



*RAPPORT FINAL PHASE II :*

**Planification stratégique spatiale et optimisée des interventions en milieu forestier en vue d'assurer la gestion intégrée des valeurs du développement durable de la Forêt Modèle du Bas-Saint-Laurent**

Rapport produit et rédigé par :

**Vincent M<sup>c</sup>Cullough, ing.f.**  
**Éric Forget, ing.f., M.Sc.**  
**Frédéric Doyon, ing.f., Ph.D.**

Présenté à

M. Pierre Drolet, ing.f.

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Avril 2007

## Remerciements

Nous tenons dans un premier temps à remercier Srdjan Ostojic, Régis Pouliot, Julie Poirier et Lise Brine de l'IQAFF pour leur implication et dévouement pour la réussite de ce projet. Nous tenons également à témoigner notre reconnaissance aux employés de la Forêt Modèle du Bas-St-Laurent pour les efforts investis, notamment en ce qui concerne le développement et le bon déroulement du projet. À ce sujet, nous tenons à remercier Pierre Belleau, Frank Mussenberger, André Hupé et Bruno Belliveau pour leur implication dans ce projet. Nous tenons à souligner la contribution de Robert Savoie (*Intégral*) et Lévis Côté (*MRNFP*), qui ont fourni la plupart des hypothèses nécessaires à l'élaboration du modèle présenté.

Ce projet de planification forestière spatialement explicite a été réalisé grâce à l'appui financier de la Conférence régionale des élus du Bas-St-Laurent et de la Forêt Modèle du Bas-St-Laurent.

## Résumé

Un modèle de planification optimisé, spatialement explicite, et qui intègre des indicateurs de développement durable a été développé pour les Seigneuries Nicolas-Riou (13 634 ha) et du Lac Métis (34 052 ha) dans le Bas-St-Laurent. L'utilisation de cette nouvelle technologie est récente au Québec et a été rendue possible grâce au modèle de croissance pour peuplements inéquiennes COHORTE développé par l'IQAFF. L'élaboration de cette procédure découle de la volonté de mettre en place un plan d'aménagement qui fait la démonstration de la durabilité en intégrant, à même le calcul de la possibilité forestière, l'ensemble des valeurs bio-socio-économiques selon le principe du développement durable. De plus, l'utilisation d'une telle approche permet de faire un choix éclairé parmi plusieurs scénarios d'aménagement, et ce afin d'obtenir une solution au problème d'aménagement posé qui rencontre le mieux les objectifs des gestionnaires, notamment d'assurer la durabilité de la ressource ligneuse. L'examen des différents scénarios proposés met en évidence la présence d'un écart important au niveau de la possibilité forestière entre celui ne comportant aucune contrainte et ceux avec contraintes économiques. Nous pouvons donc en déduire que le scénario choisi constitue une possibilité forestière davantage réaliste puisque le modèle forestier utilisé reflète mieux les contraintes opérationnelles du territoire.

Ce projet constitue les premiers balbutiements de l'analyse des fonctions de compromis pour la forêt feuillue au Québec. En effet, les fonctions de compromis entre différents objectifs ont été étudiées explicitement entre plusieurs paires d'objectifs. La connaissance de la forme de ces relations facilitera le développement de plans d'aménagement qui optimisent les compromis entre ces valeurs.

Le projet a aussi démontré le potentiel d'un logiciel comme Patchworks pour simuler l'atteinte d'un paysage cible dans un contexte d'aménagement écosystémique. En effet, il est possible d'évaluer différents scénarios (plusieurs paysages cibles, plusieurs vitesses de transition, etc.) du point de vue des impacts sur le nombre d'emplois, des profits pour les entreprises. Cette technologie pourrait être utilisée afin de prédire les effets sur la durabilité de systèmes forestiers de différentes politiques d'aménagement écosystémique.

# Table des matières

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>II</b>
<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>III</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	<b>IV</b>
<b>TABLE DES FIGURES</b> .....	<b>VI</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX</b> .....	<b>VII</b>
<b>1.0 INTRODUCTION</b> .....	<b>8</b>
<b>2.0 TERRITOIRE</b> .....	<b>10</b>
2.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE .....	10
2.2 STATIONS FORESTIÈRES .....	10
2.3 ZONAGE VOCATIONNEL .....	11
<b>3.0 LOGICIEL DE PLANIFICATION SPATIALEMENT EXPLICITE</b> .....	<b>14</b>
3.1 DÉVELOPPEMENT DES HYPOTHÈSES DE CHANGEMENTS .....	15
3.1.1 Données .....	15
3.1.2 Regroupement de l'information en séries d'aménagement.....	16
3.1.3 Développement des tables de peuplements (séries irrégulières).....	19
3.1.4 Calibration du modèle de croissance COHORTE .....	19
3.1.5 Développement des courbes de croissance.....	24
<b>4.0 DÉVELOPPEMENT DES COURBES D'ATTRIBUTS ET DES INDICATEURS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE</b> .....	<b>26</b>
4.1 MÉTHODOLOGIE DE DÉVELOPPEMENT DES COURBES D'ATTRIBUT .....	28
4.2 PRÉCISIONS SUR CERTAINS ATTRIBUTS GÉNÉRAUX .....	28
4.2.1 Coût de construction et d'entretien des chemins .....	28
4.2.2 Coût de récolte.....	29
4.2.3 Coût des traitements non commerciaux .....	29
4.2.4 Coût du transport.....	30
4.2.5 Valeur des produits.....	30
4.3 DESCRIPTION DES INDICATEURS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE .....	31
4.3.1 Nombre de semaines travaillées .....	33
4.3.2 Aire en coupe totale par rapport au paysage sensible.....	33
4.3.3 Condition d'ambiance naturelle .....	36
4.3.4 Rentabilité.....	36
4.3.5 Volume récolté.....	37
4.3.6 Superficie en bon potentiel acéricole.....	37
4.3.7 Superficie en vieille forêt .....	38
4.3.8 Indices de la qualité d'habitat de la martre, la gélinotte, et du grand Pic .....	39
4.3.9 Densité du réseau routier.....	39
4.3.10 Proportions des structures et des régimes par type de couvert (Patron écologique) .....	39
4.4 ESTIMATION DES ATTRIBUTS ISSUS DES TRAITEMENTS (PRODUITS) .....	42
4.4.1 Traitements sylvicoles.....	44
4.4.2 À partir de quand un peuplement peut-il être coupé?.....	45
4.4.3 Délai de régénération .....	46
4.4.4 Superficie sans traitement autorisé.....	47
4.4.5 Règles de sénescence .....	48

<b>5.0</b>	<b>RÉSOLUTION DU PROBLÈME D'AMÉNAGEMENT .....</b>	<b>50</b>
<b>6.0</b>	<b>ANALYSE DE SENSIBILITÉ DU MODÈLE .....</b>	<b>55</b>
6.1	MATRICE DE CONTINGENCE DES INDICATEURS .....	55
6.2	MÉTHODOLOGIE DES ANALYSES DE SENSIBILITÉ .....	56
6.3	INDICATEURS : PROFITABILITÉ VS NOMBRE DE SEMAINES TRAVAILLÉES .....	56
6.4	INDICATEURS : VOLUME RÉCOLTÉ VS PROFITABILITÉ .....	58
6.5	INDICATEUR : SUPERFICIES EN VIEILLES FORÊTS V.S. PROFITABILITÉ .....	59
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>61</b>
	<b>RÉFÉRENCES .....</b>	<b>62</b>
	<b>ANNEXE 1 .....</b>	<b>63</b>
	<b>ANNEXE 2 .....</b>	<b>65</b>
	<b>ANNEXE 3 .....</b>	<b>72</b>

# Table des figures

<i>Figure 1. Localisation des deux Seigneuries de la FMBSL .....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 2. Zone d'affectation des Seigneurie du lac Métis et Nicolas-Riou .....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 3. Schéma du cheminement de l'information vers le logiciel de planification forestière spatialement explicite Patchworks pour la FMBSL .....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 4. Placettes-échantillons permanentes utilisées pour la calibration des essences sous représentées .....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 5. Exemples de courbes d'attributs utilisées pour le plan d'aménagement forestier .....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 6. Encadrement visuel des deux Seigneuries .....</i>	<i>35</i>
<i>Figure 7. Visualisation des éléments ou attributs utilisés dans la création de comptes à caractère économique. ....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 9. Analyse de sensibilité : Profit et volume en fonction du nombre de semaines travaillées ....</i>	<i>57</i>
<i>Figure 10. Évolution des superficies traitées par type de traitement.....</i>	<i>57</i>
<i>Figure 11. Analyse de sensibilité : Profit en fonction du volume .....</i>	<i>59</i>
<i>Figure 12. Analyse de sensibilité : Profit et volume en fonction des superficies en vieilles forêts conservées.....</i>	<i>60</i>

