



**Projet Patchworks AIFHL :**  
**Simulation des rendements après coupes partielles**  
**à l'aide de *Cohorte***

**Frédéric Doyon, ing. f., PhD**

**PRÉSENTÉ À**

**ASSOCIATION DES INTERVENANTS FORESTIERS DES HAUTES-LAURENTIDES**

FÉVRIER 2007

## ***Remerciements***

Ce travail n'aurait pu être réalisé sans l'étroite collaboration de Pascal Rochon et Régis Pouliot qui ont su traduire nos discussions en algorithmes et codes de programmation. Je tiens aussi à remercier Éric Forget pour ses judicieux conseils et son partage de connaissances sur le fonctionnement du logiciel Patchworks.

Ma participation à ce projet innovateur et intégrateur a grandement été facilitée grâce à la collaboration des autres participants de ce projet (Raymond Barrette (CSRE), Pascal Gauthier (Cerfo puis CFHL), Robert Savoie, André Carle (Optivert), Greg Paradis (Optivert), François Laliberté (Optivert)) que je tiens à remercier. Ce fut un grand plaisir d'échanger des idées avec eux.

Les régimes de récolte pour les coupes partielles ont pu être définis grâce aux instructions précises fournies par Claude Dionne et Guy Raymond de la CFHL.

Finalement, mes remerciements vont aussi aux différents participants du MRNF, du Bureau du Forestier en Chef, des industriels de la région lors des tables de rencontre qui ont eu lieu durant le projet. Vos commentaires ont toujours été utiles et appréciés.

## ***Tables des matières***

Remerciements .....	2
Tables des matières .....	3
Contexte général du projet .....	7
Calibration du modèle Cohorte .....	8
Introduction .....	8
Méthodologie.....	8
Assignation des potentiels de croissance aux stations forestières.....	8
Calibration de la croissance .....	13
Calibration de la mortalité .....	13
Calibration de l'évolution de la qualité.....	14
Résultats .....	14
Assignation des potentiels de croissance aux stations forestières.....	14
Calibration de la croissance .....	22
Calibration de la mortalité .....	24
Calibration de l'évolution de la qualité.....	25
Évaluation de la calibration « Mont-Laurier » du modèle Cohorte .....	26
Introduction .....	26
Méthodologie.....	26
Résultats et discussion .....	26
Attribution des classes de vigueur aux tiges dans les tables de stock.....	30
Introduction .....	30
Méthodologie.....	30
Résultats et discussion .....	31
Simulation des traitements .....	33
Introduction .....	33
Méthodologie.....	33
Les règles séquentielles de priorité de récolte lors du martelage virtuel.....	33

Les règles d'application des traitements .....	35
La production des courbes d'attributs et de produits pour Patchworks .....	39
Méthodologie.....	39
Identification des retours pour Patchworks.....	41
Méthodologie.....	41
Références.....	42

## **Liste des figures**

Figure 1. Placettes-échantillons permanentes utilisée pour la calibration de <i>Cohorte</i> pour l'UAF 064. ....	9
Figure 2. Regroupement des stations forestières en potentiel de croissance (1-faible, 4-élevé). ....	21
Figure 3. Exemple d'une simulation typique sur 50 ans avec <i>Cohorte</i> . ....	27
Figure 4. Comparaison entre les valeurs observées et prédites des variables de la croissance des peuplements de feuillus tolérants et mixtes ( $\alpha=0.05$ ).....	28
Figure 5. Distribution des erreurs de l'accroissement des survivants en fonction de la surface terrière initiale dans les peuplements de feuillus tolérants pour la calibration « Mont-Laurier (Qc) » de <i>Cohorte</i> .....	29
Figure 6. Distribution des erreurs de la mortalité des survivants en fonction de la surface terrière initiale dans les peuplements de feuillus tolérants pour la calibration « Mont-Laurier (Qc) » de <i>Cohorte</i> . ....	29
Figure 7. Exemple de calcul de la proportion en tiges vigoureuse d'une essence à une classe de diamètre pour une SIRF à l'aide du croisement des proportions provenant de l'information des placettes-échantillons des inventaires d'intervention et de la matrice de correspondance Qualité-Vigueur du MRNFQ. ....	31

## **Liste des tableaux**

Tableau 1.	Caractéristiques écologiques des stations forestières de l'érablière à bouleau jaune (EraBoj) et de la sapinière à bouleau jaune (SabBoj) de l'UAF 064, nombre de placettes-échantillons permanentes qui leur sont associées et classe de potentiel de croissance assignée (1-faible, 4-élevé).....	9
Tableau 2.	Caractéristiques écologiques des placettes-échantillons permanentes utilisées pour associer celles-ci aux stations forestières.....	12
Tableau 3.	Valeurs de moyenne marginale estimée de la croissance diamétrale (mm/an) pour les paramètres significatifs des essences les plus importantes dans l'UAF 064.....	14
Tableau 4.	Moyenne du rang relatif du potentiel de croissance d'une station forestière pour essences les plus importantes de l'UAF 064.....	18
Tableau 5.	Regroupement des stations forestières en 4 de potentiel de croissance (1-faible, 4-élevé). ....	21
Tableau 6.	Valeurs estimées des paramètres de l'équation modélisant la croissance des espèces sur les 4 potentiels de croissance. ....	22
Tableau 7.	Termes $\beta X$ dans l'équation logistique (événement/non-événement) = $\exp(\beta X)$ pour la prédiction de la mortalité à partir des PEPs des sous-régions écologiques touchant à l'UAF (3bT, 4cT, 4bM, 5cT).....	24
Tableau 8.	Termes $\beta X$ dans l'équation logistique (événement/non-événement) = $\exp(\beta X)$ pour la prédiction de la mortalité à partir des PEPs de l'ensemble du Québec.....	24
Tableau 9.	Paramètres des équations régionales de prédiction de la qualité. ....	25
Tableau 10.	Proportion en surface terrière en tiges vigoureuses et non-vigoureuses calculée pour les SIRF irrégulières.....	32
Tableau 11.	Bornes en surface terrière d'applicabilité des traitements de coupes partielles et prélèvements associés. ....	35
Tableau 12.	Listes des attributs et des produits pour lesquels des courbes ont été produites par SIRF irrégulières et par potentiel de croissance pour Patchworks. ....	39

## **Contexte général du projet**

Un projet d'évaluation de la possibilité forestière à l'aide du logiciel Patchworks pour un territoire impliquant l'UAF 064, près de Mont-Laurier, a été mis sur pied. Patchworks est un modèle spatialement explicite d'optimisation pour le développement de stratégies d'aménagement. Patchworks fonctionne à la base à partir de courbes de rendements en fonction de l'âge des peuplements. Pour les peuplements réguliers (équiennes), il est possible d'importer les courbes obtenues à partir des familles de courbes générées dans Sylva II basée sur les courbes normales de rendement. Or, pour les peuplements dits irréguliers, de telles courbes n'existent pas et il est nécessaire d'évaluer préalablement les rendements à l'aide d'un autre modèle.

Ce document présente les travaux qui ont été effectués pour produire les courbes de rendements pour les strates dites irrégulières de la zone F et M de l'UAF 064 à l'aide du modèle *Cohorte* (Doyon *et al.* 2005). Ce document présente les différentes étapes de préparation des données et du modèle ayant été nécessaires pour atteindre l'objectif ainsi que les procédures utilisées pour obtenir les courbes de rendements en fonction des différents traitements sylvicoles simulés. On trouvera donc dans ce document les éléments suivants :

- La calibration du modèle *Cohorte* pour l'UAF 064. Cette partie inclut entre autres les étapes ayant permis de déterminer les différents potentiels de croissance sur le territoire en fonction des caractéristiques écologiques rencontrées ;
- L'évaluation de la calibration du modèle *Cohorte* pour l'UAF 064 ;
- L'attribution de la vigueur aux tiges dans les tables de stock ;
- Les règles utilisées pour simuler les traitements de coupes partielles ;
- La production des courbes d'attributs et de produits pour Patchworks ;
- L'identification des retours après traitement pour Patchworks.

## ***Calibration du modèle Cohorte***

### **Introduction**

*Cohorte* est un modèle qui simule le développement de peuplement à structure irrégulière (Doyon et al 2005). Il a été conçu pour pouvoir évaluer la croissance de ces peuplements après coupes partielles. Il s'agit d'un modèle à l'arbre individuel dont les processus sont indépendants de la distance entre les arbres. Il évalue le devenir de chaque arbre à chaque pas (ces arbres représentant en fait une *Cohorte* d'arbres ayant tous les mêmes caractéristiques) au niveau de la croissance, la mortalité, le recrutement et l'évolution de la qualité et de la vigueur.

*Cohorte* a été conçu pour pouvoir être calibré afin de refléter les conditions locales de croissance. Il permet donc l'incorporation des caractéristiques écologiques de sites comme stratificateurs des processus responsables du développement d'un peuplement. Ainsi, avec *Cohorte*, il est possible d'attribuer des paramètres de mortalité propres à chaque espèce et à la région, et des paramètres de croissance propres aux sites.

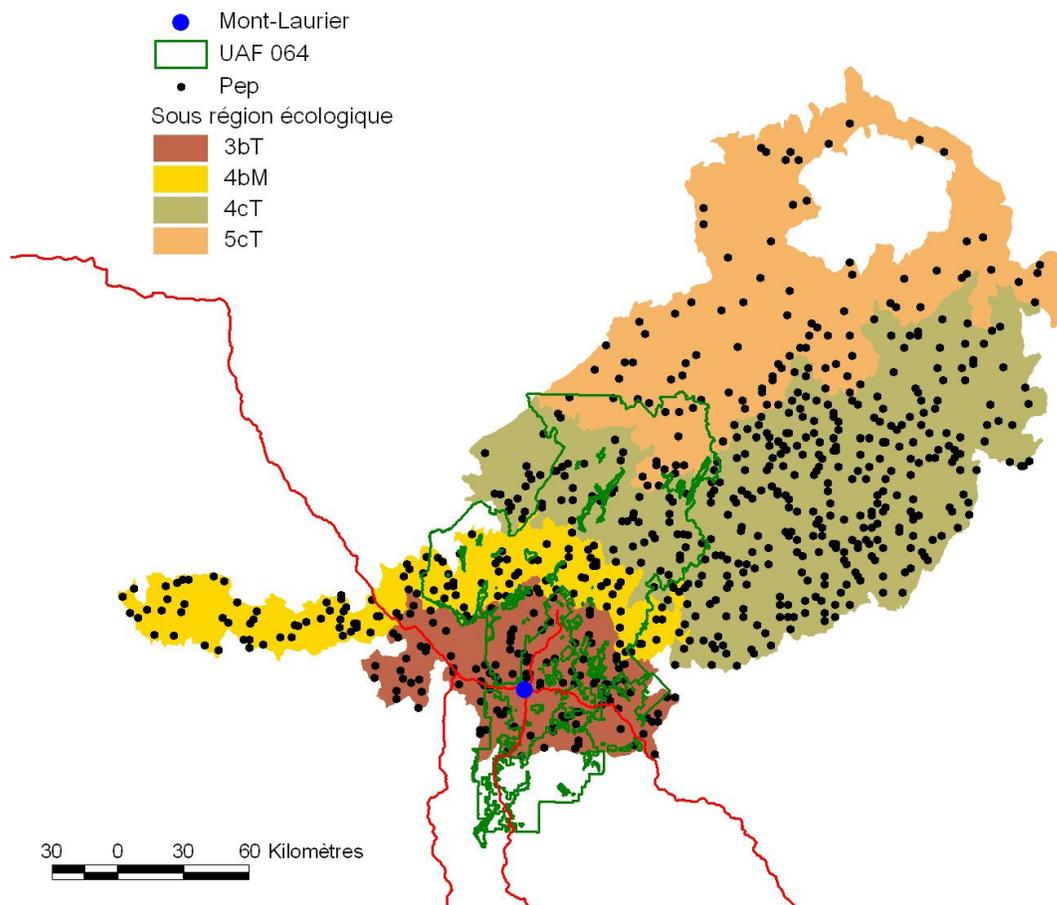
### **Méthodologie**

#### **Assignation des potentiels de croissance aux stations forestières**

Dans le cadre du projet Patchworks-AIFHL, nous avons voulu tirer profit de la possibilité de développer une calibration adaptée aux conditions écologiques régionales. Pour ce faire, nous nous sommes donc servis des stations forestières telles que décrites par le CERFO (Lessard et al. 2007) afin de stratifier le potentiel de croissance du territoire. Les stations forestières sont été définies par sous-régions écologiques. Ainsi pour les strates irrégulières, nous avons utilisé les stations forestières se trouvant dans les sous-régions écologiques de l'érablière à bouleau jaune et de la sapinière à bouleau jaune de l'ouest touchant au territoire à l'étude (3bT, 4cT, 4bM, 5cT).

**Pour classer les stations en potentiel de croissance, nous avons utilisé les placettes-échantillons permanentes (PEPs) des sous-régions écologiques touchant au territoire à l'étude (**

Figure 1). À l'aide des caractéristiques écologiques des PEPs, il a été possible d'associer à chaque PEP une station forestière (Tableau 1, Tableau 2).



**Figure 1.** Placettes-échantillons permanentes utilisées pour la calibration de *Cohorte* pour l'UAF 064.

**Tableau 1.** Caractéristiques écologiques des stations forestières de l'érablière à bouleau jaune (EraBoj) et de la sapinière à bouleau jaune (SabBoj) de l'UAF 064, nombre de placettes-échantillons permanentes qui leur sont associées et classe de potentiel de croissance assignée (1-faible, 4-élevé).

