaouais :*

Seule la plantation expérimentale (qui n'avait pas un but explicite de rendement élevé, mais de comparer différents traitements de fertilisation par boues ou de contrôle de la végétation par paillis) semble suivre les rendements prédits par la table de rendement du PEH fournie par les annexes du manuel d'aménagement forestier (MRNFPQ 2003). En effet, les 3 plantations de production étudiées ont montré des rendements supérieurs (et parfois très supérieurs) à ceux qui seraient attendus en utilisant la table du ministère. Cependant, un suivi des rendements sera nécessaire pour confirmer ces écarts dans le temps.

Parallèlement, cette étude a permis de quantifier l'impact et donc l'importance des traitements de fertilisation et de contrôle de la végétation au moment de l'installation de la plantation. En effet, après 11 ans, on a pu constater (i) que le paillis ou l'épandage de boues appliqués isolément multipliaient par 5 les rendements des plantations et (ii) qu'ensemble ces traitements multipliaient par 10 ces mêmes rendements.

Finalement, il faudra mettre un effort supplémentaire pour identifier les sources (i.e. la(es) caractéristique(s) de station) qui pourraient être responsables de la grande variation de rendement observé (du simple au triple) sur des sites pourtant très proches et ayant reçu la même attention.

- *Les Clones adaptés pour l'Outaouais*

Au regard des résultats de cette étude, il est évident que les clones issus de croisement N x M (i.e. 3729 [N x M] et 915508 [DN x M]) sont ceux qui ont montré les plus belles performances en terme de rendement. Dans un contexte où les plantations sont de relativement petites tailles, l'utilisation de ces 2 clones seulement garantirait de très bons rendements. Cependant, sous le principe de précaution (résistance aux insectes, maladies et/ou changements climatiques), une diversification du nombre de clone pourrait être souhaitable et les meilleurs candidats régionaux pour cela semblent être les croisements T x D (3225 et 3230), sur la seule base des rendements observés sur les sites observés.

Références

Alemdag, I.S. 1984. Total tree and merchantable stem biomass equations for Ontario hardwoods. Rep. Information Report PI-X-46. Petawawa National Forestry Institute, Canadian Forest Service, Agriculture Canada.

Bernier, L., Gagné, P., Feau, N., Mottet, M.-J., Périnet, P., and Hamelin, R.C. 2003. L'établissement et la protection des plantations. Rep. Actes des Colloques du Carrefour de la Recherche Forestière. 19 Février 2003, Centre des Congrès de Québec, Qc., Canada. p. 33-40.

Desrochers, A. and Morissette, S. 2008. Comparaison de la croissance de 4 types de plants de peuplier hybride dans les sols argileux de l'Abitibi-Témiscamingue Résultats après 2 ans. Rep. Chaire industrielle CRSNG UQAT-UQAM-AFD. Fiche technique 8. 2 pages.

Gagné, P. 2003. Maximisation de la productivité ligneuse via l'amélioration génétique et la plantation : faisabilité écologique, biologique et socio-économique. Réseau Ligniculture Québec.
http://www.unites.uqam.ca/rlq/documentpdf/document_reference.pdf

Gauthier, N. 2007. Élagage et taille de formation. Rep. Fiche Technique. Centre technologique des résidus industriels Rouyn-Noranda (Québec), Canada.

Hintze, J.L. NCSS and Pass. Number Cruncher Statistical Systems. Kaysville, Utah. www.ncss.com. 2004. Ref Type: Serial (Book, Monograph)

Ménétrier, J. 2006. Le peuplier hybride au Québec: une révolution, une évolution! Rep. Actes de Colloque: "La Ligniculture: Une Solution d'Avenir", les 23 et 24 mars 2006 - Magog, Qc., Canada.

Ménétrier, J. 2008. Le peuplier hybride au Québec : une révolution, une évolution ! Le Naturaliste Canadien 132: 46-54.

Messier, C., Bigué, B., and Bernier, L. 2003. L'utilisation de plantes à croissance rapide pour promouvoir la protection des écosystèmes forestiers au Canada. Unasylva 214/215 54: 59-63.