# Table des tableaux

Tableau 1. Zone d'affectation des Seigneurie du lac Métis et Nicolas-Riou .....	11
Tableau 2. Descriptif et pourcentage du territoire occupé par chacune des stations forestières servant à établir les séries d'aménagement selon les caractéristiques physiques des stations .....	16
Tableau 3. Séries d'aménagement par structure et par groupe de production prioritaire .....	17
Tableau 4. Croissance annuelle des arbres selon l'espèce, la seigneurie, le dépôt et la vigueur des tiges.....	21
Tableau 5. Termes X dans l'équation logistique (événement/non-événement) = $\exp(X)$ pour la prédiction de la mortalité à partir des PEPs de l'ensemble du Québec. ....	23
Tableau 6. Accroissement annuel net des séries d'aménagement irrégulières (m <sup>2</sup> /ha/an).....	25
Tableau 7. Types, familles et description des attributs utilisés pour le modèle de la FMBSL .....	27
Tableau 8. Coût de construction des infrastructures routières et de l'entretien par Seigneurie et par classe de chemin .....	28
Tableau 9. Coûts d'abattage et de débusquage selon les essences prélevées et le type de traitement sylvicole appliqué.....	29
Tableau 10. Coût des traitements non commerciaux de la FMBSL .....	30
Tableau 11. Liste des prix au mètre cube par essence en fonction des produits .....	31
Tableau 12. Indicateurs de développement durable.....	32
Tableau 13. Productivité hebdomadaire par opération .....	33
Tableau 14. Valeur des contraintes visuelles .....	34
Tableau 15. Nombre d'entailles en fonction du dhp par la méthode équivalent d'entailles à rendement normalisé (NEERN) .....	38
Tableau 16. Portrait actuel du patron écologique de la Seigneurie du Lac-Métis .....	40
Tableau 17. Portrait actuel du patron écologique de la Seigneurie Nicolas-Riou.....	40
Tableau 18. Patron écologique global désiré pour l'ensemble des Seigneuries.....	41
Tableau 19. Liste des traitements et leurs modalités .....	43
Tableau 20. Traitement sylvicole associé à chaque série .....	44
Tableau 21. Éligibilité pour les traitements des séries régulières.....	46
Tableau 22. Délai de régénération selon les séries régulières .....	47
Tableau 23. L'âge de sénescence .....	49
Tableau 24. Caractéristiques des différents scénarios simulés dans Patchworks par période de cinq ans pour les Seigneurie du Lac-Métis et Nicolas-Riou.....	53
Tableau 25. Matrice de compatibilité pour les indicateurs développés par la FMBSL.....	55

## 1.0 Introduction

Les gestionnaires des Seigneuries du Lac Métis et de Nicolas-Riou appartenant à Abitibi-Consolidated sont présentement en phase de planification forestière pour leur prochain Plan Général d'Aménagement Forestier (PGAF). Or actuellement, Sylva II, l'outil servant au calcul de possibilité forestière, ne permet pas de considérer les valeurs forestières autres que la matière ligneuse. De plus, Sylva II n'est pas spatialement explicite ce qui empêche l'utilisation de facteurs reliés à des contraintes spatiales. Ce projet visait donc, à l'aide d'outils novateurs, à élaborer un modèle forestier pour la Forêt Modèle du Bas-St-Laurent avec indicateurs bio-socio-économique qui permettra de faire la démonstration de la durabilité du plan d'aménagement proposé.

Avec l'intégration de cibles biologiques, économiques et sociales dans les outils de planification forestière, les modèles se sont complexifiés au point où il devient difficile d'évaluer l'effet de chacune des cibles et combinaisons de cibles sur l'atteinte des objectifs visés (i.e. Forget et al. 2006). En effet, certains objectifs d'aménagement ne sont pas compatibles entre eux et exercent des tensions au sein du problème d'aménagement à optimiser. Par exemple, l'aménagiste peut d'un côté vouloir maximiser le volume prélevé et de l'autre augmenter la superficie en îlots de vieillissement. Or, une bonne compréhension de ces relations est essentielle afin de pouvoir rapidement dégager les fonctions de compromis qui permettent d'optimiser la solution aux problèmes d'aménagement posés. Le deuxième objectif principal de ce projet était de procéder à l'analyse des fonctions de compromis, laquelle permettra aux gestionnaires des seigneuries d'identifier des solutions qui balancent les différents objectifs d'aménagement à un **niveau optimal**. Trois fonctions de compromis ont été analysées plus en profondeur afin d'établir la relation entre les paires d'indicateurs opposés.

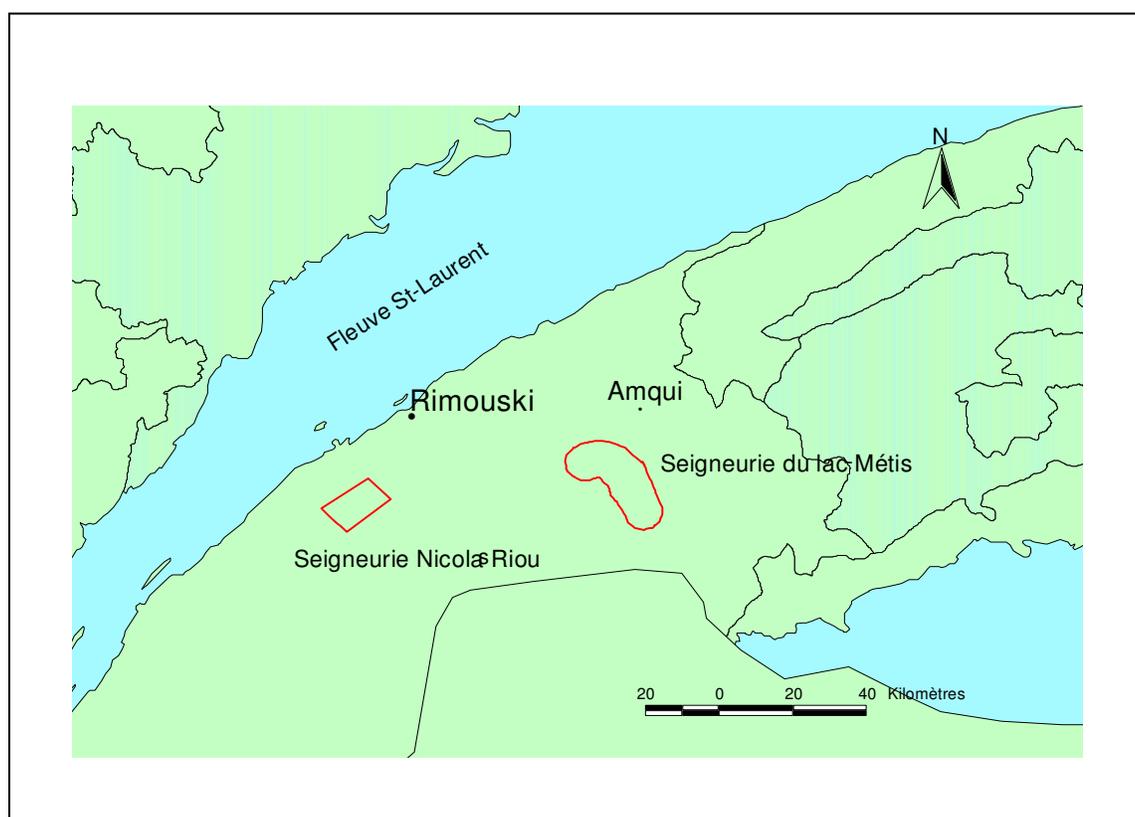
Plusieurs étapes réalisées pour développer le modèle et précéder aux analyses vous sont présentées en détail dans ce rapport :

- Développement des hypothèses de croissance pour la forêt mixte et feuillue spécifique aux Seigneuries ;
- Traduction des contraintes réglementaires dans le modèle propre à la FMBSL (dimension des coupes, lisière boisée, etc.) ;
- Développement des indicateurs de développement durable (IDD) ;
- Développement des stratégies sylvicoles ;
- Procéder à une analyse de sensibilité (fonctions de compromis) sur l'interaction entre les indicateurs de développement durable ;

## 2.0 Territoire

### 2.1 Situation géographique

Les deux territoires appartenant à la compagnie Abitibi-Consolidated sont situés dans la région administrative du Bas-St-Laurent (01). Il s'agit de la Seigneurie de Nicolas-Riou située au sud-ouest de Rimouski, et de la Seigneurie du Lac Métis (Figure 1) au sud-ouest d'Amqui. Ces deux territoires totalisent 47 638 hectares.