Station forestière	Pente	Régions écologiques	Épaisseur dépôt	Drainage	Texture	Type écologique	Nb. de placette	Poten tiel
01-penteF	F	EraBoj & SabBoj					30	2
02minceE	E	EraBoj	Mince				7	2
03-epaisE	E	EraBoj	Épais				7	2

04-FE32mince	A,B,C,D	EraBoj	Mince			FE20,FE22,FE30,FE31,FE32,FE33,FE3H,FE41,FE42,FE6,FE62	27	3
05-MJ12mince	A,B,C,D	EraBoj	Mince			MJ10,MJ11,MJ12,MJ15,MJ20,MJ22,MJ25,MS20,MS21,MS22,MS31,MS32,RP12,RS10,RS12,RS50,RT10,RT12	11	3
10MJ22	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Mésique	Moyenne Fine	MJ21,MJ20,MJ22,MJ25,MJ23		
11MJ15S	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Mésique Seep	Moyenne	FE32,MJ12,FE35,MJ15,MJ25,FE3,FJ1		
12RS54	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Mésique SeepSubhygrique	Grossier Moyenne Fine	RE24,RS54,MS24,RS24,RS54,RE24,RE39,MS25,RS25,RS55,RS38,MS26,RE26,RS56	3	4
13MJ25	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Subhygrique	Grossier Moyenne Fine	MJ24,MJ21,MF14,MJ24,MJ21,MJ24,MJ12,MJ22,MF15,MJ15,MJ25,FJ1,MJ26	2	2
14MJ28	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Hydrique	Grossier Moyenne Organique	MF18,MJ28,MJ21,MJ25,MF18,MJ28	1	4
15RE39	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Hydrique	Grossier Moyenne Organique	RE37,RE39,RE37,RS38,RS37,RS38,RE38,RS39,RE39	12	1
16RP11	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Mésique	Grossier	RP11		
17RP12	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Mésique	Moyenne	RP11,RP12		
18MJ28	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Hydrique	Moyenne	FE32,FE3	2	4
18RS12	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Mésique	Grossier Moyenne	RS11,RS12		
19RS15	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Mésique Seep, Subhygrique	Grossier Moyenne	RS14,RS15		
20RC38	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Hydrique	Moyenne Organique	RS18,RC38,RS14,RS18,RC38,TO18		
4RS51	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Mésique	Grossier	RS39		
6MJ21	A,B,C,D	EraBoj	Épais	XériqueMésique	Grossier	FE31,MJ21,FE41,FE31,MJ21,MJ12,FE41,FJ1,FE31,MJ11,MJ21,MJ24,FE32,MJ10,MJ12,MJ22,MF15,MJ25,FE3,FE41,FJ1	59	4
7RS51	A,B,C,D	EraBoj	Épais	XériqueMésique	Grossier Moyenne	MS21,MS1,MS2,MS31,MS21,MS1,MS2,MS31,MS21,RS21,RS51,RE21,MS1,MS2,MS31,RE22,RS50,RS52,RT12,RS38,RS39,RS4,RS5	8	4
8FE32	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Mésique	Moyenne	FE22,FE3H,FE30,FE32,FE33,FE3,FE6	6	3
9MJ12	A,B,C,D	EraBoj	Épais	Mésique	Moyenne	MJ10,MJ12,MJ15,FJ1	1	1
02-MJ12minceE	E	SabBoj	Mince			FE30,FE32,FE3H,MJ10,MJ12,MJ20,MJ22,MJ25,MS12	2	3
03-RS20minceE	E	SabBoj	Mince			FE30,FE32,FE3H,MJ10,MJ12,MJ20,MJ22,MJ25,MS12	7	2
04-épaisE	E	SabBoj	Épais				34	3

05-FE32mince	A,B,C,D	SabBoj	Mince			FE32,FE3H,FE30	24	4
06-MJ12mince	A,B,C,D	SabBoj	Mince			MJ12,MJ22,MJ20,MJ10	48	3
07RS20mince	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique Seep	Moyenne	RP10	172	1
08-MJ21	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique Xérique	Grossier	FE31,MJ11,MJ15,MJ2,MJ21,MJ22,MS2,MS21,MS22,MS23,MS24,MS31,MS32,MJ24	310	2
09-RS21	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique Xérique	Grossier	RS2,RS21,RS22,RS24,RS51	53	1
10-RE21	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique Xérique	Grossier	RE11,RE2,RE20,RE21,RE22,RE24,RE25,RE2A,RE41,RE42,RE51,TA12	151	1
11FE32 ou 12FE32	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique	Moyenne	FE22,FE3,FE32,FE5,FE6,FE3H,FE62	1	3
13MJ12	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique	Moyenne	MJ1,MJ11,MJ12,MJ15,MS1	3	4
14MJ22	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique	Moyenne	MJ2,MJ20,MJ21,MJ22,MJ25,MS12	2	2
15MS22	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique	Moyenne	MS2,MS20,MS21,MS22,MS23,MS31,MS32,MS62	6	3
16RS22	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique	Moyenne	RS2,RS20,RS21,RS22,RS25,RS2B,RS5,RS6,RS52,RS2A	1	
17RE22	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique	Moyenne	RE2,RE20,RE22,RE2A,RE3,RE37,RE42	2	4
18MJ15	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique SeepSub hygrique	Grossier Moyenne	FE35,MF1,MJ1,MJ12,MJ15,MS1,MF14,MJ14,MF15	17	2
19MJ25S	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique Seep	Moyenne	MJ2,MJ21,MJ22,MJ25,MS15	8	3
20MJ25	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Subhygrique	Grossier Moyenne	MJ2,MJ21,MJ22,MJ25,MJ24,MS14,MS15,MJ28	16	2
21RS25	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique SeepSub hygrique	Fine Grossier Moyenne	MS2,MS22,MS23,MS24,MS25,MS26,MS31,MS32,RS2,RS21,RS22,RS24,RS25,RS26,RS2B,RS54,RS23,RS56	46	3
22RE25	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique SeepSub hygrique	Fine Grossier Moyenne	ME16,RE2,RE21,RE22,RE23,RE24,RE25,RE26,RE2A,RE3,RE37,RE41,RE42,RE51,RE14,RE38,RE39	26	1
23RS38	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Hydrique	Moyenne Organique	MJ2,MJ22,MJ25,RS25,RS2B,RS38,RE38,MJ28	12	3
24RE39	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Hydrique	Moyenne Organique	RE25,RE3,RE37,RS37,RS39,RE39	1	4
25RP11	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique Xérique	Grossier	RP1,RP12,RP11	2	1
26RP12	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique	Moyenne	RP1,RP12,RP11		
27RS12	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique Xérique	Grossier Moyenne	RS11,RS12		
28RS15	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Mésique SeepSub hygrique	Grossier Moyenne	RS16,RS11,RS14,RS15	1	1
29RC38	A,B,C,D	SabBoj	Épais	Hydrique	Moyenne Organique	RC39,RC4,RS16,RS15,RS18,TO18,RC38	3	4

**Tableau 2.** Caractéristiques écologiques des placettes-échantillons permanentes utilisées pour associer celles-ci aux stations forestières.

Variable Station	Variables PEP	Valeur Station	Valeurs PEP
Texture	TEXTCLABO	Fine	A, ALI, AS
		Organique	HA
		Moyenne	L, LA, LI, LLI, LLIA, LSA LSF, LSG, LSM, LSTF, LSTG, SF, SFL, SG, SGL, SM, SML, STF, STFL, STG, STGL
		Grossier	1, 1A, 1AA, 1AD, 1AY, 1BD, 1BF, 1BP, 2A, 2AE, 2AK, 2AT, 2AY, 2BD, 2BE, 3AC, 3AE, 3AN, 4A, 4GA, 4GS, 7E, 7T, 8E, 9S, 4GSY, 1AM
Épaisseur dépôt	DSU_CODE	Épais	1AR, M1A, M1AD, R, R1A, R7T, RS
		Mince	
Drainage	CDR_CODE	Hydrique	50, 51, 60, 61
		Mésique	20, 22, 23, 24, 30, 32, 34
		Mésique Seepage	21, 31
		Subhydrique	40, 41, 44
		Xérique	00, 03, 10, 16
Pente	% inclinaison	A	0-3%
		B	4-8%
		C	9-15%
		D	16-30%
		E	31-40%
		F	41+%

À l'étape suivante, nous avons comparé par espèce, en utilisant les remesures dans les PEPs, la croissance par station forestière. Pour ce faire, nous devons dans un premier temps mettre en relation la croissance avec l'environnement de croissance pour contrôler l'effet du stocking et du statut social sur la croissance d'une tige. Trois indices de compétitions qui caractérisent le statut social de chaque tige (voir Doyon *et al.* 2005 pour les détails sur les indices de compétition utilisés) ont été calculés pour définir l'environnement de croissance de chaque tige en début de période de remesure.

Pour évaluer le potentiel de croissance des différentes stations forestières, nous avons mis en relation pour chaque espèce, et cela pour chaque station, la croissance et un des trois indices de compétition. Nous avons procédé ainsi au lieu d'utiliser seulement la moyenne des croissances par espèces par station afin de tenir compte de l'effet de la position sociale, du stocking et de la taille de la tige sur la croissance des individus. Cette comparaison a été effectuée à l'aide de l'analyse de covariance dans laquelle, pour chaque espèce, le modèle test pour un effet général de l'environnement de compétition sur la croissance, pour un effet de la station et un effet d'interaction entre la station et l'environnement de compétition.

Pour comparer le potentiel de croissance des stations forestières, nous avons estimé et comparé les moyennes marginales de la croissance de chaque station.

Par la suite, pour chaque espèce, les stations forestières ont été mises en ordre de la moins productive à la plus productive. La position dans l'ordre des stations a ensuite été relativisée par rapport au rang de la meilleure station. Par exemple, si pour le bouleau jaune 15 stations ont obtenu un rang, la troisième station (soit de la moins productive à la plus productive) obtient ainsi une valeur de rang relative de 0.2 (soit 3/15).

Nous avons ensuite fait la moyenne des rangs relatifs des stations forestières pour les essences les plus importantes de la zone mixte et feuillue de l'UAF 064, celles-ci étant le bouleau jaune, le bouleau blanc, les épinettes blanches et rouges, l'érable rouge, l'érable à sucre, les peupliers et le sapin baumier. Finalement, nous avons regroupé sur une base visuelle les stations forestières en mettant ensemble les stations possédant moyenne relative des rangs de production similaire. Nous voulions obtenir entre 3-4 potentiels de croissance, pas plus, afin de limiter le nombre de simulations à produire subséquentement.

### **Calibration de la croissance**

Une fois le regroupement de stations forestières effectué, nous avons obtenus 4 potentiels de croissance. Nous avons ensuite regroupé les PEPs étant sur le même potentiel de croissance (1-potentiel le plus faible, 4-potentiel le plus élevé). Pour chaque espèce, et cela sur chaque potentiel de croissance, nous avons recalculé les équations de régression mettant en relation la croissance avec l'indice de compétition selon la méthodologie décrite dans Doyon et al. (2005).

### **Calibration de la mortalité**

Dans *Cohorte*, la mortalité s'exprime par une probabilité qu'une tige meure en fonction de l'espèce, de la croissance, de la taille de la tige évaluée et de la réduction subite du couvert forestier suite à une perturbation (chablis, coupe, etc.) (Doyon et al. 2005). Pour développer cette fonction de probabilité, nous utilisons les PEPs (Doyon et al. 2005), et avec la régression logistique (SPSS inc.) nous identifions les paramètres qui prédisent le mieux la mortalité d'une espèce. Il existe actuellement une version de *Cohorte* pour laquelle ces fonctions ont été calculées à partir de toutes les PEPs du Québec (équations de mortalité provinciales). Cependant, dans le cadre de ce projet-ci, nous avons développé des fonctions de probabilité propres aux conditions régionales (équations de mortalité régionales) en ce servant strictement des PEPs des sous-régions écologiques touchant à l'UAF (3bT, 4cT, 4bM,

5cT) et cela pour les espèces dont nous disposions assez d'échantillons (événements de mortalité dans les remesures). Ces espèces sont le bouleau jaune, le bouleau blanc, les épinettes blanches et rouges, l'épinette noire, l'érable rouge, l'érable à sucre, les hêtre, les peupliers, le pin gris, le sapin baumier et le thuya de l'Est.

### Calibration de l'évolution de la qualité

Nous avons appliqué l'approche développée dans Forget et al. (2001) pour calculer les paramètres des équations de régression logistique polythétique de l'évolution de la qualité spécifique à la région pour les espèces suivantes : le bouleau jaune, le bouleau blanc, l'érable rouge, l'érable à sucre, les peupliers et le tilleul d'Amérique. Pour ce faire nous avons utilisé les PEPs provenant des sous-régions écologiques touchant à l'UAF 064 (3bT, 4cT, 4bM, 5cT). Comme pour certaines espèces (hêtre à grandes feuilles et autres feuillus) l'effectif était insuffisant pour développer un modèle prédictif significatif, nous avons alors utilisé les paramètres de régression développés pour la région de l'Outaouais (Forget et al. 2001).

## Résultats

### Assignment des potentiels de croissance aux stations forestières

L'analyse de covariance a permis de comparer la croissance des essences les plus importantes dans l'UAF 064 entre les stations forestières. On peut ainsi observer une grande variation de la croissance prédite en comparant les valeurs des moyennes marginales estimées (Tableau 3).

**Tableau 3.** Valeurs de moyenne marginale estimée de la croissance diamétrale (mm/an) pour les paramètres significatifs des essences les plus importantes dans l'UAF 064.

Essence	Station forestière	N	Moyenne marginale estimée	Borne inférieure	Limite supérieure
Bouleau jaune	20MJ25	49	2.155	1.284	3.361
Bouleau jaune	18MJ15	111	2.261	1.486	3.281
Bouleau jaune	23RS38	43	2.529	1.316	4.382
Bouleau jaune	02minceE	23	2.618	1.380	4.495
Bouleau jaune	09-RS21	15	2.755	0.548	8.105
Bouleau jaune	06-MJ12mince	359	3.221	2.670	3.857
Bouleau jaune	05-MJ12mince	73	3.289	2.062	5.008
Bouleau jaune	08-MJ21	893	3.315	2.919	3.746
Bouleau jaune	21RS25	6	3.389	0.823	9.569

Bouleau jaune	19MJ25S	24	3.549	1.888	6.162
Bouleau jaune	7RS51	18	3.831	2.304	6.059
Bouleau jaune	07-RS20mince	52	4.053	2.243	6.874
Bouleau jaune	6MJ21	273	4.181	3.288	5.261
Bouleau jaune	13MJ12	24	4.275	1.794	8.952
Bouleau jaune	03-epaisE	44	4.546	2.373	8.118
Bouleau jaune	05-FE32mince	103	4.624	3.132	6.654
Bouleau jaune	01-penteF	93	4.714	3.481	6.283
Bouleau jaune	8FE32	53	4.918	3.203	7.337
Bouleau jaune	04-épaisE	115	4.930	3.639	6.573
Bouleau jaune	04-FE32mince	67	4.995	2.910	8.193
Bouleau jaune	29RC38	24	23.386	2.933	150.148
Bouleau blanc	02minceE	35	1.168	0.230	2.823
Bouleau blanc	09-RS21	374	1.460	1.255	1.683
Bouleau blanc	03-RS20minceE	109	1.499	0.922	2.252
Bouleau blanc	15MS22	68	1.716	1.023	2.647
Bouleau blanc	01-penteF	257	1.866	1.474	2.323
Bouleau blanc	02-MJ12minceE	67	1.930	0.991	3.313
Bouleau blanc	19MJ25S	88	2.105	1.189	3.408
Bouleau blanc	10-RE21	284	2.158	1.793	2.571
Bouleau blanc	05-MJ12mince	55	2.190	1.512	3.047
Bouleau blanc	07-RS20mince	1411	2.193	2.019	2.375
Bouleau blanc	20MJ25	262	2.196	1.759	2.705
Bouleau blanc	22RE25	50	2.284	1.670	3.037
Bouleau blanc	06-MJ12mince	445	2.442	2.084	2.839
Bouleau blanc	04-épaisE	364	2.785	2.371	3.251
Bouleau blanc	08-MJ21	4325	2.808	2.688	2.931
Bouleau blanc	21RS25	405	2.819	2.519	3.145
Bouleau blanc	23RS38	96	3.158	2.062	4.644
Bouleau blanc	05-FE32mince	25	3.389	1.974	5.471
Bouleau blanc	18MJ15	65	3.563	2.365	5.183
Bouleau blanc	15RE39	26	3.721	2.308	5.733
Bouleau blanc	11FE32 ou 12FE32	18	3.894	1.325	9.306
Bouleau blanc	13MJ12	29	3.894	2.104	6.722
Bouleau blanc	6MJ21	35	4.601	2.796	7.273
Bouleau blanc	12RS54	29	5.050	1.785	12.156
Bouleau blanc	29RC38	10	6.316	0.374	37.953
Bouleau blanc	7RS51	60	7.935	4.336	13.964
Bouleau blanc	13MJ25	4	8.621	4.049	17.347
Épinette blanche et rouge	03-epaisE	36	1.462	0.317	3.603
Épinette blanche et rouge	8FE32	14	1.467	0.275	3.775
Épinette blanche et rouge	19MJ25S	22	2.597	1.302	4.622
Épinette blanche et rouge	01-penteF	66	2.804	2.062	3.728
Épinette blanche et rouge	02minceE	15	3.084	1.466	5.763

