

**PROGRAMME DE MISE EN VALEUR
DES RESSOURCES DU MILIEU FORESTIER**

**SUIVI DES REBOISEMENTS RÉSINEUX À FAIBLE DENSITÉ
SUR TYPE ÉCOLOGIQUE MÉLANGÉ :**

DISPOSITIF ET PREMIÈRE ANALYSE

Préparé par Pierre Belleau, ing.f. M.Sc.
La Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent

Rimouski
Juin 2000

INTRODUCTION

Un aménagement forestier dit durable s'accompagne de pratiques respectueuses des caractéristiques écologiques du milieu. Très souvent, les prescriptions de reboisement font totalement abstraction de ce principe, ce qui mène à un rendement forestier non optimum, à une vulnérabilité accrue face aux ravageurs et à une perte au point de vue de la diversité des écosystèmes et des espèces qu'ils abritent.

La Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent utilise de façon opérationnelle, depuis 1993, une technique novatrice de reboisement destinée à préserver le caractère mixte de ses forêts. Le traitement, communément désigné 1350, en référence à la densité de plants résineux mis en terre, a été le point de mire de nombreuses visites sur le terrain et il suscite bien des réactions. Avant de pouvoir en élargir l'application, la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent doit démontrer son efficacité réelle.

Le rapport qui suit décrit les grandes lignes du protocole scientifique qui a été mis en place pour encadrer le suivi du reboisement 1350. Une première analyse a été réalisée, qui suggère quelques réponses pour les plus fébriles.

1.0 OBJECTIFS DU PROJET

La nouvelle technique de reboisement avec une densité plus faible de résineux (1350 plants/ha) en fascine plusieurs mais elle soulève aussi de nombreuses questions, auxquelles nous espérons apporter à court ou à moyen terme les réponses appropriées. C'est dans cette optique qu'a été réalisé le projet actuel qui avait pour but premier de mettre en place parmi ces plantations, un dispositif expérimental avec placettes permanentes.

Le projet a aussi permis de rencontrer d'autres objectifs, plus secondaires, qui sont :

- de décrire l'état initial des plantations pour les fins du suivi;
- de vérifier les hypothèses d'établissement du feuillu (court terme);
- d'évaluer l'importance de la compétition végétale;
- d'orienter les opérations à venir;
- de définir le protocole de suivi annuel.

2.0 DESCRIPTION DU TRAITEMENT

On doit à l'équipe technique de la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent, le développement de la technique du reboisement résineux à faible densité (1350 plants/ha). Leur intention était de proposer une alternative aux pratiques actuelles qui conduisent trop souvent à l'enrésinement des stations forestières que les caractéristiques naturelles destinent à une composition mixte. La méthode est ainsi adaptée aux strates forestières sur types écologiques mixtes, presque exclusivement.

L'objectif forestier est le suivant : obtenir un peuplement d'une densité de 2000 tiges/ha environ après l'éclaircie précommerciale, avec une composition variant entre 25 % à 50 % de feuillus (naturels) et 50 % et 75 % de résineux (plantés et naturels), de manière à reproduire la composition des peuplements mélangés d'origine naturelle.

Le scénario d'intervention idéal est le suivant :

- coupe avec réserve de semenciers (si possible);
- préparation de terrain mécanique (sévère par endroit);
- reboisement de 1350 PFD résineux /ha (espacement : 3,7 m X 2,0 m);
- entretien manuel des plants la 3^e année ou plus tard.

Le reboisement 1350 présente un certain nombre d'avantages en plus du respect des caractéristiques écologiques du site. Diminution des coûts liés au reboisement et au regarni et de ceux inhérents à la protection de la plantation. Aussi, vu la présence des feuillus, l'utilisation de phytocides est exclue. Contrairement au reboisement traditionnel cependant, une éclaircie précommerciale doit être prévue dans la majorité des cas.