**Figure 1. Localisation des deux Seigneuries de la FMBSL**

### 2.2 Stations forestières

D'après Savoie (2006), cinq stations écologiques sont présentes à travers le paysage forestier des deux seigneuries. Ces stations sont :

- 1- Les sites localisés sur pente F (41 % et plus);
- 2- Les sites localisés sur pente D et E (16 à 40%) avec till mince;
- 3- Les sites sur till ou dépôts d'altération d'épaisseur moyenne bien drainés (sites à très bon potentiel)
- 4- Les sites sur till ou dépôts d'altération épais humide (sites à bon potentiel)
- 5- Les sites localisés sur des dépôts organiques très humides.

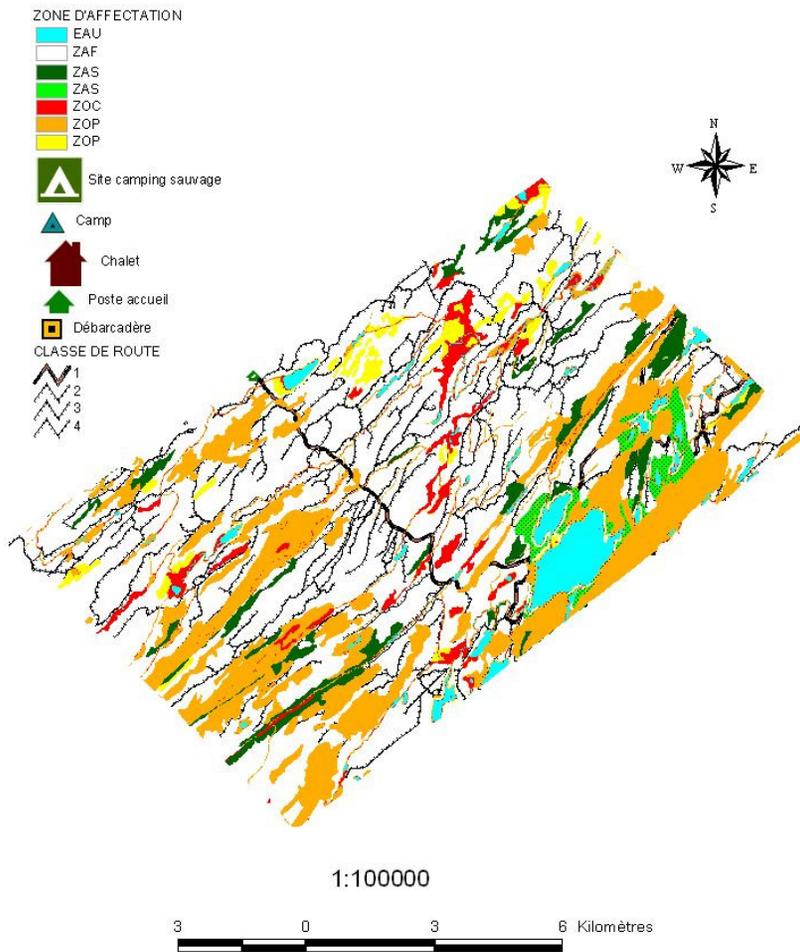
## 2.3 Zonage vocationnel

La stratégie actuelle de la FMBSL est de diviser les seigneuries selon sept zonages vocationnels dont environ 6% représentent le territoire aquatique et le non forestier. Le reste du territoire est considéré forestier productif ou non productif et il est subdivisé selon les stratégies particulières d'aménagement. Le tableau 1 ainsi que la figure 2 permettent d'identifier la division du territoire selon les zones d'affectations de la FMBSL.

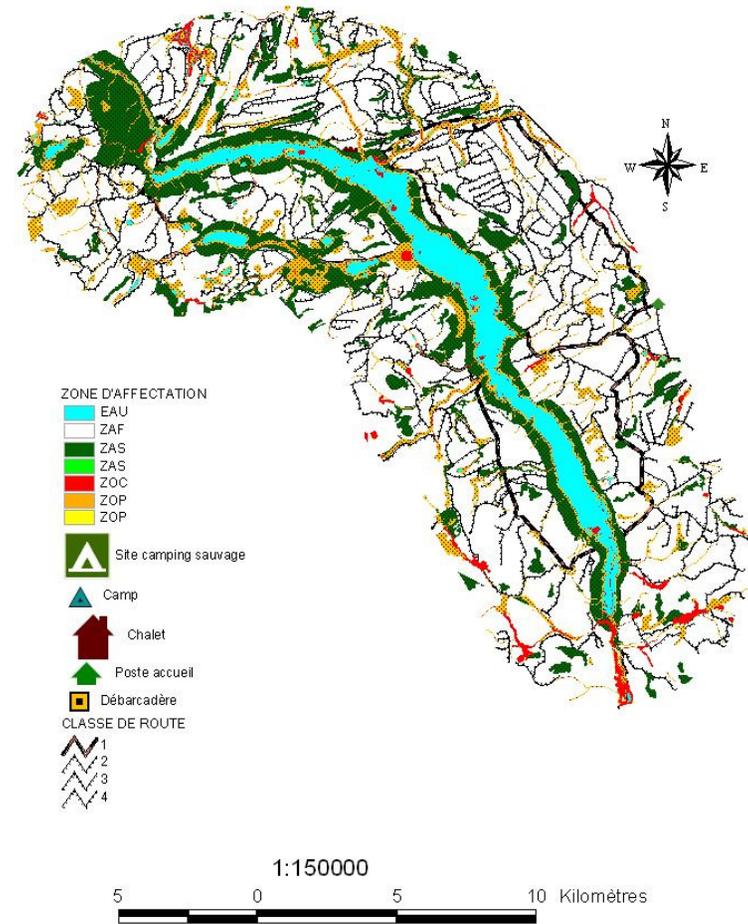
**Tableau 1. Zone d'affectation des Seigneurie du lac Métis et Nicolas-Riou**

Zone d'affectation	Nicolas-Riou (ha)	Lac Métis (ha)
Eau	558	2 125
Terrains forestiers productifs, zone de conservation, aucune activité d'aménagement permise (ZOC)	506	548
Terrains forestiers productifs, zone de protection (ZOP)	3 328	2 918
Terrains forestiers productifs, zone d'aménagement spécifique (ZAS)	773	4 909
Terrains forestiers productifs, zone de production forestière (ZAF)	8 469	23 552
<b>Total par seigneurie</b>	<b>13 634</b>	<b>34 052</b>
<b>Total</b>	<b>47 686</b>	