Épinette blanche et rouge	07-RS20mince	245	3.166	2.676	3.727
Épinette blanche et rouge	09-RS21	63	3.393	2.587	4.379
Épinette blanche et rouge	20MJ25	25	3.568	2.067	5.802
Épinette blanche et rouge	08-MJ21	502	3.879	3.460	4.340
Épinette blanche et rouge	21RS25	52	4.119	3.055	5.464
Épinette blanche et rouge	04-épaisE	101	4.302	3.322	5.498
Épinette blanche et rouge	7RS51	17	4.360	1.735	9.496
Épinette blanche et rouge	06-MJ12mince	138	4.447	3.435	5.694
Épinette blanche et rouge	6MJ21	42	4.686	2.432	8.425
Épinette blanche et rouge	03-RS20minceE	19	4.972	0.638	20.774
Épinette blanche et rouge	10-RE21	23	5.098	2.728	8.985
Épinette blanche et rouge	23RS38	16	5.773	2.015	14.213
Épinette blanche et rouge	14MJ22	2	6.508	0.234	44.692
Épinette blanche et rouge	15MS22	14	7.004	1.428	25.399
Épinette blanche et rouge	18MJ15	23	7.012	3.127	14.546
Épinette blanche et rouge	02-MJ12minceE	4	7.248	0.760	37.682
Épinette blanche et rouge	05-MJ12mince	28	8.895	5.445	14.177
Épinette blanche et rouge	13MJ12	13	11.256	3.657	31.253
Épinette blanche et rouge	05-FE32mince	7	20.824	4.760	81.662
Érable rouge	10-RE21	54	0.674	0.230	1.278
Érable rouge	04-FE32mince	50	0.824	0.049	2.172
Érable rouge	23RS38	31	2.391	1.258	4.094
Érable rouge	01-penteF	40	2.629	1.355	4.589
Érable rouge	20MJ25	27	2.706	1.251	5.099
Érable rouge	09-RS21	9	3.031	0.896	7.577
Érable rouge	05-MJ12mince	76	3.121	2.268	4.193
Érable rouge	8FE32	28	3.158	1.431	6.113
Érable rouge	21RS25	35	3.225	1.708	5.591
Érable rouge	07-RS20mince	277	3.415	2.875	4.026
Érable rouge	08-MJ21	794	3.459	3.092	3.857
Érable rouge	04-épaisE	68	3.513	2.048	5.680
Érable rouge	7RS51	71	3.811	2.450	5.716
Érable rouge	06-MJ12mince	204	3.860	2.987	4.921
Érable rouge	05-FE32mince	179	4.068	3.084	5.296
Érable rouge	6MJ21	149	4.371	3.452	5.479
Érable rouge	02minceE	27	5.392	3.366	8.360
Érable rouge	18MJ15	52	5.567	2.934	9.963
Érable rouge	03-epaisE	53	5.903	3.921	8.684
Érable rouge	02-MJ12minceE	27	7.637	2.705	19.141
Érable rouge	19MJ25S	15	7.637	2.589	19.791
Érable rouge	12RS54	21	7.980	1.304	34.011
Érable rouge	29RC38	6	56.054	1.014	1615.896
Érable à sucre	07-RS20mince	17	2.062	0.428	5.569
Érable à sucre	05-FE32mince	517	2.781	2.416	3.185

Érable à sucre	03-epaisE	137	2.959	2.300	3.749
Érable à sucre	11FE32 ou 12FE32	15	3.158	0.815	8.527
Érable à sucre	08-MJ21	1062	3.242	2.948	3.560
Érable à sucre	8FE32	100	3.362	2.617	4.258
Érable à sucre	04-FE32mince	705	3.397	3.010	3.826
Érable à sucre	06-MJ12mince	19	3.464	1.820	6.072
Érable à sucre	02minceE	51	3.509	2.197	5.357
Érable à sucre	6MJ21	1287	3.836	3.543	4.143
Érable à sucre	04-épaisE	110	3.993	2.970	5.277
Érable à sucre	01-penteF	198	4.360	3.495	5.387
Érable à sucre	18MJ15	9	4.669	1.100	14.311
Érable à sucre	20MJ25	8	5.303	1.522	14.754
Érable à sucre	05-MJ12mince	14	5.787	3.845	8.498
Érable à sucre	23RS38	43	7.415	3.417	15.018
Érable à sucre	7RS51	7	9.014	3.422	21.670
Peupliers	05-MJ12mince	43	1.832	1.073	2.870
Peupliers	09-RS21	34	2.781	1.923	3.889
Peupliers	15MS22	57	3.129	2.061	4.571
Peupliers	07-RS20mince	508	3.358	2.994	3.754
Peupliers	04-FE32mince	7	3.424	1.096	8.335
Peupliers	06-MJ12mince	52	3.522	2.443	4.944
Peupliers	10-RE21	496	3.802	3.355	4.294
Peupliers	22RE25	30	3.879	2.365	6.074
Peupliers	08-MJ21	958	4.038	3.733	4.363
Peupliers	20MJ25	23	4.165	1.303	10.588
Peupliers	03-epaisE	17	4.573	1.021	14.374
Peupliers	01-penteF	132	4.900	3.830	6.214
Peupliers	02-MJ12minceE	9	5.098	1.467	14.068
Peupliers	11FE32 ou 12FE32	22	5.334	2.897	9.293
Peupliers	19MJ25S	35	5.443	2.032	12.693
Peupliers	04-épaisE	178	5.746	4.754	6.916
Peupliers	03-RS20minceE	15	5.917	2.618	12.223
Peupliers	7RS51	42	6.156	4.438	8.426
Peupliers	6MJ21	39	6.374	4.086	9.682
Peupliers	05-FE32mince	66	6.538	4.385	9.559
Peupliers	12RS54	7	7.142	2.543	17.702
Peupliers	8FE32	30	8.602	5.502	13.191
Peupliers	21RS25	117	9.135	6.409	12.868
Sapin baumier	10-RE21	153	1.479	1.196	1.800
Sapin baumier	22RE25	96	1.620	1.221	2.092
Sapin baumier	03-epaisE	56	1.672	0.642	3.347
Sapin baumier	18MJ15	96	1.757	0.884	3.037
Sapin baumier	20MJ25	130	1.992	1.507	2.572
Sapin baumier	07-RS20mince	1186	2.001	1.841	2.171

Sapin baumier	15RE39	98	2.068	1.515	2.741
Sapin baumier	03-RS20minceE	105	2.216	1.288	3.521
Sapin baumier	04-épaisE	313	2.364	2.019	2.752
Sapin baumier	12RS54	62	2.394	1.508	3.593
Sapin baumier	09-RS21	504	2.501	2.242	2.784
Sapin baumier	01-penteF	208	2.611	2.047	3.284
Sapin baumier	21RS25	400	2.611	2.299	2.956
Sapin baumier	13MJ25	6	2.819	0.748	7.351
Sapin baumier	14MJ22	15	2.827	0.918	6.637
Sapin baumier	08-MJ21	2340	2.991	2.814	3.180
Sapin baumier	05-MJ12mince	166	3.162	2.581	3.839
Sapin baumier	19MJ25S	73	3.162	2.053	4.679
Sapin baumier	02minceE	60	3.229	1.990	4.980
Sapin baumier	06-MJ12mince	496	3.280	2.810	3.813
Sapin baumier	04-FE32mince	71	3.697	2.333	5.621
Sapin baumier	15MS22	72	3.884	2.324	6.173
Sapin baumier	7RS51	81	3.998	2.725	5.702
Sapin baumier	8FE32	16	4.291	1.748	9.179
Sapin baumier	14MJ28	9	4.972	0.255	27.439
Sapin baumier	05-FE32mince	45	5.567	3.683	8.216
Sapin baumier	6MJ21	351	6.071	5.141	7.142
Sapin baumier	13MJ12	49	6.988	3.940	11.915
Sapin baumier	23RS38	122	7.662	5.886	9.903
Sapin baumier	29RC38	25	9.924	1.640	44.245

Les moyennes marginales estimées de croissance ont permis d'ordonner, pour chaque espèce, les stations forestières. On aperçoit au Tableau 4 que cet ordre peut être différent d'une espèce à l'autre. Cependant, en général, les stations les moins productives le sont pour plusieurs espèces et vice-versa.

Pour regrouper les stations forestières, nous avons effectué la moyenne des rangs relatifs obtenus pour chaque espèce (Tableau 4). Cette analyse a permis de classer les stations selon leur potentiel global (toutes espèces confondues) de croissance. Cette analyse aurait pu accorder un poids relatif aux volumes par essence dans les zones feuillue et mixte de l'UAF 064 et aurait ainsi donné un autre regroupement de station forestière.

**Tableau 4.** Moyenne du rang relatif du potentiel de croissance d'une station forestière pour essences les plus importantes de l'UAF 064.

Stations forestières	BOJ	BOP	EPB+	ERR	ERS	PET+	SAB	Moyenne	Écart-Type
28RS15		0.03					0.03	0.03	0.00
25RP11		0.09	0.06	0.14		0.03	0.05	0.08	0.04
09-RS21	0.27	0.15	0.39	0.32		0.17	0.39	0.26	0.12

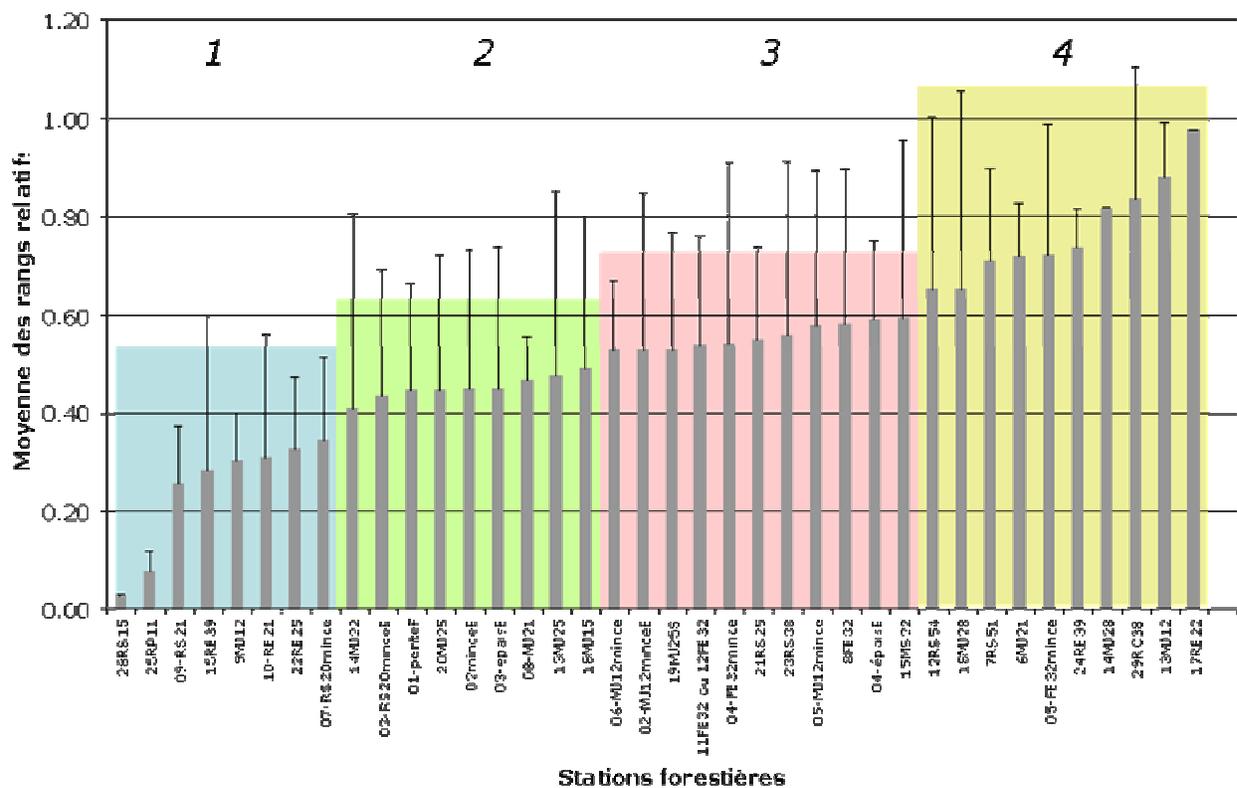
15RE39		0.74	0.03			0.10	0.26	0.28	0.32
9MJ12	0.23						0.37	0.30	0.10
10-RE21		0.35	0.68	0.04		0.37	0.11	0.31	0.25
22RE25		0.47				0.40	0.13	0.33	0.15
07-RS20mince	0.62	0.41	0.32	0.46	0.06	0.23	0.24	0.34	0.17
14MJ22	0.96	0.06	0.77	0.11			0.50	0.41	0.40
03-RS20minceE		0.18	0.65	0.61		0.73	0.29	0.43	0.26
01-penteF	0.81	0.24	0.26	0.25	0.71	0.53	0.42	0.45	0.22
02minceE	0.19	0.12	0.29	0.75	0.53	0.87	0.63	0.45	0.28
03-epaisE	0.73	0.62	0.13	0.82	0.18	0.50	0.16	0.45	0.29
20MJ25	0.08	0.44	0.42	0.29	0.82	0.47	0.21	0.45	0.27
08-MJ21	0.42	0.56	0.45	0.50	0.29	0.43	0.53	0.47	0.09
13MJ25	0.04	0.97	0.71	0.18			0.47	0.47	0.38
18MJ15	0.12	0.71	0.84	0.79	0.76	0.27	0.18	0.49	0.31
02-MJ12minceE	0.54	0.26	0.87	0.86		0.57	0.08	0.53	0.32
06-MJ12mince	0.35	0.50	0.58	0.64	0.47	0.33	0.66	0.53	0.14
19MJ25S	0.50	0.32	0.23	0.89		0.63	0.61	0.53	0.24
04-FE32mince	0.92	1.00	0.10	0.07	0.41	0.30	0.71	0.54	0.37
11FE32 ou 12FE32		0.76			0.24	0.60	0.55	0.54	0.22
21RS25	0.46	0.59	0.48	0.43		0.97	0.45	0.55	0.19
23RS38	0.15	0.65	0.74	0.21	0.94	0.07	0.92	0.55	0.35
05-MJ12mince	0.38	0.38	0.90	0.36	0.88	0.13	0.58	0.58	0.32
8FE32	0.85		0.16	0.39	0.35	0.93	0.79	0.58	0.32
04-épaisE	0.88	0.53	0.52	0.54	0.65	0.67	0.32	0.59	0.16
15MS22		0.21	0.81	1.00		0.20	0.74	0.59	0.37
12RS54		0.88	0.19	0.93		0.90	0.34	0.65	0.35
18MJ28	0.31	0.29	1.00				1.00	0.65	0.40
7RS51	0.58	0.94	0.55	0.57	1.00	0.77	0.76	0.71	0.19
05-FE32mince	0.77	0.68	0.97	0.68	0.12	0.83	0.84	0.72	0.26
6MJ21	0.65	0.85	0.61	0.71	0.59	0.80	0.87	0.72	0.11
24RE39		0.82				0.70	0.68	0.74	0.08
14MJ28							0.82	0.82	NA
29RC38	1.00	0.91	0.35	0.96			0.95	0.84	0.27
13MJ12	0.69	0.79	0.94			1.00	0.89	0.88	0.11
17RE22							0.97	0.97	NA

**La**

Figure 2 présente le résultat de cette analyse sous forme graphique. Nous nous sommes servis de cette figure pour identifier les groupes de potentiel de croissance (Tableau 5).