3.0 MATÉRIEL ET MÉTHODE

On peut subdiviser en 2 groupes les activités qui ont eu lieu dans le cadre de la première phase du suivi du reboisement 1350. D'abord le projet régulier, qui devait se solder par la mise en place du dispositif expérimental, puis une extension de ce premier, menée grâce la décision de la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent d'engager des ressources additionnelles. Ceci dans l'espoir de faire ressortir le plus rapidement possible des tendances et ainsi de répondre aux questions les plus fréquemment soulevées.

Les travaux ont été réalisés entre le 28 juillet et le 1^{er} septembre 1999 sur le territoire des seigneureries du Lac Métis et de Nicolas Riou, propriété de la compagnie Abitibi-Consolidated, où la Forêt modèle du Bas-Saint-Laurent conduit depuis 1993 l'essai des fermes forestières en métayage.

3.1 DISPOSITIF

Le dispositif de suivi comporte une dizaine de placettes permanentes numérotées, rectangulaires et d'une superficie approximative de 60 m² chacune. Celles-ci renferment précisément 15 plants sur lesquels on compte effectuer périodiquement un certain nombre de mesures dendrométriques (croissance en hauteur, vigueur, survie) et d'autres servant à décrire la compétition végétale environnante (diversité floristique, abondance, rayonnement solaire disponible pour la photosynthèse). Toutes les plantations élues pour recevoir une placette permanente ont été reboisées en 1998 (espacement uniforme de 2,0 m x 3,7 m), suite à une préparation de terrain mécanique moyennement sévère, à l'automne précédent, pour favoriser la germination des feuillus. En ne choisissant qu'une seule année de plantation, on voulait éliminer les effets liés à la qualité de l'année semencière et aux conditions atmosphériques. Les caractéristiques du sol sont aussi comparables entre ces stations.

Une placette témoin (2,0 m x 2,0 m) a été installée et servira de repère pour d'autres aspects du suivi, comme par exemple le rendement et la qualité des tiges, qu'il convient de documenter. Toutes les placettes seront soumises à une séquence d'entretien normal.

3.2 MESURES

3.2.1 Coefficient de distribution

À l'extérieur de chacune des placettes permanentes, la plantation a fait l'objet d'un inventaire de régénération par grappe. Les virées ont été distribuées de manière à couvrir l'ensemble de la plantation, mais leur orientation a été déterminée de façon aléatoire. Dans exactement 40 placettes-échantillons d'un rayon de 1,13 m, équidistantes de 5 m, on a observé la présence ou l'absence des principales essences résineuses (SAB, EPB, EPN, THØ) et feuillues (BØP, BØJ,

ERS, ERR, PET) commerciales. Pour satisfaire les besoins inhérents au 1350, le contenu de placettes-échantillons de 1,5 m de rayon, concentriques aux premières, a aussi été détaillé.

3.2.2 Relevés dendrométriques

Sur tous les plants résineux reboisés (15) d'une placette permanente, on a relevé la hauteur lors du reboisement, puis l'accroissement en hauteur de la saison qui suivit (1998) et enfin la longueur de la flèche terminale de la saison en cours (1999).

3.2.3 Phytocomposition

La placette permanente de 60 m² a été subdivisée en 4 sous-placettes de superficie équivalente. Dans chacune d'elle, on a évalué le pourcentage de recouvrement et la hauteur moyenne de toutes les espèces présentes tant dans la strate arbustive qu'herbacée.

3.2.4 Rayonnement solaire disponible pour la photosynthèse

On utilise un radiomètre linéaire (SF-40 de Decagon Devices inc.) pour effectuer la mesure de la lumière utile à la photosynthèse pour un plant. L'objectif poursuivi n'est pas d'obtenir une valeur nette de la radiation solaire, mais plutôt de calculer son pourcentage de transmission à une élévation donnée. Ce ratio est calculé en utilisant comme dénominateur les mesures sous couvert et comme numérateur les mesures du rayonnement incident (sans obstruction).