## Zones d'affectation de la Seigneurie Nicolas-Riou

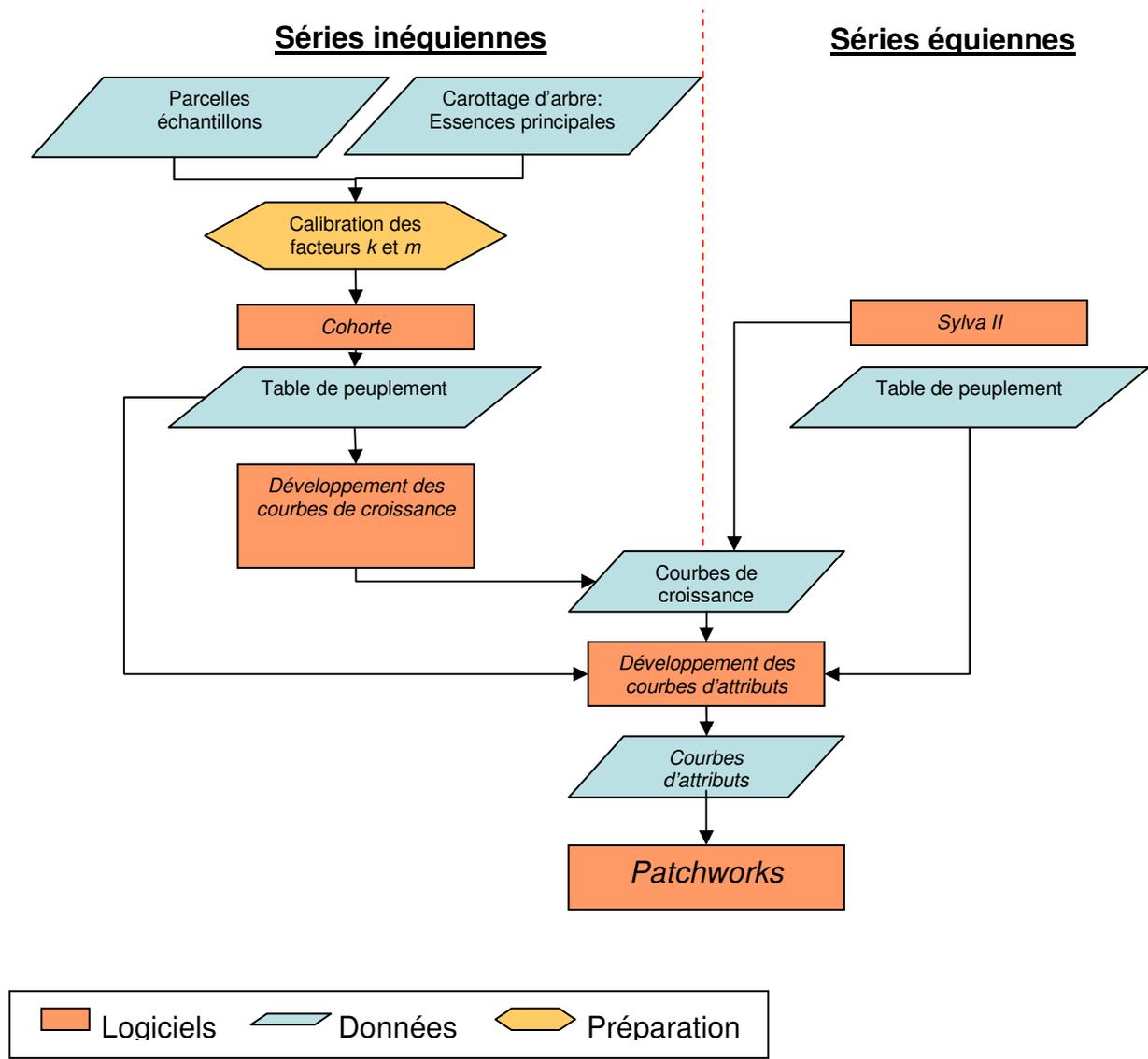


## Zones d'affectation de la Seigneurie du lac Métis



**Figure 2. Zone d'affectation des Seigneurie du lac Métis et Nicolas-Riou**

L'approche générale de ce rapport consiste à expliquer les principales étapes pour réaliser le calcul de la possibilité avec le logiciel Patchworks. Afin de résumer les différentes étapes, un organigramme est présenté à la figure 2.



**Figure 3. Schéma du cheminement de l'information vers le logiciel de planification forestière spatialement explicite Patchworks pour la FMBSL**

### **3.0 Logiciel de planification spatialement explicite**

Le logiciel de planification forestière spatialement explicite Patchworks, outil dit de 3<sup>ème</sup> génération (ou pseudo-intelligent), utilise des algorithmes heuristiques d'optimisation permettant l'évaluation de problèmes mathématiquement complexes. Ce logiciel permet donc de modéliser conjointement une grande variété d'objectifs, de nature spatiale ou non, grâce à sa formulation de programmation par buts. Les fonctions d'optimisation de Patchworks se servent d'objectifs et de seuils pour différents indicateurs (investissements, coûts, distribution de la taille des coupes, habitats, etc.) et se font conjointement sur l'allocation des surfaces traitées et sur l'architecture du réseau routier.

La capacité de Patchworks à intégrer des paramètres comme les coûts de construction et d'entretien des chemins ou la distance entre l'assiette de coupe et l'usine permet de rendre le calcul de la possibilité forestière beaucoup plus réaliste. Grâce à ce logiciel, il est également possible de prédire les effets sur la possibilité forestière de l'implantation de nouveaux systèmes d'aménagement (Groupe OptiVert 2004). Évidemment, la spatialisation rend aussi possible l'utilisation d'indices de qualité d'habitat comme indicateurs de l'effet à long terme de différents scénarios sur certaines espèces fauniques ou sur la biodiversité. Enfin, le logiciel Patchworks permet de travailler non seulement à trouver une solution acceptable mais il rend également possible l'identification d'une solution qui maximise l'atteinte des cibles fixées. Selon les objectifs et seuils définis par l'utilisateur, le logiciel Patchworks procède à une planification des interventions dans le temps et dans l'espace et tente de solutionner le problème multi objectifs présenté en minimisant la non atteinte des objectifs. Pour chaque intervention planifiée, le logiciel ajuste les paramètres d'évolution de l'ensemble du territoire et continue la recherche d'une solution optimale la plus près possible des objectifs fixés. L'utilisateur peut intervenir à tout moment pour modifier certains paramètres. On peut ainsi évaluer la sensibilité d'indicateurs par rapport à certaines modalités. À titre d'exemple, l'effet sur la possibilité forestière de l'application d'une cible qui assurerait le maintien d'une superficie minimale en vieilles forêts peut être évalué.

## **3.1 Développement des hypothèses de changements**

### **3.1.1 Données**

Les données cartographiques et les fichiers descriptifs forestiers de la FMBSL proviennent initialement du projet d'inventaire du troisième décennal réalisé par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) dans la région du Bas-Saint-Laurent entre 1991 et 1994.

La cartographie numérique a été mise à jour pour tenir compte des différentes interventions forestières réalisées sur les deux seigneuries. Les données descriptives associées à chaque polygone ont été modifiées afin d'inclure le nom de la famille de courbes auquel se rattache les peuplements réguliers. En effet, les familles de courbes, développées lors du dernier calcul de possibilité par ABITIBI-CONSOLIDATED en 2000, ont été assignées à chacun des polygones afin d'établir la croissance et les caractéristiques de chaque série d'aménagement. Pour les peuplements irréguliers, les strates d'inventaire ont été assignées dans le but d'obtenir une table de stock pour les peuplements gérés en coupe partielle. De plus, l'âge de chaque polygone a été ajusté afin de positionner chaque peuplement sur une courbe de croissance établie par série d'aménagement. L'âge pour chaque peuplement a été ajusté à l'année de référence 2005.

Pour plus d'information concernant la source des données d'inventaires et les manipulations réalisées pour ce projet, veuillez consulter le rapport stratégique « Identification des orientations stratégiques sur le territoire des Seigneuries de Nicolas-Riou et du Lac-Métis » réalisé par Savoie (2006) pour la forêt modèle du Bas St-Laurent.

Pour mener à bien ce projet, la FMBSL disposait de données en provenance de deux sources : 1) 200 parcelles d'inventaire réalisées par Abitibi-Consolidated en 1998, et 2) 155 parcelles échantillons permanentes du MRNF.

### 3.1.2 Regroupement de l'information en séries d'aménagement

Une série d'aménagement est composée de strates cartographiques regroupées pour lesquelles la gamme possible de traitements sylvicoles est la même. En fonction du zonage, certains peuplements pourraient voir la gamme de traitements sylvicoles réduite à cause d'une incompatibilité entre ceux-ci et les objectifs de la vocation. Par exemple, la CPRS, comme traitement initial, est interdite dans les zones de protection même pour les peuplements réguliers.

Le regroupement par série d'aménagement a été réalisé par Savoie (2006) selon cinq types de stations forestières. Le tableau 2 permet de classifier les stations forestières des Seigneuries selon les caractéristiques physiques des principaux sites rencontrés.

**Tableau 2. Descriptif et pourcentage du territoire occupé par chacune des stations forestières servant à établir les séries d'aménagement selon les caractéristiques physiques des stations**

Stations forestières	Descriptif	% Station
A-Pente F: Till mince:	Les sites localisés sur pente F (41 % et plus)	0%
A-Pente D-E: Till mince	Les sites localisés sur pente D et E (16 à 40%) avec till mince	11%
B-Till moyen DR:30 (riche)	Les sites sur till ou dépôts d'altération d'épaisseur moyenne bien drainés (sites à très bons potentiels)	68%
C- Till et alteration dépôt épais et humide	Les sites sur till ou dépôts d'altération épais humides (sites à bon potentiel)	15%
D- Till et altération dépôt épais très humide	Les sites sur till ou dépôts d'altération épais très humides	3%
E- Organique très humide	Les sites localisés sur des dépôts organiques très humides	3%
Total		100%

De plus, sept groupes de productions prioritaires ont été identifiés sur le territoire selon une structure dite régulière ou irrégulière. Le tableau 3 résume les séries d'aménagement qui

ont été désignées selon la station écologique, le groupe de production prioritaire, la structure et la superficie de chacune d'entre elle.