**Tableau 5.** Regroupement des stations forestières en 4 potentiels de croissance (1-faible, 4-élevé).

Stations forestières	Groupe
07-RS20mince, 28RS15, 25RP11, 09-RS21, 22RE25, 10-RE21, 9MJ12, 15RE39	1
14MJ22, 02minceE, 03-epaisE, 03-RS20minceE, 08-MJ21, 01-penteF, 13MJ25, 18MJ15, 20MJ25	2
23RS38, 15MS22, 8FE32, 19MJ25S, 02-MJ12minceE, 11FE32 ou 12FE32, 21RS25, 04-épaisE, 04-FE32mince, 06-MJ12mince, 05-MJ12mince	3
7RS51, 6MJ21, 05-FE32mince, 14MJ28, 24RE39, 17RE22, 12RS54, 13MJ12, 18MJ28, 29RC38	4



**Figure 2.** Regroupement des stations forestières en potentiel de croissance (1-faible, 4-élevé).

## Calibration de la croissance

L'analyse de régression linéaire a permis de calculer les paramètres de l'équation :  $\ln(\text{croissance}+1) = \text{indice de compétition} \cdot A + B$  (Tableau 6). On trouvera en Annexe 1 les graphiques présentant les courbes de la croissance diamétrale annuelle en fonction de l'indice de compétition par potentiel de croissance.

**Tableau 6.** Valeurs estimées des paramètres de l'équation modélisant la croissance des espèces sur les 4 potentiels de croissance.

Essence	Indice <sup>1</sup>	Potentiel de croissance <sup>2</sup>	A	B	R <sup>2</sup>
BOJ	st_tot	1	-0.0242	1.7016	0.141
		2	-0.0122	1.4732	0.035
		3	-0.0129	1.5388	0.087
		4	-0.0200	1.6684	0.083
BOP	st_25	1	-0.0161	1.1129	0.076
		2	-0.0236	1.3281	0.152
		3	-0.0230	1.2967	0.183
		4	-0.0384	1.6560	0.259
CHR EPB+ <sup>3</sup>	st_25		-0.0220	1.5290	0.122
		1	-0.0230	1.5134	0.147
		2	-0.0253	1.5949	0.193
		3	-0.0296	1.6579	0.23
EPN	st_25	4	-0.0395	1.9921	0.182
		1	-0.0175	1.1310	0.174
		2	-0.0165	1.1684	0.121
		3	-0.0206	1.2761	0.184
ERR	st_25	4	-0.0202	1.4680	0.174
		1	-0.0177	1.3436	0.086
		2	-0.0205	1.5201	0.092
		3	-0.0172	1.4538	0.061
ERS	st_plus	4	-0.0254	1.6416	0.132
		1	-0.0179	1.1193	0.054
		2	-0.0225	1.5428	0.124
		3	-0.0213	1.5489	0.123
FRN HEG	st_25	4	-0.0218	1.5229	0.104
			-0.0050	0.9810	0.007
		2	-0.0173	1.5531	0.058
		3	-0.0415	1.9574	0.203
MEL ORA OSV PET+ <sup>3</sup>	st_plus	4	-0.0167	1.5939	0.078
			-0.0210	1.2160	0.072
			-0.0130	1.4580	0.032
			-0.0130	0.8740	0.043
PET+ <sup>3</sup>	st_25	1	-0.0239	1.4818	0.169
		2	-0.0250	1.6299	0.222
		3	-0.0260	1.7603	0.187
		4	-0.0391	2.0265	0.24
PIB	st_plus		-0.0340	1.8480	0.265

PIG	st_plus	1	-0.0289	1.1473	0.257
		2	-0.0236	1.2757	0.281
		3	-0.0249	1.2538	0.287
PIR	st_plus		-0.0260	1.5700	0.222
PRU	st_25		-0.1400	1.4590	0.102
SAB	st_25	1	-0.0036	1.0995	0.004
		2	-0.0183	1.3692	0.092
		3	-0.0115	1.3006	0.072
		4	-0.0285	1.6807	0.182
SAL	st_plus		-0.0230	1.1940	0.126
THO	st_25	1	0.0000	1.1467	0.001
		2	-0.0126	1.3532	0.062
		3	-0.0098	1.3076	0.053
		4	-0.0219	1.4726	0.204
TIL	st_plus		-0.0130	1.2470	0.034
Autres	st_25		-0.0090	1.1060	0.019

<sup>1</sup> Indice de compétition. st\_tot : surface terrière totale de la parcelle; st\_plus : surface terrière des arbres qui ont un diamètre plus grand que celui de la tige modélisée; st\_25 : surface terrière des arbres qui ont un diamètre plus grand que 75% de celui de la tige modélisée.

<sup>2</sup> Certaines espèces n'étaient pas présentes sur certaines stations (HEG, PIG). Certaines espèces étaient en trop petit nombre pour pouvoir distinguer leur croissance par potentiel de croissance (CHR, FRN, MEL, ORA, OSV, PIB, PIR, PRU, SAL, TIL, Autres).

<sup>3</sup> Épinette blanche et épinette rouge.

<sup>4</sup> Peuplier baumier, peuplier à grandes dents, et peuplier faux-tremble.

Ces courbes de croissance en fonction de l'environnement de compétition ont été développées pour toutes les vigueurs. Cependant, *Cohorte* attribue une croissance supérieure de 133% aux tiges vigoureuses et de 66% aux tiges non-vigoureuses. Ces proportions ont été empiriquement obtenues à l'aide de données terrain mettant en relation la croissance des arbres et leur vigueur en fonction de l'environnement de croissance à partir d'arbres qui ont été sondés et analysés dans l'UAF 072-51.

## Calibration de la mortalité

La régression logistique a permis d'estimer les paramètres de équations prédictives de la mortalité des arbres sur une période de 10 ans à l'échelle régionale pour les espèces les plus abondantes (Tableau 7) et à l'échelle provinciale pour les autres espèces (Tableau 8).

**Tableau 7.** Termes  $\beta X$  dans l'équation logistique (événement/non-événement) =  $\exp(\beta X)$  pour la prédiction de la mortalité à partir des PEPs des sous-régions écologiques touchant à l'UAF (3bT, 4cT, 4bM, 5cT).

Essence	Termes $\beta X$
BOJ	-0.370 - 1.795*(ln(croissance+1))
BOP	-0.170 - 1.926*(ln(croissance+1)) - 0.076*COUPE
EPB+	-0.214 - 0.853*(ln(croissance+1)) - 0.153*COUPE - 0.687*(dhp=10-30 cm)
EPN	0.559 - 1.819*(ln(croissance+1)) - 0.186*COUPE - 1.169*(dhp=10-20cm) - 0.734*(dhp=20-30 cm)
ERR	1.627 - 2.055*(ln(croissance+1)) - 0.161*COUPE- 0.735*(dhp=10-20 cm)
ERS	-0.594 - 1.425*(ln(croissance+1)) - 0.116*(dhp=10-20 cm) - 0.475*(dhp=20-30cm)
HEG	1.729 - 1.560*(ln(croissance+1)) - 1.879*(dhp=10-20 et 30+cm) - 2.655*(dhp=20-30 cm)
PET+	3.275 - 2.567*(ln(croissance+1)) - 0.323*COUPE- 1.685*(dhp=10-20 et 30+cm) - 1.659*(dhp=20-30 cm)
PIG	0.589 - 2.306*(ln(croissance+1)) - 0.346*COUPE
SAB	3.005 - 2.114*(ln(croissance+1)) - 0.252*COUPE - 1.557*(dhp=10-20 cm) - 0.488*(dhp=20-30 cm)
THO	1.200 - 1.057*(ln(croissance+1))

**Tableau 8.** Termes  $\beta X$  dans l'équation logistique (événement/non-événement) =  $\exp(\beta X)$  pour la prédiction de la mortalité à partir des PEPs de l'ensemble du Québec.

Essence	Termes $\beta X$
CET	1.214 - 2.078*(ln(croissance+1)) - 0.255*COUPE
CHR	0.971 - 3.131*(ln(croissance+1))
FRA	0.936 - 3.004*(ln(croissance+1))
FRN	0.107 - 1.995*(ln(croissance+1)) - 0.088*COUPE
MEL	-0.118 - 1.954*(dhp=10-20 cm)
ORA	0.321 - 0.369*COUPE
OSV	1.916 - 2.579*(ln(croissance+1)- 2.173*(dhp=10-20 cm) - 1.854*(dhp=20-30 cm)
PIB	-1.217 - 0.639*(ln(croissance+1)) - 0.183*COUPE
PRU	-0.673 - 1.894*(ln(croissance+1))- 0.705*(dhp=10-20 cm) - 1.636*(dhp=20-30 cm)
SAL	1.002 - 0.890*(ln(croissance+1))
TIL	0.052 - 2.205*(ln(croissance+1)) - 0.191*COUPE

## Calibration de l'évolution de la qualité

Un modèle prédictif régional de la qualité (Q2) a été obtenu en utilisant la régression logistique polythétique pour 7 espèces de feuillues bien représentées dans les PEPs des sous-régions écologiques touchant à l'UAF (3bT, 4cT, 4bM, 5cT) (Tableau 9). Cette équation utilise la qualité précédente (Q1), le diamètre hauteur poitrine de la tige et sa croissance antérieure pour prédire la probabilité d'évoluer vers une nouvelle classe de qualité ou bien de rester dans la même. Pour les autres essences feuillues, nous avons utilisé les équations développées pour la région de l'Outaouais telles que présentées dans Forget et al. (2001).

**Tableau 9.** Paramètres des équations régionales de prédiction de la qualité.

Espèce	Qualité prédite <sup>1</sup>	Constante	Croissance	DHP	(Q1="A")	(Q1="B")	(Q1="C")	(Q1="D")
BOJ	Q2=A	-4.3646	0.4708	0.0055	11.7525	3.1548	0.8871	3.7938
	Q2=B	-0.0997	0.2929	0.0016	10.2121	3.5752	0.0679	4.0184
	Q2=C	3.3887	0.0988	0.0083	0.3489	2.1328	0.8915	0.7485
BOP	Q2=A	-10.8936	0.9136	0.0201	15.1946	0.9909	8.6750	2.0113
	Q2=B	-4.7300	0.5433	0.0106	0.4835	1.6980	0.3869	4.1126
	Q2=C	4.7359	0.0976	0.0122	0.4015	0.5440	0.4222	0.8267
ERR	Q2=A	-10.6772	0.5536	0.0214	14.8197	0.0369	11.4386	10.3142
	Q2=B	-8.1192	0.5040	0.0135	15.5926	15.1198	1.9443	1.3389
	Q2=C	1.8601	0.0915	0.0061	0.3718	14.6385	1.2515	0.5590
ERS	Q2=A	-5.6268	0.1586	0.0104	14.2653	1.4838	1.2862	11.1232
	Q2=B	-1.2669	0.1795	0.0017	12.6773	2.9594	0.0232	3.2214
	Q2=C	3.0880	0.0024	0.0067	11.5748	1.0426	0.8077	0.6596
PET+	Q2=A	-10.4024	0.5875	0.0211	12.9561	1.7001	1.7186	9.1936
	Q2=B	-2.5676	0.4447	0.0061	2.0065	1.4843	0.5868	3.7212
	Q2=C	4.6681	0.1356	0.0113	0.3637	12.3653	0.3142	0.7280
TIL <sup>2</sup>	Q2=A	-262.8638	2.7517	0.8208	58.5287	38.8539	11.6845	46.5114
	Q2=B	-196.7290	5.8025	0.6008	-52.8091	-24.8318	-11.7204	17.0612

<sup>1</sup> Comme il y a 4 classes de qualité (A, B, C, D), seulement trois fonctions de probabilité sont nécessaires, la quatrième étant obtenue par défaut ( $1 - (\text{Prob}(Q2=A) + \text{Prob}(Q2=B) + \text{Prob}(Q2=C))$ ).

<sup>2</sup> Comme les tilleuls de qualité « D » étaient absents de la base de donnée, le modèle prédit seulement les transitions vers les qualités A, B et C.

# ***Évaluation de la calibration « Mont-Laurier » du modèle Cohorte***

## **Introduction**

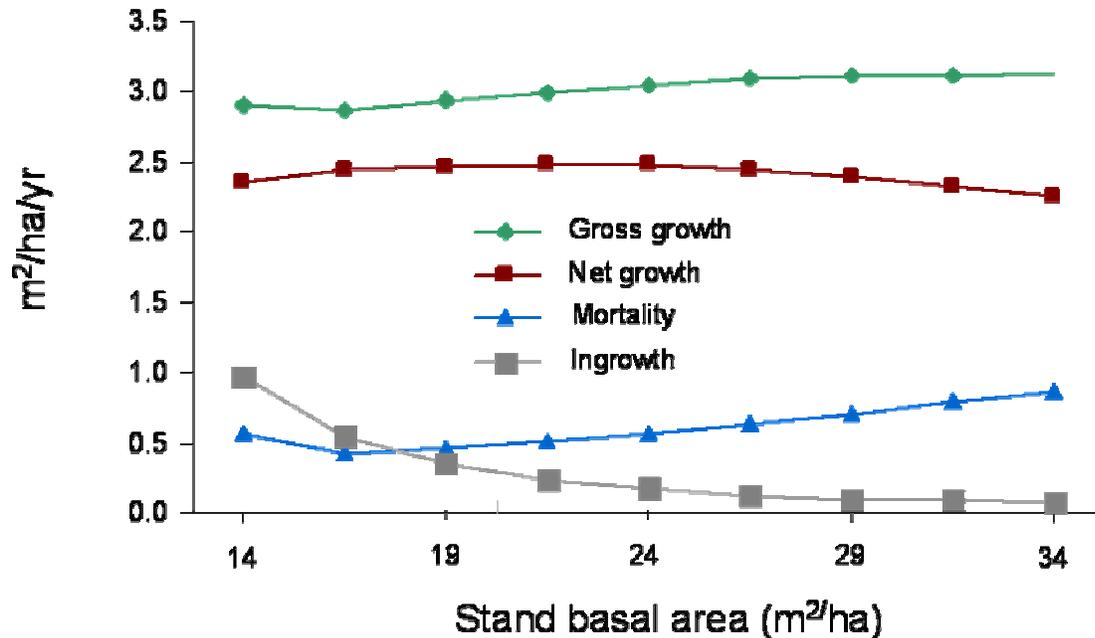
Nous présentons ici les résultats de validation du modèle *Cohorte* pour la calibration qui a été effectuée pour le projet Patchworks-AIFHL. Ces résultats ont été présentés dans le cadre du Congrès de l'UIFRO 1.05 conference on Natural disturbance-based silviculture – Managing for complexity à Rouyn-Noranda, 16-17 mai 2006.