Pendant des épisodes de ciel dégagé seulement, 2 mesures ont été récoltées entre 10 h 00 et 14 h 00, en orientant successivement l'instrument dans 2 axes perpendiculaires l'un de l'autre aux élévations suivantes :

- ⊗ 1,0 mètre du sol;
- ⊗ sommet du plant;
- ⊗ mi-hauteur du plant;
- ⊗ au niveau du sol.

3.3 MESURES COMPLÉMENTAIRES

En complément à la première partie, nous avons décidé d'intensifier l'échantillonnage du côté des coefficients de distribution et du rayonnement solaire spécifiquement. À cet effet, plusieurs plantations réalisées avant 1998 ont été sélectionnées. Un certain nombre d'entre elles seulement ont pu être visitées étant donné les ressources disponibles. Le tableau qui suit présente le nombre de plantations (réplicats) par catégorie de mesure.

Tableau 1

	1995	1996	1997	1998	Total
Dendrométrie	0	0	0	9 + 1 *	10
Phytocomposition	0	0	0	9 + 1 *	10
Rayonnement disponible	5	2	0	9 + 1 *	17
Coefficient de distribution	14	14	13	9 + 1 *	51

* Plantation témoin.

À cette gamme de mesures, nous avons ajouté quelques renseignements supplémentaires qui pourront être intégrés lors de l'analyse comme éventuels facteurs de classification. Il s'agit de la zone (seigneuries), du dépôt de surface, de la classe de drainage, du type écologique, de la méthode d'exploitation, de la superficie de la coupe et de la présence de semenciers.

4.0 RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1 COEFFICIENT DE DISTRIBUTION

4.1.1 Total et par groupe d'essences

Si l'on considère la totalité des sites inventoriés, soit 50 plantations 1350 réparties sur 4 saisons de mise en terre différentes, on obtient un coefficient de distribution moyen ($^{1,13}K$) de 65,9 % pour les essences résineuses, de 69,6 % pour les essences feuillues et de 88,5 % pour l'ensemble des essences commerciales. Les résultats sont relativement peu variables comme en témoignent les statistiques suivantes :

Tableau 2

	$^{1,13}K_{\text{résineux}}$	$^{1,13}K_{\text{feuillus}}$	$^{1,13}K_{\text{total}}$
Maximum	92,5 %	97,5 %	100 %
Minimum	32,5 %	25,0 %	57,5 %
Coefficient de variation*	23,2 %	26,6 %	11,7 %

* Écart-type/moyenne.

Les procédures normales d'inventaire pour la régénération, avec virées et grappes de placettes-échantillons d'un rayon de 1,13 m, sont peu adaptées au contexte du reboisement 1350. Ceci parce que la densité et l'espacement des plants diffèrent d'une plantation standard mais aussi parce que la densité qui est globalement recherchée pour la régénération est plus faible.

On peut toujours comparer les coefficients de distribution $^{1,13}K$ aux seuils minimaux proposés par l'Agence régionale de mise en valeur des forêts privées du Bas-Saint-Laurent comme exigence minimale à rencontrer pour la prescription d'un regarni afin de témoigner du succès ou de l'échec de l'intervention. Ceux-ci varient de 40 % à 75 % pour des plants et de 40 % à 60 % pour la régénération naturelle, valeurs minimales que rencontrent globalement ou par groupe d'essences les coefficients de distribution mesurés. La comparaison est acceptable jusqu'à un certain point pour l'ensemble des essences puisque la densité maximale désirée par le reboisement 1350 est d'environ 2300 contre 2500 en temps normal. Elle est cependant inappropriée pour les groupes d'essences.