**Tableau 3. Séries d'aménagement par structure et par groupe de production prioritaire**

Type	Superficie (ha)	Groupe de production prioritaire	Série d'aménagement	Superficie (ha)
Irrégulier	6256	Bouleau jaune	A2-BJR: Pente D et E: type MS *	409
			A3-RBJFT: Pente D et E : type FE-MS	284
			AF2-RBJFT:Pente F: type FE-MS	44
		Bouleau à papier et résineux	AF1-BOPR:Pente F Type :MS-RS	44
		Érable rouge et résineux	AF3-EOR:Pente F: type FE-MS	39
		Érable à sucre	A1-ERS: Pente D: type:FE-MS	793
			B1-ERS:till:frais: type FE-MS	3334
		Sapin, épinette, pin gris et mélèze	AF4-SSR:Pente F: type MS-RS	87
			E3-EE : organique : RE32	272
		Thuya et sapin	C6-THO-SAB:frais: drainage 30-40	604
			E1-THOSAB:organique mal drainé	346
		Régulier	37601	Bouleau jaune
B3-RBJFT:till frais type:FE-MS	2471			
BPLM:Plantation mélangée avec BOJ type MS-RS	16			
Bouleau à papier et feuillus	B5-BOPF:Till: frais type MS1			7637
	B7-FIR:Till:frais type:MS1			1051
Bouleau à papier et résineux	A5-BOPF:Pente D:till:frais type :MS			1101
	A6-BOPR:Pente D:till:frais type:MS-RS			804

			B6-BOPR:till:frais type:MS	5605
			B8-RFI:till:frais type:MS	498
			C1-BOPR:till:humide type:MS	239
			C2-RFI:till humide type:MS	454
			C3-SABBOP:till:humide type:RS22-42	2402
		Érable rouge et résineux	A4-EOR:Pente D:till frais:type FE-MS	359
			B4-EOR:till:frais type:FE-MS	2304
		Sapin, épinette, pin gris et mélèze	A7-ES-SE:Sable-gravier: type:RR1-RS4	249
			A8-SS:Sable-gravier: type:RR1-RS42	514
			A9-SS-SE: Pente D:till sec: type MS12-22-26	328
			B9A-SABBOP perturbé :till:frais: type RS22-42	912
			B9C:SS:till:frais type MS12-22-25	2625
			BPL1::Plantation résineuse bien drainé type MS-RS	2551
			C4:SS:till:humide: type MS13-23-26	525
			C5-SS:till:humide: type RS22-42-43-52	3027
			CPL2-Plantation résineuse milieu humide	142
			D2-SE:till très humide: type RS23-RC22-23	278
			BPL2-Plantation résineuse bien drainé type MS-RS avec PIN	140
		Thuya et sapin	BPL3-: Plantation résineuse avec thuya	42

\* Exemple de la nomenclature d'une série : « C3-SABBOP:till:humide type:RS22-42 » :

«C»: station forestière ; «3»: numéro de la série ; «SABBOP»: couvert dominant de la série ; «till»: Dépôt de surface ; «humide»: régime hydrique ; «RS22-42» Type écologique.

Les informations présentées dans ce chapitre font, une fois de plus, référence aux données tirées du document stratégique « Identification des orientations stratégiques sur le territoire des Seigneuries de Nicolas-Riou et du Lac Métis ».

### **3.1.3 Développement des tables de peuplements (séries irrégulières)**

Pour chacune des 11 séries d'aménagement irrégulières, une table de peuplement a été créée. Cette table représente la moyenne des tables de stock associées à chaque polygone formant la série. Cette moyenne est pondérée selon la superficie de chaque polygone. Ces différentes tables serviront ultérieurement à évaluer la valeur des différents indicateurs et à simuler la croissance des peuplements dans le modèle de croissance Cohorte pour chacune des séries irrégulières.

### **3.1.4 Calibration du modèle de croissance COHORTE**

Patchworks utilise des courbes de croissance, des rendements de récolte et des indications sur les retours après traitements. Pour ce projet, dans le cas des séries régulières, les hypothèses de croissance incluses dans Sylva II ont été utilisées. Cependant, dans le cas des peuplements feuillus et mélangés, les hypothèses ont pour leur part été générées à partir du modèle COHORTE (Doyon et al. 2005) selon une procédure actuellement développée pour le projet Kenauk-Lauzon (Forget et al. 2006).

COHORTE est un modèle qui simule le développement de peuplements à structure irrégulière (Doyon et al 2005). Il a été conçu pour pouvoir évaluer le rendement de ces peuplements à la suite de coupes partielles. Il s'agit d'un modèle à 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.

La première étape du projet consiste à calibrer le modèle de croissance COHORTE pour les principales espèces composant les peuplements des Seigneuries. Des données empiriques de croissance ont été prélevées sur les deux territoires par le carottage d'arbres selon une stratification particulière<sup>1</sup>. Ces données serviront à calibrer le modèle. Une fois cette étape complétée, les courbes de croissance pour les séries d'aménagement impliquant des coupes

---

<sup>1</sup> Voir Protocole de carottage en annexe 1

partielles ont été développées. Ces courbes ainsi que la base de données forestières ont été intégrées à Patchworks.

La calibration de la croissance des arbres dans Cohorte se fait en déterminant la valeur des paramètres  $m$  et  $k$  d'une équation dont la croissance est fonction d'un indice de compétition. Sous une telle forme, la croissance diminue donc géométriquement à mesure que la compétition augmente (voir Équation 1). Les paramètres  $m$  et  $k$  correspondent respectivement à la pente et à l'ordonnée à l'origine de la courbe de croissance diamétrale des tiges en fonction de l'indice de compétition. La forme de la courbe (paramètre  $m$ ) par défaut que l'on retrouve dans Cohorte a été utilisée. La calibration se fait donc en déplaçant vers le haut ou vers le bas (paramètre  $k$ ) la courbe en fonction de la croissance des tiges échantillonnées et de leur indice de compétition. Pour plus de détails relativement aux fondements du modèle COHORTE, veuillez vous référer au document (Doyon et al. 2005).

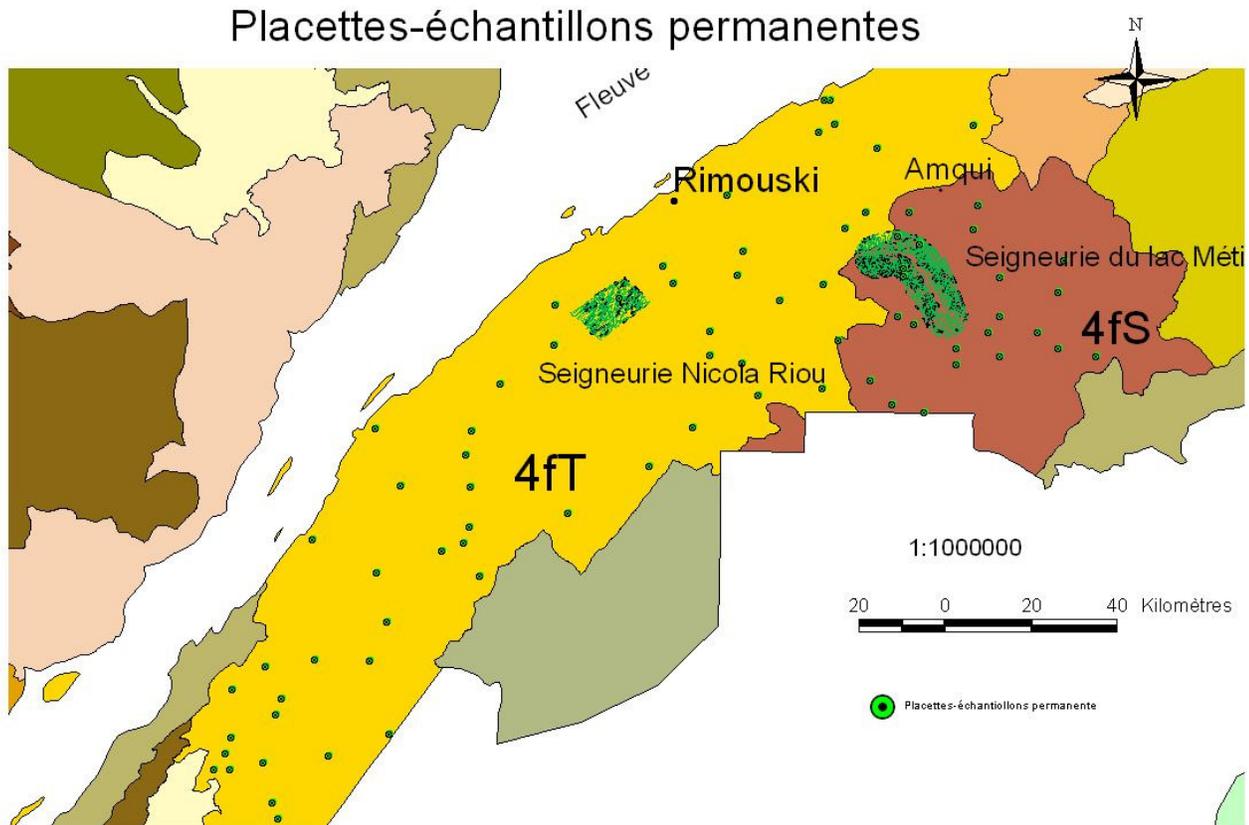
Équation 1 :  $\text{Croissance} = e^{(k-m*\text{COMPÉTITION})}$

Une calibration locale a pu être effectuée pour un certain nombre d'essences carottées (BOJ, ERS, ERR, BOP, EPB, SAB) selon les deux Seigneuries. La croissance a été calculée à partir de l'analyse des 15 dernières années observée lors de l'étude dendrochronologique des tiges carottées. Cette croissance est divisée selon la vigueur des tiges soit : vigoureuse et non vigoureuse. L'annexe 2 présente des graphiques de la croissance annuelle radiale observée pour les essences principales en fonctions de la vigueur. Le rétrécissement des carottes lors du séchage a été corrigé en ajoutant à la largeur mesurée des cernes le pourcentage de rétrécissement de l'érable à sucre évalué selon l'axe radial (4,8 % selon Haygreen and Bowyer 1982). Cette valeur de croissance radiale a par la suite été multipliée par deux pour obtenir une croissance diamétrale, et ainsi permettre le calcul de la croissance moyenne. Le tableau 4 présente l'accroissement diamétral annuel moyen des essences carottées selon leur provenance qui tient compte du dépôt de surface et de la Seigneurie.