MRNFPQ 2003. Ministère des Ressources naturelles et des Parcs du Québec, Manuel d'aménagement forestier 4ème Edition. Gouvernement du Québec, MRNFP, Direction du programme forestier, Québec.

Périnet, P. 1999. Les programmes d'amélioration génétique : bilan des réalisations; les peupliers. Dans L'amélioration génétique en foresterie : où en sommes-nous?

Périnet, P., Gagnon, H., and Morin, S. 2001. Liste des clones recommandés de peuplier hybride par sous-région écologique au Québec.

Saucier, J.-P. 2006. Où faire de la ligniculture? Choisir en fonction de la productivité des stations. Actes de Colloque: "La Ligniculture: Une Solution d'Avenir", les 23 et 24 mars 2006 - Magog, Qc., Canada.

Annexes

Tableau récapitulatif des blocs identifiés par FPS Canada Inc. pour la plantation de peuplier hybride
(Note : en rouge sont identifiés les sites ayant le plus d'informations vérifiées)

Année de plant.	Bloc FPS	Municipalité	Info Bloc	Superficie	Année prép. terrain	Prép. de terrain	Épandage	Année(s) épandage	Autre trait.	Test Clonal	nbr clones	Clones ID	Densité
1997	200	Notre-Dame de la Salette	Portland (Ferme Sheridan)	3.5 ha	mai-97	Labouré/ Hersé	NON	-		Oui	>50	cf. liste	1270/ha
1998	200	Notre-Dame de la Salette	Portland (Ferme Sheridan)	1.37 ha	mai-98	Labouré/ Hersé	OUI et NON	1998	Paillis	Non	5	3225- 3230- 3333- 3570-3729	859/ha
2001	200	Notre-Dame de la Salette	Portland (Ferme Sheridan)	5 ha			Sûrement			Non			
2001	335	Mont-Laurier	Ferme Wabasee	env 10 ha		DEB ou DEB+HER	?			Oui	>50		
2002	135	Masson	Chemin du Quai	22 ha	2002	Labouré/ Hersé	OUI	2002	contrôle végét. (Fauch Herb?)	Non	7	131-3225- 3230- 3333- 3570- 3729- 915508	877/ha
2002	200	Notre-Dame de la Salette	Portland (Ferme Sheridan)	10 ha	2002	Labouré/ Hersé	Sûrement			Non		131-3567- 3230- 915508	
2002	200	Notre-Dame de la Salette	Portland (Ferme Sheridan)	env 6 ha	2002	Labouré/ Hersé	NON	2002 2003? 2004?	contrôle végét. (Fauch Herb?)	Non	2	915508 + 3729	1000/ha
2002	335	Mont-Laurier	Ferme Wabasee	env 15 ha	2001	Roto- Bèche	Sûrement			Non			
2003	76	Thurso	Usine	env 30 ha	2002	Labouré/ Hersé	NON			Non			

2003	76	Thurso	Usine	env 30 ha	2002	Labouré/ Hersé	NON			Non			
2003	135	Masson	148-ouest	4 ha							2	3729- 915508	
2003	200	Notre-Dame de la Salette	Portland (Ferme Sheridan)	7 ha	2002	Labouré/ Hersé	OUI	2003 2004?	contrôle végét. (Fauch Herb?)	Non	2	915508 + 3729	1111/ha
2003	200	Notre-Dame de la Salette	Portland (Ferme Sheridan)	2 x 1.5 ha			Surement			Non			
*	105	Mulgrave & Dery	Lac Lablanche	env 3.5 ha									
*	20	Duhamel	Lac Gagnon	env 2 ha									
*	80	St-Sixte	Joly	env 2.5 ha + 0.75 ha									
*	80	St-Sixte	Philippe	env 2 + 2 + 2 + 2.5 + 4 ha									
*	46	St-Sixte	Ch. Périard	env 3 + 4 ha									
*	55	Chénéville	Namur	env 2 ha									

* Bloc n'ayant aucune confirmation de plantation

Les sites surlignés en rouge sont ceux qui ont été conservés pour l'analyse des rendements de plantation

Localisation du bloc 135 (Masson-Angers, Gatineau) Ouest du chemin du quai).
Plantation de 2002.