## **Méthodologie**

Nous avons évalué comment *COHORTE* modélisait l'évolution de la survie, de la croissance, de la mortalité, du recrutement et de l'accroissement net, et avons comparé les résultats à ceux obtenus dans les parcelles-échantillons permanentes sur une période de 16 à 26 ans dans la région de Mont-Laurier. Les parcelles-échantillons ayant subi une récolte ou un chablis produisant une réduction de 10% et plus de surface terrière ont été retirées. Les parcelles montrant un taux anormal (basé sur Bédard et al. 2005) d'accroissement annuel net ( $< 0$  or  $> 0.7$  m<sup>2</sup>/ha/an) ou de mortalité ( $> 0.5$  m<sup>2</sup>/ha/an) ont aussi été rejetées. Une comparaison entre les simulations et les valeurs observées dans les PEPs pour les variables de la croissance des survivants, de mortalité, de recrutement et d'accroissement annuel net a été effectuée à l'aide de tests de t-pairés, séparément pour les peuplements de feuillus tolérants (dominés par l'érable à sucre; 57 PÉPs) et les peuplements mixtes (dominés par le bouleau jaune et le sapin baumier; 21 PÉPs).

## **Résultats et discussion**

Le comportement de croissance des peuplements simulés dans *Cohorte* correspond au comportement généralement observé dans les peuplements inéquiennes (Erdmann et Oberg 1973) (Figure 3).

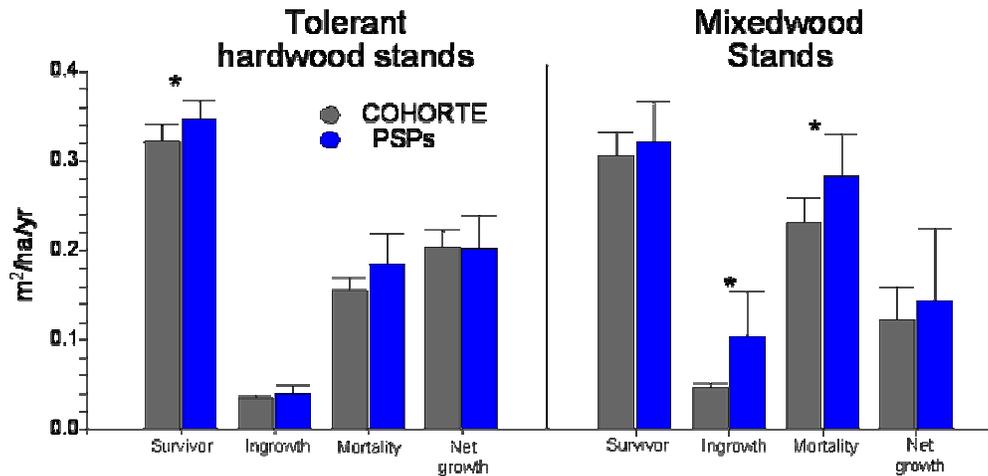


**Figure 3.** Exemple d'une simulation typique sur 50 ans avec *Cohorte*.

En ce qui concerne les peuplements feuillus tolérants, *COHORTE* prédit correctement l'accroissement net (Figure 4). La croissance des survivants est significativement sous-estimée même mais la différence est plutôt faible ( $0.03 m^2/ha/an$  sur  $0.34 m^2/ha/an$ , soit 9%). La mortalité est elle aussi sous-estimée mais les résultats ne sont statistiquement pas significatifs, étant donné la grande variabilité dans les PÉPs. Cette variabilité peut être attribuée en partie à la superficie réduite des PÉPs ( $400 m^2$ ) comparativement à la superficie de 1 ha prédite par *Cohorte*.

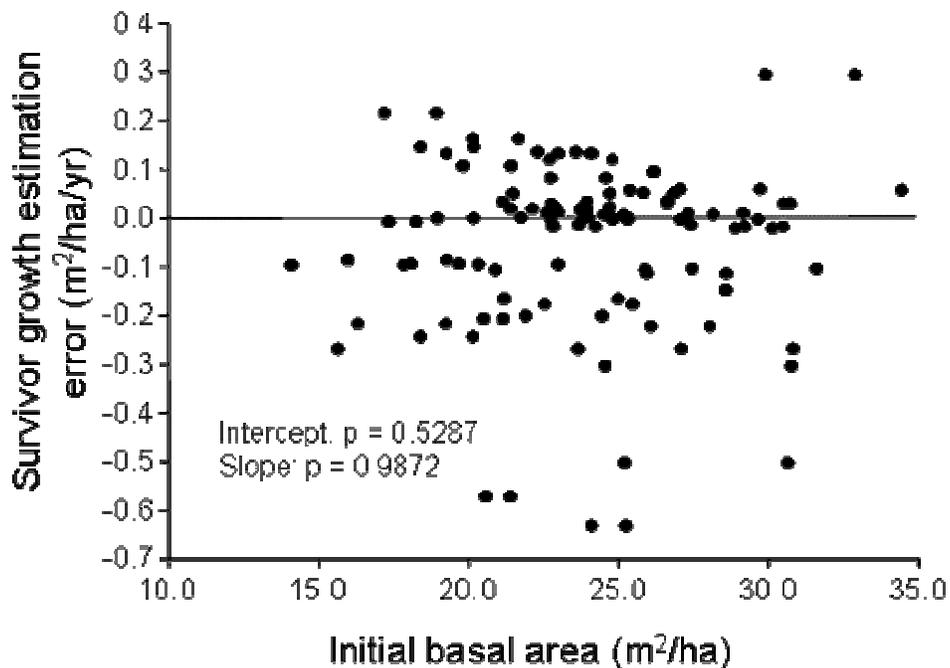
*COHORTE* prédit correctement l'accroissement net et l'accroissement des survivants pour les peuplements mixtes (Figure 4). Le recrutement et la mortalité sont tous deux sous-estimés de façon significative par *Cohorte*. Une partie du manque de concordance dans le recrutement ne peut être attribué à *COHORTE* mais plutôt à l'absence de données sur les gaules dans les PÉPs. Dans un tel cas, *COHORTE* génère lui-même une banque de gaules sur la base de la banque de perches (9.1 cm à 23.0 cm). Un autre facteur responsable de la différence de la mortalité vient du fait que le sapin baumier a été fortement touché par l'épidémie de tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) des années 1980 dans les PÉPs, résultant en une plus grande mortalité (souvent subséquentement associé à un chablis) qui a ainsi probablement stimulé le recrutement dans les PÉPs. Ce résultat nous suggère qu'il

serait recommandé d'avoir alors 2 calibrations pour la mortalité chez le sapin baumier : une en période endémique des populations de TBE et une en période épidémique.

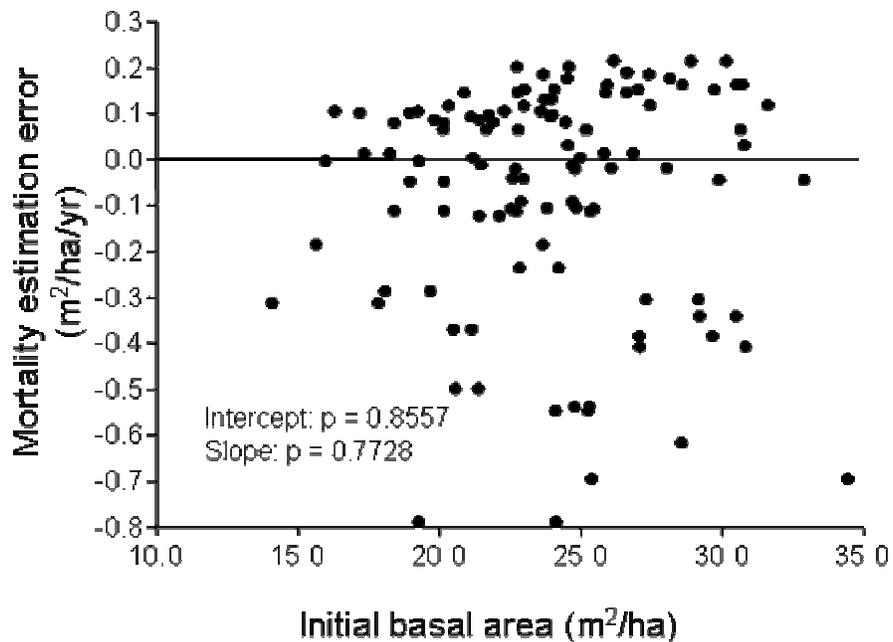


**Figure 4.** Comparaison entre les valeurs observées et prédites des variables de la croissance des peuplements de feuillus tolérants et mixtes ( $\alpha=0.05$ )

L'analyse des erreurs d'estimation de l'accroissement des survivants et de la mortalité montre que l'erreur d'estimation n'est pas liée à la surface terrière initiale (Figure 5 et Figure 6). Ce résultats suggère que *Cohorte* est plutôt robuste pour ces deux variables et qu'il peut être utilisé à travers une large fourchette de surfaces terrières initiales.



**Figure 5.** Distribution des erreurs de l'accroissement des survivants en fonction de la surface terrière initiale dans les peuplements de feuillus tolérants pour la calibration « Mont-Laurier (Qc) » de *Cohorte*.



**Figure 6.** Distribution des erreurs de la mortalité des survivants en fonction de la surface terrière initiale dans les peuplements de feuillus tolérants pour la calibration « Mont-Laurier (Qc) » de *Cohorte*.

Cet exercice de validation demeure plutôt partiel et une validation plus exhaustive est en cours sur des jeux de données plus complets afin de définir les conditions d'utilisation de *Cohorte* sur la base des principes de validation présentés dans Vanclay & Skovsgaad (1997).

# ***Attribution des classes de vigueur aux tiges dans les tables de stock***

## **Introduction**

*Cohorte* utilise la notion de vigueur des tiges pour simuler la croissance. En effet, pour chaque espèce, deux courbes mettant en relation la croissance et la compétition : une courbe pour les tiges dites vigoureuses et une courbes pour les tiges dites non vigoureuses. Cependant, les tables de stock traditionnellement utilisées pour le calcul de la possibilité forestière ne distinguent pas les tiges vigoureuses et non vigoureuses. Ainsi, pour utiliser adéquatement *Cohorte*, il a fallu attribuer une classe de vigueur à chaque arbre de la table de stock. Cette section présente comment cette attribution a été effectuée.

## **Méthodologie**

Il existe deux sources d'information qui permettent d'attribuer une classe de vigueur aux tiges des tables de stock. Une première source d'information vient des placettes-échantillons d'inventaire d'intervention (PÉII) des industriels de la région prise durant les années 2001-2002-2003-2004. En effet, lors de ces inventaires, les tiges sont caractérisées selon les classes de vigueur de Majcen et al. (1990). Il est alors possible d'associer par strates une distribution de la vigueur par essence et classes de diamètre, par strates cartographiées à l'aide de ces données. Une tige est jugée vigoureuse lorsqu'elle est de classe 1, 2 et 5 (Majcen et al. 1990).

D'un autre côté, une matrice de correspondance « Qualité-Vigueur » a été développée pour la région à partir de parcelles dans lesquelles les deux types de donnée (qualité et vigueur) ont été pris pour chaque arbre (Gordon Weber, comm. pers.).

Ainsi, pour chaque strate inventaire regroupée fusionnée (SIRF), nous avons combiné ces deux sources d'information pour attribuer par essence et par classe de DHP un pourcentage de tiges vigoureuses.

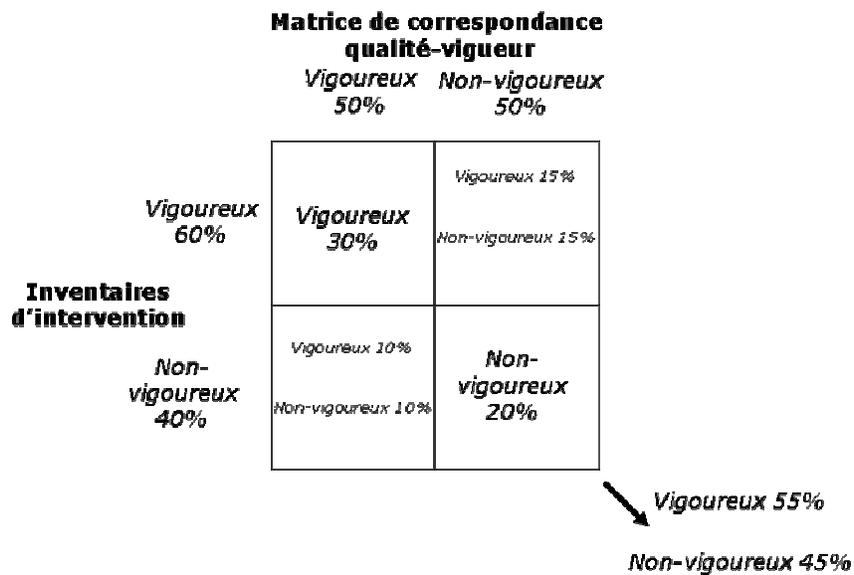
Pour ce faire, pour chaque SIRF, essence, classe de DHP, nous avons croisé les proportions en tiges vigoureuses provenant des 2 types de donnée (Figure 7). Ainsi,

$$\text{(Équ. 1) \% en tiges vigoureuses} = PV_{ii} * PV_{mc} + (PNV_{ii} * PV_{mc} + PV_{ii} * PNV_{mc})/2$$

$$\text{(Équ. 2) \% en tiges non-vigoureuses} = PNV_{ii} * PNV_{mc} + (PNV_{ii} * PV_{mc} + PV_{ii} * PNV_{mc})/2$$

Où  $PV_{ii}$  et  $PNV_{ii}$  = les proportions en tiges vigoureuses et non-vigoureuses dans les placettes-échantillons des inventaires d'interventions des strates cartographiques correspondant à la SIRF ;

$PV_{mc}$  et  $PNV_{mc}$  = les proportions en tiges vigoureuses et non-vigoureuses dans la SIRF selon la matrice de correspondance Qualité-Vigueur du MRNFQ.