**Tableau 4. Croissance annuelle des arbres selon l'espèce, la seigneurie, le dépôt et la vigueur des tiges**

Espèce	Seigneurie	Dépôt	Vigueur	Croissance (mm/ha)
BOJ	Lac Métis	1a	Vigoureux	4.38
			Non Vigoureux	2.51
		8a	Vigoureux	3.85
			Non Vigoureux	2.50
BOP	Nicolas-Riou	8a	Vigoureux	2.66
			Non Vigoureux	2.00
EPB	Lac Métis	1a	Vigoureux	4.70
			Non Vigoureux	5.10
ERR	Nicolas-Riou	8a	Vigoureux	3.27
			Non Vigoureux	2.98
ERS	Lac Métis	8a	Vigoureux	3.90
			Non Vigoureux	3.51
	Nicolas-Riou	8a	Vigoureux	3.49
			Non Vigoureux	3.04
SAB	Lac Métis	1a	Vigoureux	4.55
			Non Vigoureux	3.90
		8a	Vigoureux	3.96
			Non Vigoureux	3.61

La croissance des autres essences non carottées a été calculée à partir des observations dans les placettes-échantillons permanentes (PEP). Pour ce faire, les données sur la croissance en provenance des bases de données des PEP (155 placettes) localisées dans les sous régions écologiques 4fT et 4 fS (Saucier et Robitaille 2002) des Seigneuries ont été utilisées (figure 4).



**Figure 4. Placettes-échantillons permanentes utilisées pour la calibration des essences sous représentées**

Les valeurs par défaut de Cohorte, qui représentent les valeurs moyennes de toutes les PEP du Québec, ont été assignées aux essences sous-représentées en nombre de tiges pour définir leur niveau de croissance.

### 3.1.4.2 Calibration de la mortalité

La régression logistique a permis d'estimer les paramètres des équations prédictives de la mortalité des arbres sur une période de 10 ans. Les données des placettes-échantillons permanentes pour l'ensemble du Québec ont été utilisées afin d'établir les régressions. Le tableau 5 présente les équations qui prédisent la mortalité en fonction de chaque essence.

**Tableau 5. Termes X dans l'équation logistique (événement/non-événement) = exp(X) pour la prédiction de la mortalité à partir des PEPs de l'ensemble du Québec.**

Essence	Termes X
BOJ	-0.283 - 1.607*(ln(croissance+1)) - 0.146*COUPE
BOP	-0.170 - 1.926*(ln(croissance+1))- 0.059*COUPE- 0.443*(dhp=10-20cm) - 0.171*(dhp=30 cm)
EPB+	-0.364 - 1.679*(ln(croissance+1)) - 0.229*COUPE - 0.675*(dhp=10cm) - 0.522*(dhp=20 cm)
EPN	-0.313 - 1.607*(ln(croissance+1)) - 0.216*COUPE - 0.566*(dhp=10cm) - 0.150*(dhp=20cm)
ERR	0.611 - 2.248*(ln(croissance+1)) - 0.165*COUPE
ERS	-0.303 - 1.708*(ln(croissance+1)) - 0.118* COUPE - 0.122*(dhp=10cm) - 0.387*(dhp=20-30cm)
HEG	0.752 - 1.424*(ln(croissance+1)) - 0.108*COUPE -1.541*(dhp=10-20 et 30+cm)
PET+	1.327 - 1.983*(ln(croissance+1)) - 0.227*COUPE
PIG	-0.562 - 1.711*(ln(croissance+1)) - 0.310*COUPE
SAB	2.290 - 1.739*(ln(croissance+1)) - 0.309*COUPE - 1.102*(dhp=10cm) - 0.394*(dhp=20cm)
THO	-0.187 - 1.337*(ln(croissance+1)) - 1.017*(dhp=10-20cm) - 0.276*(dhp=30cm)
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)
TIL	0.052 - 2.205*(ln(croissance+1)) - 0.191*COUPE

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

La vigueur des tiges servant lors des simulations dans Cohorte a dû être estimée car cette information n'apparaît pas dans les tables de stock du dernier calcul de la possibilité.

Malgré des efforts soutenus, il a été impossible d'acquérir des données statistiques de vigueurs auprès du bureau régional du ministère des Ressources Naturelles et de la Faune du Bas-St-Laurent. Pour cette raison, la proportion des tiges vigoureuses et non vigoureuses a été évaluée à partir d'une table de conversion élaborée pour le projet Fairmont Kenauk (2006). Pour les fins de ce projet, il est donc estimé que la proportion des tiges vigoureuses et non vigoureuses des Seigneuries correspond à celle observée dans l'Outaouais. Le tableau de conversion a été ajouté à l'annexe 3. Cette table permet d'identifier la proportion de tiges vigoureuses par essence et par classe de 10 cm au DHP. Elle indique de plus le nombre d'observations qui ont été utilisées afin de déterminer les proportions pour chaque classe.

### **3.1.5 Développement des courbes de croissance**

Le développement des courbes de croissance pour chaque série constitue l'étape suivante de la calibration. Ces courbes de croissance permettent au logiciel Patchworks de faire évoluer chaque peuplement selon les modalités reliées à chaque série.

#### **3.1.5.1 Les séries irrégulières**

Au départ des simulations, chaque table de peuplement associée à une série d'aménagement irrégulière a été réduite à 14m<sup>2</sup>/ha (surface terrière initiale). Pour ce faire, le nombre de tiges pour chaque cohorte (ensembles de tiges ayant les mêmes caractéristiques : essence, dhp, qualité et vigueur) a été réduite par un facteur afin que la surface terrière de la table résultante soit de 14m<sup>2</sup>/ha. Ces tables constituent donc les points de départ pour chacune des courbes de croissance permettant l'évolution des peuplements dans Patchworks. Le logiciel Cohorte permet de faire évoluer dans le temps les tables de peuplement de chaque série d'aménagement. Ainsi, Cohorte a produit de nouvelles tables de peuplement au temps 5, 10, 15 jusqu'à 170 ans pour chaque table de peuplement de départ. Cette évolution permet ainsi d'identifier la surface terrière à chaque quinquennal au fur et à mesure que la série évolue. Il est alors possible de construire une

courbe de croissance pour un horizon de 170 ans. De plus, les tables de peuplements intermédiaires permettent de calculer les attributs que l'on verra au chapitre 4.0. L'accroissement annuel moyen net est indiqué au tableau 6 à titre indicatif pour les séries irrégulières. La moyenne de l'accroissement annuel a été réalisée entre une surface terrière de 16 m<sup>2</sup>/ha et de 24 m<sup>2</sup>/ha.