À une densité de 1350 plants résineux à l'hectare (en moyenne), on retrouve un plant résineux pour chaque parcelle de 7,4 m². Le calcul du coefficient de distribution dans ces circonstances

requiert des placettes-échantillons d'un rayon de 1,5 m. Les relevés effectués de cette façon fournissent un nouveau coefficient de distribution ($^{1,5}K$) dont la valeur atteint 77,7 % pour le résineux, 74,0 % pour les feuillus et 93,3 % globalement. On peut fournir les mêmes statistiques que précédemment et conclure à l'homogénéité des résultats.

Tableau 3

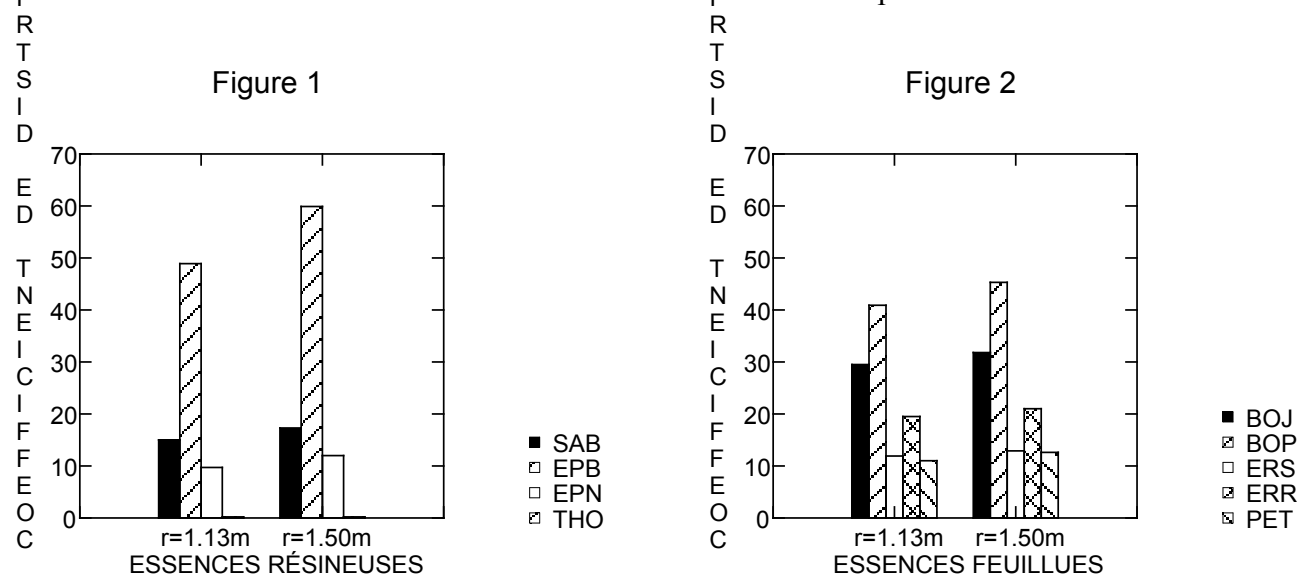
	$^{1,5}K_{\text{résineux}}$	$^{1,5}K_{\text{feuillus}}$	$^{1,5}K_{\text{total}}$
Maximum	100,0 %	97,5 %	100,0 %
Minimum	47,5 %	30,0 %	67,5 %
Coefficient de variation*	16,2 %	25,0 %	8,3 %

* Écart-type/moyenne.

Comme jusqu'à présent aucune procédure de vérification n'emprunte cette approche, il n'existe pas de valeurs repères auxquelles se référer. Ici, à l'inverse de $^{1,13}K$, les valeurs du coefficient de distribution $^{1,5}K$ pour l'ensemble des essences traduisent incorrectement les conditions réelles, mais plus fidèlement celles du groupe de résineux ou de feuillus individuellement.