**Figure 7.** Exemple de calcul de la proportion en tiges vigoureuse d'une essence à une classe de diamètre pour une SIRF à l'aide du croisement des proportions provenant de l'information des placettes-échantillons des inventaires d'intervention et de la matrice de correspondance Qualité-Vigueur du MRNFQ.

## Résultats et discussion

L'application de ces règles a permis de déterminer la proportion de vigueur à chaque essence par classes de diamètre tout en étant spécifique à la SIRF, basé sur les inventaires d'intervention (Annexe 2). Lorsque ramené à l'échelle de la strate (SIRF), le pourcentage de tige vigoureuses varie très peu d'une SIRF à l'autre avec des minima de 0.45 et 0.47, et des maxima de 0.53 et 0.55 pour les zones 064F et 064M respectivement (Tableau 10).

**Tableau 10.** Proportion en surface terrière en tiges vigoureuses et non-vigoureuses calculée pour les SIRF irrégulières.

Zone	SIRF_ID	Type de strate	Surface terrière			% non-vigoureux	% vigoureux
			Non-vigoureux	Vigoureux	Total		
064F	064f-i-0001	feuillu	8.62	8.94	17.57	0.49	0.51
064F	064f-i-0002	feuillu	9.06	10.38	19.44	0.47	0.53
064F	064f-i-0003	mixte	7.66	8.29	15.95	0.48	0.52
064F	064f-i-0004	mixte	7.60	7.47	15.07	0.50	0.50
064F	064f-i-0005	feuillu	11.35	11.95	23.31	0.49	0.51
064F	064f-i-0006	feuillu	11.86	12.77	24.63	0.48	0.52
064F	064f-i-0007	feuillu	13.50	12.30	25.80	0.52	0.48
064F	064f-i-0008	feuillu	9.40	9.51	18.91	0.50	0.50
064F	064f-i-0009	mixte	11.38	12.82	24.20	0.47	0.53
064F	064f-i-0010	mixte	14.29	17.20	31.48	0.45	0.55
064F	064f-i-0011	mixte	10.25	10.61	20.86	0.49	0.51
064F	064f-i-0012	mixte	12.10	12.49	24.59	0.49	0.51
064F	064f-i-0013	mixte	10.59	11.04	21.63	0.49	0.51
064F	064f-i-0014	mixte	10.54	11.40	21.95	0.48	0.52
064F	064f-i-0015	mixte	10.67	10.59	21.27	0.50	0.50
064F	064f-i-0016	mixte	14.07	14.72	28.79	0.49	0.51
064F	064f-i-0017	mixte	13.42	13.10	26.52	0.51	0.49
064F	064f-i-0018	mixte	10.71	10.86	21.58	0.50	0.50
064M	064m-i-0001	mixte	8.40	8.69	17.09	0.49	0.51
064M	064m-i-0002	mixte	8.67	8.03	16.70	0.52	0.48
064M	064m-i-0003	mixte	5.56	5.55	11.10	0.50	0.50
064M	064m-i-0004	mixte	7.30	6.79	14.08	0.52	0.48
064M	064m-i-0005	mixte	9.78	9.77	19.56	0.50	0.50
064M	064m-i-0006	feuillu	11.46	10.26	21.72	0.53	0.47
064M	064m-i-0007	feuillu	7.96	8.99	16.95	0.47	0.53
064M	064m-i-0008	feuillu	8.96	9.12	18.07	0.50	0.50
064M	064m-i-0009	mixte	7.96	9.28	17.24	0.46	0.54
064M	064m-i-0010	mixte	9.69	10.33	20.02	0.48	0.52
064M	064m-i-0011	mixte	10.14	11.88	22.03	0.46	0.54
064M	064m-i-0012	mixte	10.55	11.52	22.08	0.48	0.52
064M	064m-i-0013	feuillu	9.27	8.39	17.66	0.53	0.47
064M	064m-i-0014	feuillu	9.43	9.82	19.26	0.49	0.51
064M	064m-i-0015	feuillu	9.65	9.59	19.24	0.50	0.50
064M	064m-i-0016	feuillu	13.10	12.42	25.52	0.51	0.49
064M	064m-i-0017	feuillu	13.36	13.54	26.91	0.50	0.50
Moyenne						0.49	0.51
Min						0.45	0.47
Max						0.53	0.55

# **Simulation des traitements**

## **Introduction**

Dans cadre de ce projet, quatre traitements (CJ, ESI, ECS, CMCD) ont été simulés sur l'ensemble des strates regroupées irrégulières identifiées (18 strates dans la zone feuillue et 17 strates dans la zone mixte), et cela pour chacun des 4 sites de potentiel de croissance. Toutes les combinaisons ont été simulées, générant ainsi 560 courbes différentes (35 strates \* 4 potentiels de croissance \* 4 traitements) d'attributs (état de la forêt) et de produits (résultantes de l'application d'un traitement dans Patchworks). Cette section vise spécifiquement à présenter les paramètres d'application des traitements et comment ceux-ci ont été simulés dans *Cohorte*. Ainsi, on trouvera dans cette section les règles séquentielles de priorité de récolte lors du martelage virtuel utilisées pour tous les traitements et, pour chaque traitement, les règles d'application du traitement telles la surface terrière minimale pour commencer à appliquer le traitement, le prélèvement cible et la fourchette de variation du prélèvement pour chaque retour en % de la surface terrière, le nombre de retours possibles et la surface terrière de retour.

## **Méthodologie**

### **Les règles séquentielles de priorité de récolte lors du martelage virtuel**

Pour effectuer le martelage virtuel selon les règles utilisées par la CFHL lors de l'application des traitements, nous devons dans un premier temps attribuer aux tiges un code de la classification « MSCR » à partir des informations que nous avons sur la tiges (espèce, DHP, vigueur, qualité). Pour ce faire, nous avons utilisé les règles suivantes :

1. «CR » à toutes les tiges vigoureuses (1-2-5) ;
2. « MS » à toutes les tiges non-vigoureuses (3-4-6) ;
3. « M » sont des « MS » avec une probabilité de mourir sur 5 ans élevé (ProbMort > 0.436<sup>1</sup>). La probabilité de mourir (ProbMort) est obtenue à partir de *Cohorte*;

---

<sup>1</sup> Le seuil de probabilité de mourir 0.436 sur 5 ans a été arbitrairement identifié afin de répartir les « M » et les « S » en moitié/moitié des tiges « MS ». Il est intéressant de noter que ce seuil attribue au « M » une probabilité de mourir sur 25 ans de 94%, ce qui est près de la définition qui dit qu'un « M » ne survit pas à la prochaine rotation.

4. « S » sont des « MS » avec une probabilité de mourir sur 5 ans faible (ProbMort<= 0.436). La probabilité de mourir (ProbMort) est obtenue à partir de *Cohorte*;
5. « M bois d'œuvre » pour les « M » avec une qualité A-B-C;
6. « M pâte » pour les « M » avec une qualité D;
7. « S bois d'œuvre » pour les « S » avec une qualité A-B-C;
8. « S pâte » pour les « S » avec une qualité D.

Pour le martelage des tiges à récolter, peu importe le traitement de coupe partielle (CJ, ESI, ECS), *Cohorte* a suivi la séquence de règles suivantes jusqu'à obtention du niveau de prélèvement demandé par le traitement:

1. « M bois d'œuvre » (Qualité A-B-C)
2. Peu longévives (Peu, Sab, Bop selon le DHP selon le traitement)
3. « M pâte »
4. « S bois d'œuvre »
5. « S pâte »
6. « CR » de Qualité ABC
7. « CR » de Qualité D

**Le lecteur intéressé pourra trouver en le code source (VBA) qui permet d'effectuer la reclassification MSCR des tiges et le martelage virtuel des peuplements en**  
**Annexe 2**

Le lecteur peut voir les proportions de vigueur croisée obtenue par SIRF, essence, DHP, et Qualité dans le fichier **Proportion vigoureux et n-v par sirf, ess et dhp.xls** du CD attaché à ce document.

### Annexe 3.

## Les règles d'application des traitements

### *La coupe de jardinage (CJ)*

Le jardinage commence à s'appliquer à une surface terrière minimale de 20 m<sup>2</sup>/ha et les règles séquentielles de priorité récolte sont appliquées. En appliquant la coupe de jardinage, *Cohorte* récolte entre 25 et 35% de la surface terrière, en essayant de rester le plus près de 30% de prélèvement (Tableau 11). Pour le jardinage, nous avons identifié 4 retours possibles (14, 16, 18, et 20.5 m<sup>2</sup>/ha). Ainsi, à titre d'exemple de 20 à 21.4 m<sup>2</sup>/ha (exclusivement), le retour est à 14 m<sup>2</sup>/ha, donnant ainsi des prélèvements jouant entre 25 et 35% (Tableau 11).

### *L'éclaircie sélective individuelle (ESI)*

L'éclaircie sélective individuelle commence à s'appliquer à une surface terrière minimale de 20 m<sup>2</sup>/ha et les règles séquentielles de priorité récolte sont appliquées. En appliquant l'éclaircie sélective individuelle, *Cohorte* récolte entre 30 et 39% de la surface terrière, en essayant de rester le plus près de 35% de prélèvement (Tableau 11). Pour l'éclaircie sélective individuelle, nous avons identifié 3 retours possibles (14, 16, et 18 m<sup>2</sup>/ha). Ainsi, à titre d'exemple de 20 à 23.1 m<sup>2</sup>/ha (exclusivement), le retour est à 14 m<sup>2</sup>/ha, donnant ainsi des prélèvements jouant entre 30 et 39% (Tableau 11).

**Tableau 11.** Bornes en surface terrière d'applicabilité des traitements de coupes partielles et prélèvements associés.

Traitement	Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)		Retour	Cible	Prélèvement	
	Éligibilité*				Fourchette de variation	
CJ	20	21.4	14	30%	30%	35%
	21.4	24.3	16	30%	25%	34%
	24.3	27.5	18	30%	26%	35%
	27.5	+	20.5	30%	25%	-
ESI	20	23.1	14	35%	30%	39%
	23.1	26.2	16	35%	31%	39%
	26.2	+	18	35%	31%	-
ECS	20	23.3	13	40%	35%	44%
	23.3	27.1	15	40%	36%	45%
	27.1	+	17.5	40%	35%	-
CMCD (1 récolte)	12	16	8		33%	50%

CMCD (2 récoltes) (1ère récolte)	16	+	NA	45%	45%	45%
CMCD (2 récoltes) (2ème récolte)			8			

- Les bornes de surface terrière (la borne supérieure étant exclusive) représentent la zone d'applicabilité pour effectuer le traitement et obtenir le retour indiqué.

### L'éclaircie (ECS)

L'ECS commence à s'appliquer à une surface terrière minimale de 20 m<sup>2</sup>/ha et les règles séquentielles de priorité récolte sont appliquées. En appliquant l'ECS, Cohorte récolte entre 35 et 45% de la surface terrière, en essayant de rester le plus près de 40% de prélèvement (Tableau 11). Pour l'ECS, nous avons identifié 3 retours possibles (13, 15, et 17.5 m<sup>2</sup>/ha). Ainsi, à titre d'exemple de 20 à 23.3 m<sup>2</sup>/ha (exclusivement), le retour est à 13 m<sup>2</sup>/ha, donnant ainsi des prélèvements jouant entre 35 et 44% (Tableau 11).

### Le multi-traitement (CMCD)

Le multi-traitement s'applique différemment des autres traitements. Sur le terrain, le multi-traitement vise à traiter surtout les peuplements originant des anciennes CDL. Il implique une application judicieuse et localement spécifique de jardinage (représentant un faible pourcentage du secteur traité) et de coupe progressive avec 1 ou 2 passes. Pour le présent projet, nous nous sommes limités à simuler la partie en coupe progressive. La coupe progressive aura une ou deux récoltes selon la surface terrière de départ du peuplement. En effet, il est possible d'appliquer la CMCD dès 12 m<sup>2</sup>/ha de surface terrière mais avec une seule récolte. Le traitement vise alors à réduire la surface terrière jusqu'à 8 m<sup>2</sup>/ha. Il s'applique en mode « 1 récolte » jusqu'à concurrence de 16 m<sup>2</sup>/ha (exclusivement), générant des prélèvements variant entre 33 et 45%. À partir de 16 m<sup>2</sup>/ha, la CMCD s'effectue en 2 récoltes, les deux étant espacées par une période de 15 ans. En CMCD « 2 récoltes », la première récolte prélève 45% du peuplement. Pendant les quinze années qui suivent, le résiduel continue de croître. À la quinzième année, un prélèvement final réduit la surface terrière du peuplement résiduel à 8 m<sup>2</sup>/ha.

**Dans les deux types de CMCD, les règles séquentielles de priorité récolte sont suivies, cependant, s'y ajoutent des contraintes au niveau des minima en DHP par essence. Les contraintes en regard des minima en DHP sont les suivantes : Sab, DHP ≥ 18 cm, Autres essences DHP ≥ 30 cm. Cependant, dans certains cas, il peut être impossible de respecter la contrainte des minima en DHP et d'abaisser la surface terrière à 8 m<sup>2</sup>/ha (qui est le retour de la CMCD) en même temps. Dans ces cas, il a fallu assouplir cette règle des minima de DHP pour pouvoir abaisser la surface terrière à 8 m<sup>2</sup>/ha. L'assouplissement de cette contrainte se fait alors**

**progressivement, en passant le minima à 28 cm, puis à 26 cm, etc. jusqu'à l'obtention de la surface terrière de retour de 8 m<sup>2</sup>/ha. On trouve en annexe le code source (VBA) qui permet d'effectuer le martelage virtuel des peuplements pour la CMCD (Annexe 2**

Le lecteur peut voir les proportions de vigueur croisée obtenue par SIRF, essence, DHP, et Qualité dans le fichier **Proportion vigoureux et n-v par sirf, ess et dhp.xls** du CD attaché à ce document.

Annexe 3).

## ***La production des courbes d'attributs et de produits pour Patchworks***

### **Méthodologie**

Nous avons calculé les attributs des peuplements à partir des tiges sur pied et les produits à partir des tiges récoltées (Tableau 12). La liste des produits calculés est disponible dans le document « Méta-données courbes irréguliers.xls » déjà disponible sur le site Internet du projet. Le volume par tige a été calculé à l'aide des tarifs de cubage de la zone F et de la zone M du MRNFQ applicable à l'UAF 064. Les produits par tige ont été calculés à partir de la matrice des produits du MRNFQ (même matrice pour la zone F et la zone M). La valeur des produits a été calculée à partir de taux (\$/m<sup>3</sup>) définis par François Laliberté (Optivert) dans le cadre de ce projet et sont disponibles sur le site internet du projet. À noter que pour certaines combinaisons espèces-produits, la valeur au m<sup>3</sup> peut varier selon la taille de la tige, en autres pour le sciage et le déroulage de certains feuillus durs.

**Tableau 12.** Listes des attributs et des produits pour lesquels des courbes ont été produites par SIRF irrégulières et par potentiel de croissance pour Patchworks.