**Tableau 6. Accroissement annuel net des séries d'aménagement irrégulières (m<sup>2</sup>/ha/an)**

Séries d'aménagement inéquiennes	Sites moyens
A1-ERS: Pente D: type:FE-MS	0,30
A2-BJR: Pente D et E: type MS	0,20
A3-RBJFT: Pente D et E : type FE-MS	0,19
AF1-BOPR:Pente F Type :MS-RS	0,25
AF2-RBJFT:Pente F: type FE-MS	0,18
AF3-EOR:Pente F: type FE-MS	0,27
AF4-SSR:Pente F: type MS-RS	0,18
B1-ERS:till:frais: type FE-MS	0,30
C6-THO-SAB:frais: drainage 30-40	0,22
E1-THOSAB:organique mal drainé	0,18
E3-EE : organique : RE32	0,17

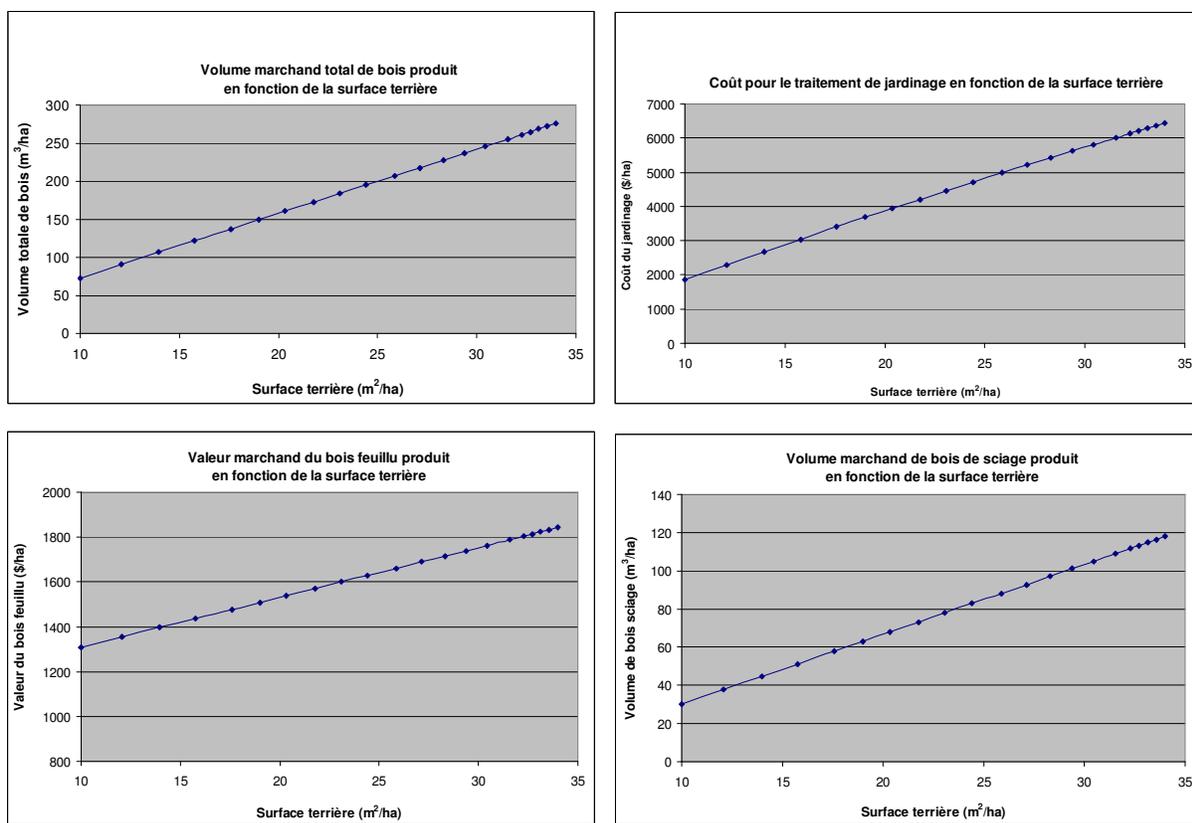
### 3.1.5.2 Les séries régulières et les plantations

En ce qui concerne les séries régulières, les courbes de croissance ont été développées à partir des scénarios d'évolution établis lors du dernier calcul de possibilité pour la FMBSL. Les courbes de croissance ont donc été extraites du logiciel SYLVA II. Cependant, une moyenne pondérée a été effectuée afin d'élaborer des nouvelles courbes selon les séries d'aménagement proposées. À vrai dire, chaque polygone est associé à une famille de courbe précise. La nouvelle courbe, représentant une série d'aménagement, est donc une moyenne de toutes les courbes pondérées par la superficie de chaque peuplement. De la même manière, l'évolution des essences par famille de courbes pour chaque série a été développée en effectuant une moyenne pondérée de toutes les courbes composant la série selon la superficie des polygones.

Les courbes des séries de plantation ont pour leur part été construites selon le même cheminement que les séries régulières en peuplement naturel.

## 4.0 Développement des courbes d'attributs et des indicateurs de développement durable

Un attribut est un indicateur de l'état de la forêt exprimé par une particularité (exemple : le volume marchand total ou la valeur en bois de sciage) (Figure 5), qui caractérise une série d'aménagement pour une surface terrière donnée.



**Figure 5. Exemples de courbes d'attributs utilisées pour le plan d'aménagement forestier**

Les attributs peuvent être nombreux et ceux utilisés dans le cadre de ce projet sont présentés au tableau 7. Ils sont subdivisés en deux types dont un est le résultat d'un traitement sylvicole (produits) et l'autre représente l'évolution des caractéristiques de la forêt sur pied. À titre d'exemple, l'indicateur "volume total" de type "En forêt" indique le volume marchand sur pied pour une série d'aménagement à une surface terrière spécifique.

Le même indicateur mais de type "Produits" est lié à un traitement sylvicole et représente le volume marchand qui serait obtenu si le traitement sylvicole était appliqué à une surface terrière donnée.

**Tableau 7. Types, familles et description des attributs utilisés pour le modèle de la FMBSL**

Type	Famille	Description
En forêt	Stade	Superficie par classe de surface terrière
En forêt	Volume	Volume marchand brut (m.b.) sur pied total
En forêt	Volume	Volume m.b. sur pied de sciage d'essences feuillues dures
En forêt	Volume	Volume m.b. sur pied de sciage d'essences feuillues moues
En forêt	Volume	Volume m.b. sur pied de pâte d'essences feuillues dures
En forêt	Volume	Volume m.b. sur pied de pâte d'essences feuillues moues
En forêt	Volume	Volume m.b. sur pied de sciage d'essences SEPM
En forêt	Volume	Volume m.b. sur pied de sciage d'essences THO
En forêt	Valeur	Valeur totale sur pied de produits d'essences feuillues
En forêt	Valeur	Valeur totale sur pied de produits d'essences résineuses
En forêt	Valeur	Crédit sylvicole
Produits	Volume	Volume marchant net (m.n.) total prélevé
Produits	Volume	Volume m.n. prélevé en sciage d'essences feuillues dures
Produits	Volume	Volume m.n. prélevé en sciage d'essences feuillues moues
Produits	Volume	Volume m.n. prélevé en pâte d'essences feuillues dures
Produits	Volume	Volume m.n. prélevé en pâte d'essences feuillues moues
Produits	Volume	Volume m.n. prélevé en sciage d'essences SEPM
Produits	Volume	Volume m.n. prélevé en sciage d'essences THO
Produits	Valeur	Valeur prélevée de produits d'essences feuillues
Produits	Valeur	Valeur prélevée de produits d'essences résineuses
Produits	Coûts	Coût de construction de chemins
Produits	Coûts	Coût d'entretien de chemins
Produits	Coûts	Coût d'abattage et de débusquage (récolte)
Produits	Coûts	Coût de la plantation (préparation de terrain, plantation, et dégagement)
Produits	Coûts	Coût de l'éclaircie précommercial
Produits	Coûts	Coût du transport de la matière ligneuse

## 4.1 Méthodologie de développement des courbes d'attribut

L'ensemble des tables de peuplement de départ ont été utilisées pour créer des courbes indiquant la valeur des différents attributs en fonction du temps pour chaque série d'aménagement. Pour ce faire, la valeur de chacun des attributs a été estimée pour chacune des unités de simulation. Par la suite, une relation, généralement sous la forme d'une corrélation linéaire, a été calculée entre la valeur de chacun des attributs et la surface terrière. Enfin, la valeur de l'attribut a été évaluée pour chaque période quinquennale comprise entre 0 et 200 ans (170 ans pour les séries irrégulières) en utilisant la relation de la surface terrière en fonction des années. Ainsi, une valeur à chaque pas de cinq ans pour chacun des attributs peut être intégrée à l'intérieur du modèle forestier. Une extrapolation linéaire est effectuée par le logiciel de simulation afin d'estimer des valeurs annuelles pour chacun des attributs.

## 4.2 Précisions sur certains attributs généraux

### 4.2.1 Coût de construction et d'entretien des chemins

Les coûts de la construction et d'entretien des chemins est divisé selon deux classes de chemins soit : les chemins d'accès et les chemins d'extractions. Les chemins d'accès étant tous construits, il ne reste qu'à les entretenir. Pour les chemins d'extraction de la matière ligneuse, les coûts de construction ont été déterminés par seigneurie. L'entretien de ces chemins est sensiblement le même pour les deux territoires. Le tableau 8 résume les principaux coûts qui ont été calculés selon une moyenne des coûts des 5 dernières années de récolte en fonction des différentes Seigneuries.