4.1.2 Par essence commerciale

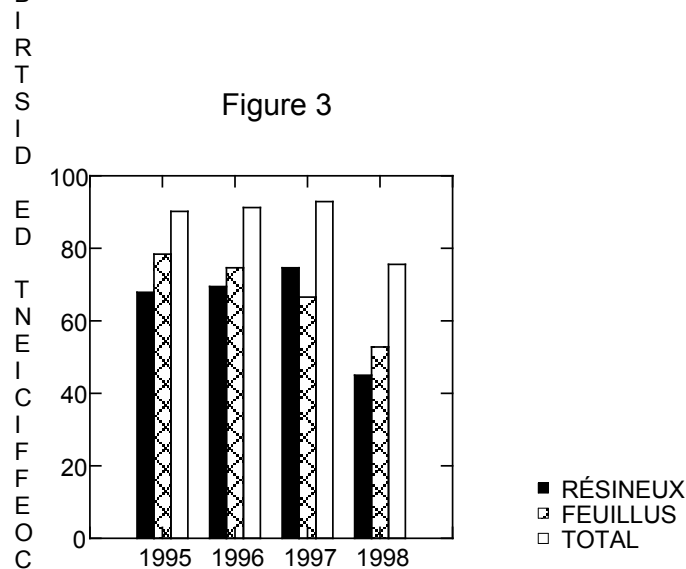
Les figures qui suivent, présentent pour 2 différentes valeurs de rayon de placettes-échantillons, le coefficient de distribution de chacune des essences commerciales répertoriées.



Les plants d'épinette blanche prédominent chez les résineux, les semis de bouleau à papier chez les feuillus. Le mode de préparation de terrain provoque l'effet recherché en permettant l'établissement du bouleau jaune en bon nombre.

4.1.3 Variations

Le dispositif n'a pas été conçu pour isoler l'effet du type écologique, du dépôt de surface ou encore du procédé d'exploitation sur les performances du reboisement 1350. En fait ces conditions sont jugées similaires entre les plantations à l'étude. Les valeurs du coefficient de distribution mesurées à l'été 1999 varient par contre de façon significative d'une année de mise en terre à l'autre (figure 3).



Relativement stables pendant les 3 premières années, les valeurs du coefficient de distribution $^{1,13}K$ et $^{1,5}K$ sont plus faibles de 15 % et 10 % respectivement pour les plantations de 1998. Ce comportement résulte d'une baisse simultanée du $K_{résineux}$ et $K_{feuillus}$ pour cette saison, que l'on attribue à 3 facteurs :

- mauvaise année semencière pour les feuillus durs (BØJ, BØP);
- conditions atmosphériques défavorables durant la période du reboisement;
- arrangement spatial des plants.

Le dernier facteur n'est pas sans importance. La façon d'appliquer le 1350 a changé à quelques reprises dans le temps. Entre 1995 et 1996, dans 9 plantations sur 10, la distance entre les rangées

de plants était de 3,0 m et l'espacement entre eux de 2,5 m. En 1998, les spécifications ont été révisées à 3,7 m par 2,0 m respectivement, pour faciliter le travail du planteur. Nous présumons que l'orientation des virées étant aléatoire lors de l'inventaire, plutôt que systématiquement perpendiculaire aux rangées de plants, puisse avoir influencé les résultats. La probabilité de se retrouver dans l'axe et à l'intérieur des bandes réservées à la régénération complémentaire est bien réelle, ce qui affecte à la baisse le résineux.

Rappelons que 50 plantations ont fait l'objet d'un inventaire de régénération. De ce nombre, 34 avaient été dégagées. En dépit de cela, on observe des valeurs comparables des coefficients de distribution $^{1,13}K_{\text{feuillus}}$ et $^{1,5}K_{\text{feuillus}}$ avec ou sans dégagement. Ceci vient confirmer une présence suffisante des feuillus de qualité précisément dans l'espace qui leur est prévu dans la plantation.

Une méthode d'inventaire mieux adaptée devra être mise au point pour la poursuite des travaux de recherche concernant le reboisement 1350. D'aucun pourra s'en inspirer pour la vérification opérationnelle.