---

Paramètres
Accroissement Annuel Net (m <sup>2</sup> /ha/an)
Diamètre moyen (cm)
Dénombrement en tiges sur pied >=9.1 cm
% en surface terrière en autres feuillus
% en surface terrière en bouleau jaune
% en surface terrière en autres feuillus
% en surface terrière en bouleau à papier
% en surface terrière en peupliers
% en surface terrière en pin blanc/rouge
% en surface terrière en pruche
% en surface terrière en SEPM
% en surface terrière en thuya
% en surface terrière en petites tiges
% en surface terrière en moyenne tiges
% en surface terrière en grosses tiges
% en surface terrière en tiges vigoureuses
Surface terrière totale
Surface terrière en petites tiges
Surface terrière en moyenne tiges
Surface terrière en grosses tiges
Surface terrière en tiges vigoureuses
Volume moyen par tige (m <sup>3</sup> /tige)
Volume (\$/ha) en pâte de autres feuillus
Volume (\$/ha) en pâte de bouleau jaune
Volume (\$/ha) en pâte de autres feuillus

---

---

Volume (\$/ha) en pâte de bouleau à papier  
Volume (\$/ha) en pâte de peupliers  
Volume (\$/ha) en pâte de pin blanc/rouge  
Volume (\$/ha) en pâte de pruche  
Volume (\$/ha) en pâte de SEPM  
Volume (\$/ha) en pâte de thuya  
Volume (\$/ha) totale en pâte  
Volume (\$/ha) en sciage et déroulage de autres feuillus  
Volume (\$/ha) en sciage et déroulage de bouleau jaune  
Volume (\$/ha) en sciage et déroulage de autres feuillus  
Volume (\$/ha) en sciage et déroulage de bouleau à papier  
Volume (\$/ha) en sciage et déroulage de peupliers  
Volume (\$/ha) en sciage et déroulage de pin blanc/rouge  
Volume (\$/ha) en sciage et déroulage de pruche  
Volume (\$/ha) en sciage et déroulage de SEPM  
Volume (\$/ha) en sciage et déroulage de thuya  
Volume (\$/ha) total en sciage  
Volume (\$/ha) total en déroulage  
Volume (\$/ha) total en pâte, sciage et déroulage  
Valeur (\$/ha) en pâte de autres feuillus  
Valeur (\$/ha) en pâte de bouleau jaune  
Valeur (\$/ha) en pâte de autres feuillus  
Valeur (\$/ha) en pâte de bouleau à papier  
Valeur (\$/ha) en pâte de peupliers  
Valeur (\$/ha) en pâte de pin blanc/rouge  
Valeur (\$/ha) en pâte de pruche  
Valeur (\$/ha) en pâte de SEPM  
Valeur (\$/ha) en pâte de thuya  
Valeur (\$/ha) totale en pâte  
Valeur (\$/ha) en sciage et déroulage de autres feuillus  
Valeur (\$/ha) en sciage et déroulage de bouleau jaune  
Valeur (\$/ha) en sciage et déroulage de autres feuillus  
Valeur (\$/ha) en sciage et déroulage de bouleau à papier  
Valeur (\$/ha) en sciage et déroulage de peupliers  
Valeur (\$/ha) en sciage et déroulage de pin blanc/rouge  
Valeur (\$/ha) en sciage et déroulage de pruche  
Valeur (\$/ha) en sciage et déroulage de SEPM  
Valeur (\$/ha) en sciage et déroulage de thuya  
Valeur (\$/ha) totale en sciage et déroulage  
Valeur (\$/ha) totale en pâte, sciage et déroulage

---

Le lecteur intéressé pourra obtenir toutes les courbes générées à l'Annexe 4.

## ***Identification des retours pour Patchworks***

### **Méthodologie**

Une fois un traitement appliqué, nous devons identifier la SIRF et l'âge de retour à partir du peuplement résiduel après traitement. Pour ce faire, on identifie dans un premier temps tous les temps\_Patchworks, dans les autres SIRFs de la même zone (F ou M) et du même potentiel de croissance (1, 2, 3 ou 4) que la SIRF du peuplement résiduel, qui ont une surface terrière équivalente à la surface terrière du peuplement résiduel  $\pm 1 \text{ m}^2/\text{ha}$ . Cette collection des âges/SIRFs constitue alors tous les branchements possibles de retour après avoir appliqué le dit traitement à la SIRF donnée à ce moment donné. Il faut alors identifier parmi tous ces âges/SIRFs de retour celui qui est le plus similaire aux conditions forestières du peuplement résiduel en termes de composition et de structure. Pour ce faire, nous avons développé un algorithme qui calcule la distance euclidienne entre le peuplement résiduel pour lequel il faut identifier un retour et chacune des combinaisons âges/SIRFs qui ont une surface terrière  $\pm$  équivalente. La distance euclidienne est calculée à partir du pourcentage de surface terrière en espèce (Ers, Boj, Bop, Peu, Auf, SEPM, Pib, Tho, Pru) et du pourcentage de surface terrière en classes de DHP (petites 10-22 cm, moyennes 24-38 cm et grosses 40+ cm). À l'aide de cet algorithme, le retour choisi est donc celui avec la plus petite distance euclidienne et donne ainsi toujours le retour qui ressemble le plus au peuplement résiduel en composition et en structure parmi les SIRFs disponibles, dans une fourchette de  $\pm 1 \text{ m}^2/\text{ha}$  de la surface terrière du peuplement résiduel.

Une fois le retour identifié pour l'application d'un traitement à un âge donné de la SIRF, il se peut que la SIRF et l'âge de retour obtenus à partir de l'algorithme d'identification des retours diffèrent d'un quinquennal à l'autre pour une même fourchette d'éligibilité. Par exemple, au Tableau 11, on s'aperçoit que toutes les SIRF auxquelles on applique l'ESI entre 23.1 et 26.2  $\text{m}^2/\text{ha}$  auront, après traitement, une même surface terrière de 16  $\text{m}^2/\text{ha}$ . Ainsi, pour cette fourchette d'éligibilité, il y a plusieurs âges éligibles qui obtiennent cette même surface terrière résiduelle de retour. Dans ce cas, nous identifions le retour le plus dominant parmi tous les retours d'une même fourchette d'éligibilité (résultant à une même surface terrière de retour).

Le lecteur intéressé pourra obtenir toutes les SIRF et les âges de retour pour toutes les SIRF et tous les traitements dans les périodes d'éligibilité des ceux-ci.

## **Références**

- Bédard, S., S. Meunier, L. Blais and Z. Majcen. 2004. Les effets réels des coupes de jardinage dans les forêts publiques du Québec de 1995 à 1998. Rapport technique n° 483. Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, Sainte-Foy, Québec, Canada. 48 p.
- Doyon, F., P. Nolet et R. Pouliot. 2005. *COHORTE : un modèle de croissance et d'évolution de la qualité adapté à l'application de coupes partielles*. Institut Québécois d'Aménagement de la Forêt Feuillue (IQAFF), Ripon, Québec. Rapport technique, 31 p.
- Doyon F, Nolet P., Forget É. et Pouliot R.. 2006. *COHORTE: a distance-independent individual tree model to assess stand growth and quality grade changes under partial cutting regimes*. Proceedings of the IUFRO 1.05 conference on Natural disturbance-based silviculture – Managing for complexity, Rouyn-Noranda, Québec, Canada. p.194
- Erdmann, G.G., & R.R. Oberg, 1973. Fifteen-year results from six cutting methods in second-growth northern hardwoods. Research Paper NC-100. USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, St. Paul, MN. 12 pp.
- Forget, É., F. Doyon et P. Nolet. 2001. L'évolution de la qualité des tiges: une évaluation régionale. Rapport de l'Institut québécois d'aménagement de la forêt feuillue. 35 p.
- Lessard, G., E. Boulfroy, et S. Côté. 2007. Guide sylvicole de l'UAF 64-51. Rapport du CERFO, Réf. 05-0280-al-2007-02-12. 193pp. + Annexes.
- Majcen, Z. Richard, Y. Ménard, M. et Grenier, Y. 1990. Choix des tiges à marquer pour le jardinage d'érablières inéquiennes – guide technique. Mémoire n°96. Ministère de l'Énergie et Ressources, Gouvernement du Québec.
- Vanclay, J.K. & J. P. Skovsgaag.1997. Evaluating forest growth models. Ecological Modelling 98:1-12.

## **Annexe 1**

Le lecteur peut consulter les courbes de la croissance diamétrale annuelle en fonction de l'indice de compétition par essence par potentiel de croissance dans le fichier **Courbes de croissance.ppt** du CD attaché à ce document.

## **Annexe 2**

Le lecteur peut voir les proportions de vigueur croisée obtenue par SIRF, essence, DHP, et Qualité dans le fichier **Proportion vigoureux et n-v par sirf, ess et dhp.xls** du CD attaché à ce document.

### **Annexe 3**

CODE DE PROGRAMMATION POUR L'APPLICATION DES REGLES  
SEQUENTIELLES DE PRIORITE DE RECOLTE LORS DU MARTELAGE  
VIRTUEL DANS L'APPLICATION DES TRAITEMENTS DE COUPES  
PARTIELLES

```

Public fichier As String
Public path_fichier As String
Public path_fichier2 As String
Public st_tot As Double
Private Sub Command1_Click()
CDlg1.Filter = "Fichiers Texte " & _
"(*.txt)|*.txt"

'---- Affiche la boîte de dialogue
CDlg1.ShowOpen

If CDlg1.FileName <> "" Then

    '---- Affiche le nom du fichier sélectionné
    Text2.Text = CDlg1.FileName

Else
End If
End Sub

Private Sub Command3_Click()
Dim retour As Double
Dim intensite As Integer
Label1.Caption = ""
Form1.Refresh
path_fichier2 = Dir1.Path
path_fichier = Dir1.Path + "\" + "*.dbf"
'path_fichier = Dir1.Path + "\" + "*_15.dbf" 'utiliser cette ligne pour le martelage après 15 ans
fichier = Dir(path_fichier) 'chemin = exemple "1_-1.dbf"

Set fs = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")

Destination = Dir1.Path + "\MARTELAGÉ\Bavard.dbf"
If fs.FileExists(Destination) Then
    fs.DeleteFile (Destination)
End If

f1 = Dir1.Path & "\Bavard.dbf"
f2 = Dir1.Path & "\" & "MARTELAGÉ\Bavard.dbf"
FileCopy f1, f2

Data_bavard.DatabaseName = Dir1.Path & "\" & "MARTELAGÉ"
Data_bavard.RecordSource = "Bavard"
Data_bavard.Refresh
j = 1
w = 0
Do While fichier <> ""
    w = w + 1

    Label2.Caption = j
    'Si le contient "sta" ou "tot" ou "mor" ou "bavard" then
    If Right(fichier, 7) = "sta.dbf" Or Right(fichier, 7) = "tot.dbf" Or Right(fichier, 7) = "mor.dbf" Or _
    Right(fichier, 7) = "ard.dbf" Or Right(fichier, 6) = "-1.dbf" Or Right(fichier, 6) = "mp.dbf" Then
    Else
        Data1.DatabaseName = Dir1.Path
        longueur = Len(fichier)
        Data1.RecordSource = Mid(fichier, 1, longueur - 4)
        Data1.Refresh
        Data1.Recordset.MoveLast
        nb = Data1.Recordset.RecordCount

        'trouver la St_tot
        Data1.Recordset.MoveFirst
        st_tot = 0
        Do While Data1.Recordset.EOF = False

```

```

st = Data1.Recordset("St").Value

st_tot = st_tot + st
Data1.Recordset.MoveNext
Loop

Data1.DatabaseName = ""
Data1.RecordSource = ""
Data1.Refresh
'cj
If st_tot >= 20 And st_tot < 21.4 Then
    intensite = 30
    retour = 14
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
ElseIf st_tot >= 21.4 And st_tot < 24.3 Then
    intensite = 30
    retour = 16
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
ElseIf st_tot >= 24.3 And st_tot < 27.5 Then
    intensite = 30
    retour = 18
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
ElseIf st_tot >= 27.5 Then
    intensite = 30
    retour = 20.5
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
End If
'esi
'vérifier la st pour effectuer un prélèvement de 35%
If st_tot >= 20 And st_tot < 23.1 Then
    intensite = 35
    retour = 14
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
ElseIf st_tot >= 23.1 And st_tot < 26.2 Then
    intensite = 35
    retour = 16
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
ElseIf st_tot >= 26.2 Then
    intensite = 35
    retour = 18
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
End If

'vérifier la st pour effectuer un prélèvement de 40%
If st_tot >= 20 And st_tot < 23.3 Then
    intensite = 40
    retour = 13
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
ElseIf st_tot >= 23.3 And st_tot < 27.1 Then
    intensite = 40
    retour = 15
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
ElseIf st_tot >= 27.1 Then
    intensite = 40
    retour = 17.5
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
End If

'vérifier la st pour effectuer un prélèvement final de CMCD 1ere passe
If st_tot >= 12 And st_tot < 16 Then
    intensite = 100
    retour = 8 * st_tot - (st_tot * 100 / 100)
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
End If

'vérifier la st pour effectuer un prélèvement final de CMCD 2e passe

```

```

If st_tot >= 8 Then
    intensite = 100
    retour = 8 ' st_tot - (st_tot * 100 / 100)
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
End If

'Première passe CMCD 45 %
If st_tot >= 16 And st_tot < 22 Then
    intensite = 45
    retour = st_tot - (st_tot * 45 / 100)
    Call Martelage_retour(retour, intensite)
End If
Form1.Refresh
End If

fichier = Dir '(path_fichier)
j = j + 1
Loop

Label1.Caption = "TERMINÉ"
End Sub
Private Sub Martelage_retour(retour As Double, intensite As Integer)

st_retour = st_tot

p1 = path_fichier2 & "\" & fichier

longueur_fichier = Len(fichier)
fichier2 = Mid(fichier, 1, longueur_fichier - 4)

Form1.Refresh
Text1.Text = p1

If intensite = 30 Then
    p2 = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGÉ\" & fichier2 & "a.dbf"
    FileCopy p1, p2
    Data1.DatabaseName = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGÉ\"
    Data1.RecordSource = fichier2 & "a"
    nom_fichier_sortie = fichier2 & "a"
    Data1.Refresh
    DHP_SAB = 18
    DHP2 = 0
ElseIf intensite = 35 Then
    p2 = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGÉ\" & fichier2 & "b.dbf"
    FileCopy p1, p2
    Data1.DatabaseName = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGÉ\"
    Data1.RecordSource = fichier2 & "b"
    nom_fichier_sortie = fichier2 & "b"
    Data1.Refresh
    DHP_SAB = 14
    DHP2 = 0
ElseIf intensite = 40 Then
    p2 = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGÉ_ECS\" & fichier2 & "c.dbf"
    FileCopy p1, p2
    Data1.DatabaseName = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGÉ\"
    Data1.RecordSource = fichier2 & "c"
    nom_fichier_sortie = fichier2 & "c"
    Data1.Refresh
    DHP_SAB = 14
    DHP2 = 0
'ElseIf intensite = 100 Then
'    p2 = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGÉ\" & fichier2 & "d.dbf"
'    p3 = path_fichier2 & "\" & "temp.dbf"
'    FileCopy p1, p3
''    Data1.DatabaseName = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGÉ\"
''    Data1.RecordSource = fichier2 & "d"