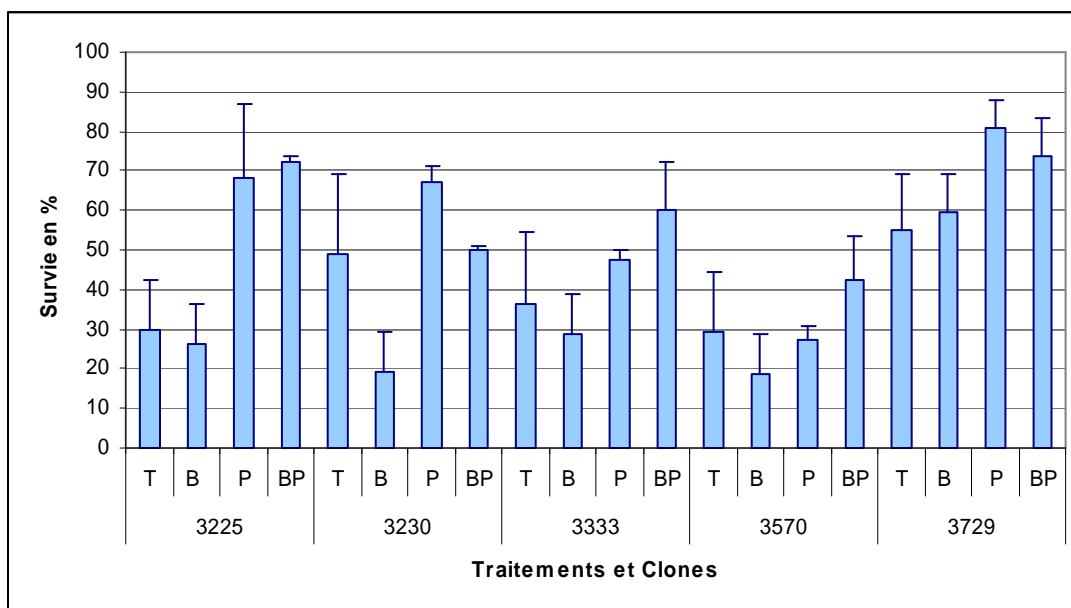


Localisation du bloc 200 (Ferme Sheridan, Notre Dame de la Salette).
Plantation de 1998 (200B), de 2002 (200C) et 2003 (200D).

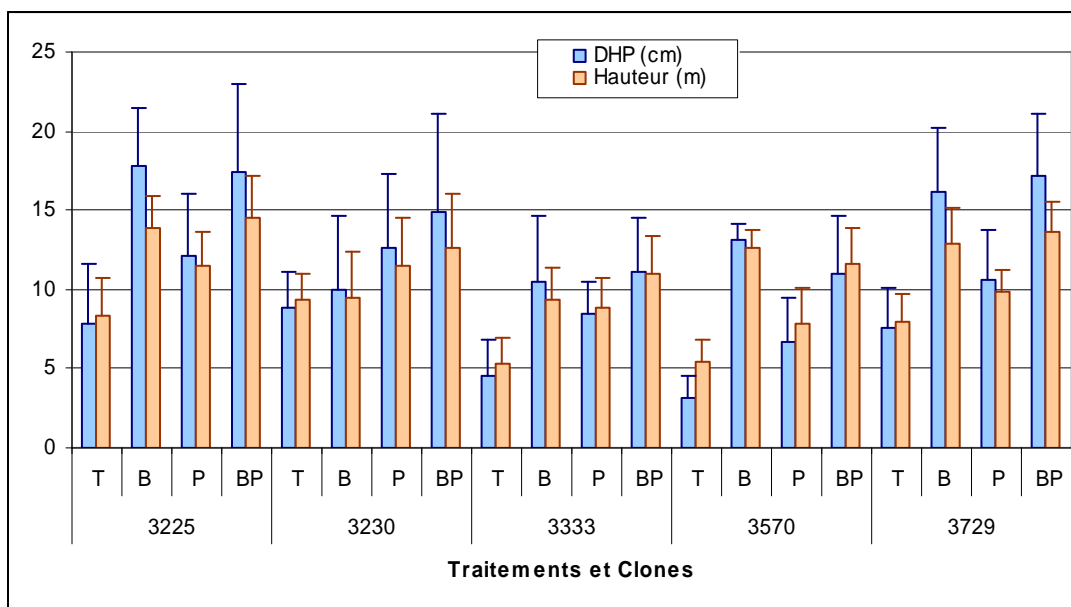
Note : Le dispositif de 1998 était expérimental et non de production