4.2 RELEVÉS DENDROMÉTRIQUES

Cette prise de mesures s'est limitée aux placettes permanentes (9) dont le reboisement a été réalisé en 1998. Selon les analyses, la hauteur initiale des plants résineux ne varie pas de façon significative entre les placettes. Le matériel peut donc être considéré homogène à cet égard, ce qui facilitera les comparaisons pour les années qui viennent. La hauteur moyenne des plants au moment de leur mise en terre était de 37,6 cm (C.V.= 20,6 %) contre 43,4 cm (C.V. = 34,3 %) pour l'unique témoin.

Nous avons aussi comptabilisé l'accroissement annuel moyen en hauteur (AAH) pour les 2 saisons qui ont suivi le reboisement. Les résultats représentent une croissance en hauteur de 20 % sur 2 ans.

Tableau 4

	AAH (1350)	AAH (Témoin)
Saison 1998	8,0 cm	8,0 cm
Saison 1999	11,5 cm	19,9 cm

Il faut un certain nombre d'années pour que le système racinaire du plant se développe et remplisse adéquatement ces fonctions. De plus, on ne peut affirmer avec certitude qu'au moment du relevé, le processus d'aoûtement était achevé. Les valeurs qui précèdent sont donc présentées à titre indicatif seulement.

4.3 PHYTOCOMPOSITION

La végétation d'accompagnement rencontrée après 2 saisons de croissance est caractéristique de celle s'établissant dans le Bas-Saint-Laurent sur des sols similaires, c'est-à-dire la strate arbustive est omniprésente avec un dépôt de surface d'épais à moyennement épais (1A, 1AY, 8A, 8AY), au drainage bon à modéré.

La strate arbustive est omniprésente avec un taux de recouvrement de 73,4 % (C.V. = 29,7 %). La hauteur moyenne de cette strate, pondérée en fonction de la proportion de chacune des espèces présentes, est de 81,7 cm.

Tableau 5

Espèce	Code	Recouvrement (%)
Framboisier	RUI	45,8
Cerisier sp.	CEP, CEV	12,1
Noisetier à long bec	COC	5,5
Érable à épis	ERE	3,5
Érable rouge	ERR	3,2
Sureau pubescent	SAP	2,2
Autres		1,1

La strate herbacée, plus clairsemée, occupe tout au plus 21,6 % (C.V. = 10,3 %) de la superficie reboisée. Elle atteint sensiblement la même hauteur avec 86,6 cm (moyenne pondérée). On y retrouve principalement les espèces suivantes :

Tableau 6

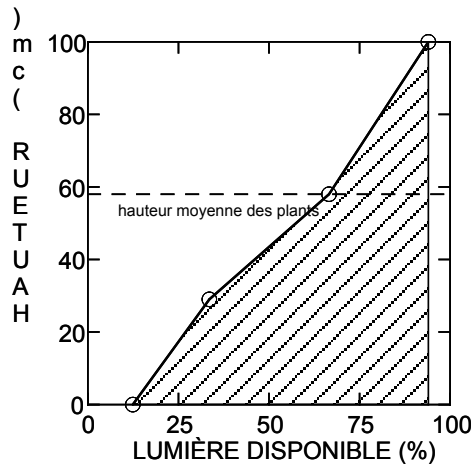
Espèce	Code	Recouvrement (%)
Épilobe à feuilles étroites	EPA	11,9
Graminées sp.		3,4
Anaphale marguerite	ANM	2,8
Verge d'or sp.	SOS	1,6
Autres		1,9

La strate muscinale et lichénique ne s'étend que sur 5,3 % de la surface.