```

```

' nom_fichier_sortie = fichier2 & "d"
" Data1.Refresh
' DHP_SAB = 18
' DHP2 = 30

ElseIf intensite = 100 Then
'p2 = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGE\" & fichier2 & "d.dbf"
p3 = path_fichier2 & "\" & "temp.dbf"
FileCopy p1, p3
' Data1.DatabaseName = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGE\"
' Data1.RecordSource = fichier2 & "d"
nom_fichier_sortie = fichier2 & "f"
' Data1.Refresh
DHP_SAB = 18
DHP2 = 30
Else
p2 = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGE\" & fichier2 & "e.dbf"
FileCopy p1, p2
FileCopy p1, p2
Data1.DatabaseName = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGE\"
Data1.RecordSource = fichier2 & "e"
nom_fichier_sortie = fichier2 & "e"
Data1.Refresh
DHP_SAB = 18
DHP2 = 0
End If

If intensite = 100 Then

Requete = "Select * From temp Order by Dhp asc"
Data_select.DatabaseName = path_fichier2
Data_select.RecordSource = Requete
Data_select.Refresh
Else
Data1.Recordset.MoveFirst
Data1.Recordset.Sort = "DHP"
Data1.Refresh

End If

'Data_select.Recordset.MoveFirst
fin_boucle = 0
Retour_debut = 0
If intensite = 100 Then
Do While Data_select.Recordset.EOF = False And st_retour > retour
sequence = "I"
Do While Data_select.Recordset.EOF = False And fin_boucle = 0
Ess = Data_select.Recordset("Essence").Value
DHP = Data_select.Recordset("dhp").Value
st_tige = Data_select.Recordset("st").Value
m_neg = Data_select.Recordset("m_neg").Value
If ((Ess = "SAB" And DHP >= DHP_SAB) Or (Ess <> "SAB" And DHP >= DHP2)) And (m_neg <> 100)
Then
st_retour = st_retour - st_tige
If st_retour < retour Then
pourcentage = ((st_retour + st_tige - retour) / st_tige) * 100
st_retour = retour
fin_boucle = 1
Else
pourcentage = 100

End If
Data_select.Recordset.Edit
Data_select.Recordset("m_neg").Value = pourcentage
Data_select.Recordset.Update

```

```

End If
Data_select.Recordset.MoveNext
If Data_select.Recordset.EOF = True Then
    Retour_debut = 1
    Data_select.Recordset.MoveFirst
    DHP2 = DHP2 - 2
    Retour_debut = 0
Else
End If

End If

Loop
' If fin_boucle = 1 Then
'     Exit Do
' End If
' Data_select.Recordset.MoveFirst
' Do While Data_select.Recordset.EOF = False And st_retour > retour
'     DHP = Data_select.Recordset("dhp").Value
'     st_tige = Data_select.Recordset("st").Value
'     If (Ess = "SAB" And DHP < DHP_SAB) Or (DHP < DHP2) Then
'     Else
'         st_retour = st_retour - st_tige
'         If st_retour < retour Then
'             pourcentage = ((st_retour + st_tige - retour) / st_tige) * 100
'             st_retour = retour
'         Else
'             pourcentage = 100
'         End If
'         Data_select.Recordset.Edit
'         Data_select.Recordset("m_neg").Value = 100
'         Data_select.Recordset.Update
'     End If
'     Data_select.Recordset.MoveNext
' Loop
Loop
'p2 = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGÉ\" & fichier2 & ".dbf"
p2 = path_fichier2 & "\" & "MARTELAGÉ\" & fichier2 & ".dbf"
Data_select.DatabaseName = ""
Data_select.RecordSource = ""
Data_select.Refresh
FileCopy p3, p2
Else
Do While st_retour > retour And fin_boucle = 0

Do While Data1.Recordset.EOF = False And st_retour > retour 'Pseudo M no vigoureux de qualite A B C +
resineux E
sequence = "A"
vig = Data1.Recordset("vigueur").Value
prob_mort = Data1.Recordset("prob_mort").Value
qualite = Data1.Recordset("qualite").Value
st_tige = Data1.Recordset("st").Value
DHP = Data1.Recordset("dhp").Value
m_neg = Data1.Recordset("m_neg").Value

If (((vig = 3 Or vig = 4 Or vig = 6) And (qualite = "A" Or qualite = "B" Or qualite = "C")) Or ((vig = 3 Or
vig = 4 Or vig = 6) And qualite = "E")) And _
(prob_mort >= 0.0436) And (DHP > DHP2) And (m_neg <> 100) Then
st_retour = st_retour - st_tige
If st_retour < retour Then
pourcentage = ((st_retour + st_tige - retour) / st_tige) * 100
st_retour = retour
Else
pourcentage = 100
End If
Data1.Recordset.Edit

```

```

        Data1.Recordset("m_neg").Value = pourcentage
        Data1.Recordset.Update
    End If
    Data1.Recordset.MoveNext
Loop

```

```

Data1.Recordset.MoveFirst
Do While Data1.Recordset.EOF = False And st_retour > retour 'Peu longivive (PEU,SAB,BOP)
    sequence = "B"
    Ess = Data1.Recordset("Essence").Value
    DHP = Data1.Recordset("DHP").Value
    m_neg = Data1.Recordset("m_neg").Value
    st_tige = Data1.Recordset("st").Value
    If ((Ess = "SAB" And DHP >= DHP_SAB) Or (Ess = "PEU" And DHP >= 32) Or _
    (Ess = "BOP" And DHP >= 38)) And (DHP > DHP2) And (m_neg <> 100) Then
        st_retour = st_retour - st_tige
        If st_retour < retour Then
            pourcentage = ((st_retour + st_tige - retour) / st_tige) * 100
            st_retour = retour
        Else
            pourcentage = 100
        End If
        Data1.Recordset.Edit
        Data1.Recordset("m_neg").Value = pourcentage
        Data1.Recordset.Update
    End If
    Data1.Recordset.MoveNext
Loop

```

```

Data1.Recordset.MoveFirst
Do While Data1.Recordset.EOF = False And st_retour > retour 'Pseudo M non vigoureux de qualité D avec
rétention...

```

```

    sequence = "C"
    vig = Data1.Recordset("vigueur").Value
    prob_mort = Data1.Recordset("prob_mort").Value
    qualite = Data1.Recordset("qualite").Value
    st_tige = Data1.Recordset("st").Value
    DHP = Data1.Recordset("dhp").Value
    m_neg = Data1.Recordset("m_neg").Value
    DHP_QUALITE_E = 10
    If (((vig = 3 Or vig = 4 Or vig = 6) And (DHP > DHP2) And (qualite = "D")) Or ((vig = 3 Or vig = 4 Or vig
= 6) And (qualite = "E"))) And _
    (prob_mort >= 0.0436) And (m_neg <> 100) Then
        If qualite = "E" Then
            p = p + 1
            s_temp = s_temp + st_tige
        End If

```

```

        st_retour = st_retour - st_tige
        If st_retour < retour Then
            pourcentage = ((st_retour + st_tige - retour) / st_tige) * 100
            st_retour = retour
        Else
            pourcentage = 100
        End If
        Data1.Recordset.Edit
        Data1.Recordset("m_neg").Value = pourcentage
        Data1.Recordset.Update
    End If
    Data1.Recordset.MoveNext
Loop

```

```

Data1.Recordset.MoveFirst
Do While Data1.Recordset.EOF = False And st_retour > retour 'Pseudo S non vigoureux de qualite A B C
    sequence = "D"
    vig = Data1.Recordset("vigueur").Value

```

```

prob_mort = Data1.Recordset("prob_mort").Value
qualite = Data1.Recordset("qualite").Value
st_tige = Data1.Recordset("st").Value
DHP = Data1.Recordset("dhp").Value
m_neg = Data1.Recordset("m_neg").Value
If (((vig = 3 Or vig = 4 Or vig = 6) And (qualite = "A" Or qualite = "B" Or qualite = "C")) Or ((vig = 3 Or
vig = 4 Or vig = 6) And qualite = "E")) And _
(prob_mort < 0.436) And (DHP > DHP2) And (m_neg <> 100) Then
    st_retour = st_retour - st_tige
    If st_retour < retour Then
        pourcentage = ((st_retour + st_tige - retour) / st_tige) * 100
        st_retour = retour
    Else
        pourcentage = 100
    End If
    Data1.Recordset.Edit
    Data1.Recordset("m_neg").Value = pourcentage
    Data1.Recordset.Update
End If
Data1.Recordset.MoveNext
Loop

```

```

Data1.Recordset.MoveFirst
Do While Data1.Recordset.EOF = False And st_retour > retour 'Pseudo S non vigoureux de qualite D
    sequence = "E"
    vig = Data1.Recordset("vigueur").Value
    prob_mort = Data1.Recordset("prob_mort").Value
    qualite = Data1.Recordset("qualite").Value
    st_tige = Data1.Recordset("st").Value
    DHP = Data1.Recordset("dhp").Value
    m_neg = Data1.Recordset("m_neg").Value
    If (vig = 3 Or vig = 4 Or vig = 6) And (qualite = "D") And _
    (prob_mort < 0.436) And (DHP > DHP2) And (m_neg <> 100) Then
        st_retour = st_retour - st_tige
        If st_retour < retour Then
            pourcentage = ((st_retour + st_tige - retour) / st_tige) * 100
            st_retour = retour
        Else
            pourcentage = 100
        End If
        Data1.Recordset.Edit
        Data1.Recordset("m_neg").Value = pourcentage
        Data1.Recordset.Update
    End If
    Data1.Recordset.MoveNext
Loop

```

```

Data1.Recordset.MoveFirst
Do While Data1.Recordset.EOF = False And st_retour > retour 'Vigoureux de qualite D
    sequence = "G"
    vig = Data1.Recordset("vigueur").Value
    qualite = Data1.Recordset("qualite").Value
    st_tige = Data1.Recordset("st").Value
    DHP = Data1.Recordset("dhp").Value
    m_neg = Data1.Recordset("m_neg").Value
    If (vig = 1 Or vig = 2) And (qualite = "D") And (DHP > DHP2) And (m_neg <> 100) Then
        st_retour = st_retour - st_tige
        If st_retour < retour Then
            pourcentage = ((st_retour + st_tige - retour) / st_tige) * 100
            st_retour = retour
        Else
            pourcentage = 100
        End If
        Data1.Recordset.Edit
        Data1.Recordset("m_neg").Value = pourcentage
    End If
    Data1.Recordset.MoveNext
Loop

```

```

        Data1.Recordset.Update
    End If
    Data1.Recordset.MoveNext
Loop

Data1.Recordset.MoveFirst
Do While Data1.Recordset.EOF = False And st_retour > retour 'Vigoureux de qualite A B C
    sequence = "H"
    vig = Data1.Recordset("vigueur").Value
    qualite = Data1.Recordset("qualite").Value
    st_tige = Data1.Recordset("st").Value
    DHP = Data1.Recordset("dhp").Value
    m_neg = Data1.Recordset("m_neg").Value
    If (((vig = 1 Or vig = 2 Or vig = 5) And (qualite = "A" Or qualite = "B" Or qualite = "C")) Or ((vig = 1 Or
vig = 2 Or vig = 5) And qualite = "E")) And _
    (DHP > DHP2) And (m_neg <> 100) Then
        st_retour = st_retour - st_tige
        If st_retour < retour Then
            pourcentage = ((st_retour + st_tige - retour) / st_tige) * 100
            st_retour = retour
        Else
            pourcentage = 100
        End If
        Data1.Recordset.Edit
        Data1.Recordset("m_neg").Value = pourcentage
        Data1.Recordset.Update
    End If
    Data1.Recordset.MoveNext
Loop

Data1.Recordset.MoveFirst
fin_boucle = 1
Loop
End If
prelevement = (1 - (st_retour / st_tot)) * 100

'mettre les info dans un fichier BAVARD.

'Nom du fichier de départ      -> table_stock.fichier_sortie
'Temps                        -> X
'Surface terrière avant martelage -> St_tot
'% de prélèvement            -> prelevement
'Surface terrière après martelage -> st_retour
'Nom du fichier de sortie     -> nom_fichier_sortie
'Dernière séquence utilisé    -> sequence

For i = 1 To longueur_fichier
    lettre = Mid(fichier2, i, 1)
    If lettre = "_" Then
        lettre_ = i
    End If
Next

temps = Mid(fichier2, lettre_ + 1, 20)

Data_bavard.Recordset.AddNew
Data_bavard.Recordset("fi_source").Value = fichier2
Data_bavard.Recordset("temps").Value = temps
Data_bavard.Recordset("st_avant").Value = st_tot
Data_bavard.Recordset("prelev").Value = prelevement
Data_bavard.Recordset("st_apres").Value = st_retour
Data_bavard.Recordset("fi_sortie").Value = nom_fichier_sortie
Data_bavard.Recordset("sequence").Value = sequence
Data_bavard.Recordset.Update

```

```
Form1.Refresh
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Drive1_Change()
```

```
Dir1.Path = Drive1.Drive
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
Drive1.Drive = "C:"
```

```
End Sub
```

## **Annexe 4**

Pour obtenir les courbes d'attributs, voir le fichier **Attributs.XLS** dans le CD attaché à ce document. À l'aide de graphiques de tableau croisé dynamique, le lecteur peut obtenir les courbes d'un ou des attributs de son choix pour n'importe quelle SIRF de la zone feuillue et mixte (onglet différent pour chaque zone), et cela en fonction du potentiel de croissance des sites.

Pour obtenir les courbes de produits pour les SIRF de la zone feuillue, voir le fichier **PRODUITS FEUILLUE.XLS** dans le CD attaché à ce document. À l'aide de graphiques de tableau croisé dynamique, le lecteur peut obtenir les courbes d'un ou des produits de son choix pour n'importe quelle SIRF de la zone feuillue pour chaque traitement (onglet différent pour chaque traitement), et cela en fonction du potentiel de croissance des sites.

Pour obtenir les courbes de produits pour les SIRF de la zone mixte, voir le fichier **PRODUITS MIXTE.XLS** dans le CD attaché à ce document. À l'aide de graphiques de tableau croisé dynamique, le lecteur peut obtenir les courbes d'un ou des produits de son choix pour n'importe quelle SIRF de la zone mixte pour chaque traitement (onglet différent pour chaque traitement), et cela en fonction du potentiel de croissance des sites.

## **Annexe 5**

Pour obtenir les retours des SIRF après traitements, le lecteur intéressé peut consulter le fichier **RETOUR.XLS** dans le CD attaché à ce document. À l'aide du tableau croisé dynamique, le lecteur peut obtenir la SIRF et l'âge de retour après l'application d'une coupe partielle dans une SIRF en fonction de l'âge de la SIRF, et cela par potentiel de croissance.