Graphique représentant la survie des individus en fonction des traitements et des clones dans la plantation expérimentale (Bloc 200B) plantée en 1998



Graphique représentant la moyenne du DHP et de la hauteur des individus en fonction des traitements et des clones dans la plantation expérimentale (Bloc 200B) plantée en 1998



Résumé des résultats statistiques pour la croissance, la vigueur et la survie des individus de la plantation expérimentale (Bloc 200B), en fonction des traitements et des clones

Analyse 1						
Bloc 200B						
Source de variation	Clones (n=5)		Traitement (T, P, B et BP)		Interaction Clones X Traitements	
	F	p	F	p	F	p
% Survie	3.94	< 0.01	5.09	< 0.01	0.85	0.30
H/D arbre	13.45	< 0.001	22.41	< 0.001	1.96	< 0.05
% de cime	33.38	< 0.001	7.30	< 0.001	1.92	< 0.05
Hauteur	18.08	< 0.001	73.83	< 0.001	2.60	< 0.01
DHP	18.49	< 0.001	57.22	< 0.001	2.12	< 0.05

T : Témoin, P : Paillis, B : Boues et BP : Boues et Paillis – H/D arbre : équilibre de croissance, % de cime : Proportion de la cime par rapport à la hauteur de l'arbre. Si p est < à 0.05, il existe une différence statistique pour la source de variation associée à cette valeur de p.

Résumé des résultats statistiques pour la croissance, la vigueur et la survie des individus de la plantation de production (Bloc 135), en fonction des clones

Analyse 2		
Bloc 135		
Source de variation	Clones (n=6)	
	F	p
% Survie	7.35	< 0.001
H/D arbre	10.01	< 0.001
% de cime	4.83	< 0.001
Hauteur	17.27	< 0.001
DHP	21.78	< 0.001

H/D arbre : vigueur de la tige, % de cime : Proportion de la cime par rapport à la hauteur de l'arbre. Si p est < à 0.05, il existe une différence statistique pour la source de variation associée à cette valeur de p.

Tableau récapitulatif des rendements moyens (m³ ou t par ha) calculés en 2008 pour les 4 plantations expérimentales et de productions visitée en Outaouais.

Année de plantation	Numéro Bloc	Type plantation	Age en 2008	Rendements calculés en 2008 [#]					
				m ³ /ha	m ³ /ha/an*	t(sec)/ha	t(sec)/ha/an*	t(vert)/ha	t(vert)/ha/an*
1998	200B	exp	11 ans	40.09	3.64	14.03	1.28	26.06	2.37
2002	135	prod	7 ans	51.40	7.34	17.99	2.57	33.41	4.77
2002	200C	prod	7 ans	15.93	2.28	5.57	0.80	10.35	1.48
2003	200D	prod	6 ans	54.21	9.04	18.97	3.16	35.24	5.87

* : les différentes plantations n'ayant pas le même âge, il est difficile de comparer ces chiffres entre les plantations

: la productivité par ha a été calculée en utilisant les équations de Alemdag (1984). Les densités de bois utilisées pour les calculs de tonnage sont respectivement de 350 et 650 kg/m³ pour le tonnage sec et vert.