4.4 RAYONNEMENT SOLAIRE DISPONIBLE POUR LA PHOTOSYNTHÈSE

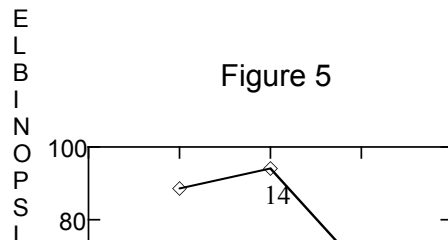
Étant donné la hauteur en 1999 des plants reboisés en 1998 (58,0 cm en moyenne) et la concurrence livrée par les strates arbustive et herbacée que nous venons de décrire, le stade de libre croissance ne serait pas encore atteint. C'est ce que confirment aussi les mesures de la lumière ambiante qui ont été prélevées à différentes hauteurs dans le couvert (figure 4).

Figure 4



Ces valeurs expriment la fraction du rayonnement solaire incident qui parvient à s'infiltrer à travers le feuillage. Au sommet du plant, environ les 2/3 de l'ensoleillement est disponible, ce qui nous indique que d'autres espèces dominent les plants par leur taille. À mi-hauteur, c'est seulement le 1/3 de l'ensoleillement qui parvient jusqu'au plant.

Comme cela a été mentionné à la section décrivant la méthode, la Forêt modèle a décidé au cours de la saison, en engageant un maximum de ressources, d'accroître l'échantillonnage à l'aide du radiomètre linéaire et en effectuant des observations dans des plantations reboisées avant 1998. Quelques plantations de 1995 et 1996 ont été visitées. Aucune par contre de 1997, faute de temps. Des 17 plantations 1350 ainsi inventoriées aucune n'avait fait l'objet d'un dégagement jusqu'au moment où eut lieu la prise de mesures. Ce critère de sélection a été difficile à satisfaire et il explique un nombre de réplicats variable d'une année de plantation à l'autre (tableau 1). Les résultats obtenus sont présentés à la figure 5.



La courbe pour l'ensemble de la cime représente la moyenne des valeurs saisies au sommet du plant et à sa mi-hauteur. La littérature suggère pour une espèce similaire à l'épinette blanche, qu'une fois la barrière des 60 % de lumière disponible franchie, on peut conclure à l'atteinte du stade de libre croissance. En conséquence, en se référant à cette courbe, il semble qu'après 4 et même 5 années suite au reboisement, les plants à fortes dimensions se retrouvaient dans des conditions de croissance favorables, et ce, sans entretien.

Un rapide coup d'oeil au registre d'opérations sur les seigneuries (mise à jour de 1999) révèle qu'environ 50 % des plantations ont été dégagées à l'intérieur des 4 années qui ont suivi le reboisement, ce qui vient corroborer nos résultats.

CONCLUSION

On cherchait en tout premier lieu avec ce projet à mettre en place un dispositif expérimental pour décrire de façon détaillée à moyen et long terme l'évolution de la plantation et celle de la régénération d'accompagnement d'origine naturelle. Rien finalement qui permette d'espérer de grandes conclusions quant au rendement de la technique de reboisement à faible densité (1350 plants/ha).

Grâce aux données acquises à l'extérieur du dispositif régulier, nous sommes néanmoins parvenus à faire deux observations ayant un certain intérêt. La première étant que les feuillus de qualité s'installent en nombre suffisant dans la portion de la plantation qui leur est allouée, atteignant ainsi l'objectif d'une composition mixte dans les proportions attendues. De plus, moyennant l'utilisation des PFD, il paraît envisageable de pouvoir repousser le premier entretien à la 3^e ou 4^e année après le reboisement et même au-delà.

Une seconde campagne de mesures aura lieu à l'été 2000. L'accent sera mis sur l'échantillonnage du coefficient de distribution pour toutes les années où l'on compte des plantations 1350 sur le territoire des seigneuries. Cette mesure est rapide et apporte une information des plus pertinentes à court terme. Cela exige de repenser le protocole d'inventaire de régénération afin qu'on puisse fidèlement faire rapport de la situation.