**Tableau 8. Coût de construction des infrastructures routières et de l'entretien par Seigneurie et par classe de chemin**

Seigneurie	Construction Chemins d'extraction (\$/km)	Entretien	
		Chemins d'accès (\$/km)	Chemins d'extraction (\$/km)
Lac-Métis	4925,00	450,00	150,00
Nicolas-Riou	4730,00	450,00	150,00

Un réseau routier virtuel a été développé de façon à ce qu'il y ait sur l'ensemble du territoire un chemin à moins de 500 mètres de distance de chaque peuplement forestier. Ces chemins virtuels projetés permettront au modèle forestier d'estimer les coûts de construction de chemins pour les secteurs non traités.

#### 4.2.2 Coût de récolte

Le coût de récolte inclut les frais d'abattage et de débusquage, les aspects techniques tels les inventaires, ainsi que les coûts liés au tronçonnage et au mesurage des billes (incluant la manutention). Le coût d'abattage et de débusquage pour les coupes de régénération a été estimé en tenant compte d'un taux qui varie selon les groupes d'essences suivants : les peupliers, les autres feuillus, les thuyas et les autres résineux (Tableau 9). Pour les coupes partielles, les frais ont été bonifiés de 2\$ par m<sup>3</sup> par rapport à ceux utilisés pour les coupes de régénération afin de tenir compte des baisses de productivité et du martelage lors de la réalisation de ce type de traitement. Par ailleurs, il est opportun de mentionner qu'aucun frais administratif n'est considéré dans les coûts de récolte et que les coûts sont calculés en fonction du mètre cube net.

**Tableau 9. Coûts d'abattage et de débusquage selon les essences prélevées et le type de traitement sylvicole appliqué**

Groupes d'essences	Coûts de récolte (\$/m <sup>3</sup> )	
	Coupe totale	Coupe de jardinage
PEU	33,82	35,82
Autres feuillus	35,50	37,50
Thuya	30,60	32,60
Autres résineux	34,80	36,80

#### 4.2.3 Coût des traitements non commerciaux

Les traitements non commerciaux se limitent à la plantation, au dégagement de plantation et à l'éclaircie précommerciale. La plantation comprend la préparation de terrain, la livraison des plants et la plantation. Deux types de plantations sont prévus : plantation mixte et plantation résineuse. Les plantations mixtes correspondent à 60% de feuillus

tolérants et 40 % de résineux pour un total de 1350 tiges/ha. Les plantations résineuses sont à 85% résineuse et 15 % feuillus tolérants avec un stocking de 2500 tiges/ha. Le dégagement de plantation est réalisé systématiquement après 2 ans suivant la mise en terre des plants. Selon la série aménagée, l'éclaircie précommerciale comporte deux alternatives soit : l'éclaircie précommerciale feuillus tolérant et l'éclaircie précommerciale résineuse. Le tableau 10 détermine les coûts des trois types de traitements. À défaut d'avoir les coûts réels des traitements, ils ont été calculés à partir des crédits accordés sur la grille officielle 2006 des taux des Conseillers du Bas-St-Laurent.

**Tableau 10. Coût des traitements non commerciaux de la FMBSL**

Traitement	Coûts du traitement (\$/ha)
Plantation mixte	933,92
Plantation résineuse	1303,50
Dégagement de plantation	815,00
Éclaircie précommerciale feuillu	717,00
Éclaircie précommerciale résineuse	1109,00

#### 4.2.4 Coût du transport

Le coût du transport a été évalué à un taux moyen du m<sup>3</sup> selon la Seigneurie. Une destination centrale (usine de PRICE) a été choisie pour déterminer la distance moyenne à parcourir des Seigneurie à l'usine de transformation. Le coût moyen pour le transport et le chargement est donc de 10,00 \$/m<sup>3</sup> pour le bois provenant de la Seigneurie du Lac-Métis et de 10,50\$/m<sup>3</sup> pour Nicolas-Riou.

#### 4.2.5 Valeur des produits

La valeur des produits récoltés est divisée selon six catégories de produits vendus aux différentes usines de la région. Le prix est établi en fonction de la Seigneurie d'où la matière ligneuse a été extraite (tableau 11).

**Tableau 11. Liste des prix au mètre cube par essence en fonction des produits**

Catégorie	Seigneurie Nicolas-Riou (\$/m <sup>3</sup> )	Seigneurie du Lac Métis (\$/m <sup>3</sup> )
SEPM	59,70	60,40
THO	55,29	57,66
Feuillus durs sciage	56,10	85,23
Feuillus mous sciage	40,30	35,19
Feuillus durs pâte	44,30	38,31
Feuillus mous pâte	29,07	29,07

### **4.3 Description des indicateurs de développement durable**

Le choix des différents indicateurs doit se faire de façon à pouvoir tester la viabilité économique, l'acceptabilité sociale et le maintien des processus écologiques de plusieurs scénarios d'aménagement.

L'intégration de ces critères au modèle est nécessaire afin d'avoir un calcul de possibilité qui reflète tous les enjeux actuels. Ces indicateurs serviront d'une part à déterminer un scénario viable qui tient compte de l'ensemble des valeurs ciblées par la FMBSL et d'autre part, ils permettront d'élaborer des analyses de sensibilité entre différentes paires d'indicateurs. Ces analyses permettent de mieux comprendre les interactions qui existent entre certains indicateurs. La compréhension de ces interactions est nécessaire afin de choisir un scénario d'aménagement adapté aux différentes valeurs.

Le tableau 12 présente les différents indicateurs de développement durable élaborés par la FMBSL permettant de suivre les objectifs sociaux, économiques et environnementaux. Chacun des indicateurs est rattaché à une échelle indiquée dans le tableau. De plus, le type d'indicateur permet d'établir si l'indicateur est une cible ou bien un attribut dont on veut suivre l'évolution. Pour les indicateurs de type cible, une dernière colonne est rajoutée pour déterminer l'objectif associé à l'indicateur : Faut-il maximiser la valeur de l'indicateur ou minimiser son ampleur ?

**Tableau 12. Indicateurs de développement durable**

Type d'indicateur	Valeur	Indicateur	Échelle	Type d'indicateur	Objectif
Sociaux	Emplois	Nombre de Semaine travaillées	Seigneuries	Indicateur	Cible
	Esthétique du Paysage	Aires en CT par rapport aux paysages sensibles	En forêt	Cible	Minimiser
	Conditions d'ambiance naturelle	Superficie en plantation	Seigneuries	Cible	Minimiser
Économique	Rentabilité	Profit, coûts, revenus	Seigneuries	Cible	Maximiser
	Niveau de récolte	Volume	Seigneuries	Cible	Maximiser
	Potentiel acéricole	Superficie en bon potentiel acéricole (200 entailles et plus/ha)	Seigneuries	Cible	Minimiser
Environnementaux	Maintien des vieilles forêts	Superficies en vieille forêt /série évolutive (F, M, R)	Type de couvert (F, M, R)	Cible	Minimiser
	Conservation des habitats	IQH (Gélinot, Grand Pic, Martre)	Seigneuries	Indicateur	Minimiser
	Intégrité écologique	Kilomètres de chemins/ha	Seigneuries	Cible	Minimiser
	Patrons écologiques	Proportion des régimes/type	Seigneuries	Cible	Min / Max

### 4.3.1 Nombre de semaines travaillées

L'indicateur social du nombre de semaines travaillées permet d'établir la quantité de temps qu'il faut allouer pour réaliser l'ensemble des travaux par année. Il est donc possible d'estimer le nombre d'emplois générés par année de récolte. Le tableau 13 détermine la productivité d'un travailleur pour chaque poste de travail. En ayant les volumes récoltés par traitement, les superficies traitées en traitements non commerciaux et la longueur des chemins construits et entretenus, il est possible d'établir avec la productivité le nombre de semaines requises pour réaliser une saison de récolte.

**Tableau 13. Productivité hebdomadaire par opération**

Type de travaux	Productivité	Unité
Préparation de terrain	<b>13.2</b>	ha/semaine
Plantation Plants de Fortes Dimensions	<b>4000</b>	plants/semaine
Dégagement	<b>1.25</b>	ha/semaine
Éclaircie précommerciale	<b>1.25</b>	ha/semaine
Éclaircie commerciale	<b>47.78</b>	M <sup>3</sup> /semaine
Coupes partielles résineuses	<b>41.41</b>	M <sup>3</sup> /semaine
Coupes partielles feuillues	<b>50.96</b>	M <sup>3</sup> /semaine
CPRS résineuse	<b>57.33</b>	M <sup>3</sup> /semaine
CPRS feuillu	<b>66.89</b>	M <sup>3</sup> /semaine
Construction chemin	<b>1.4</b>	Km/semaine
Entretien chemin	<b>2</b>	Km/semaine
Débardage	<b>318.5</b>	M <sup>3</sup> /semaine
Nivellement	<b>5</b>	Km/semaine

### 4.3.2 Aire en coupe totale par rapport au paysage sensible

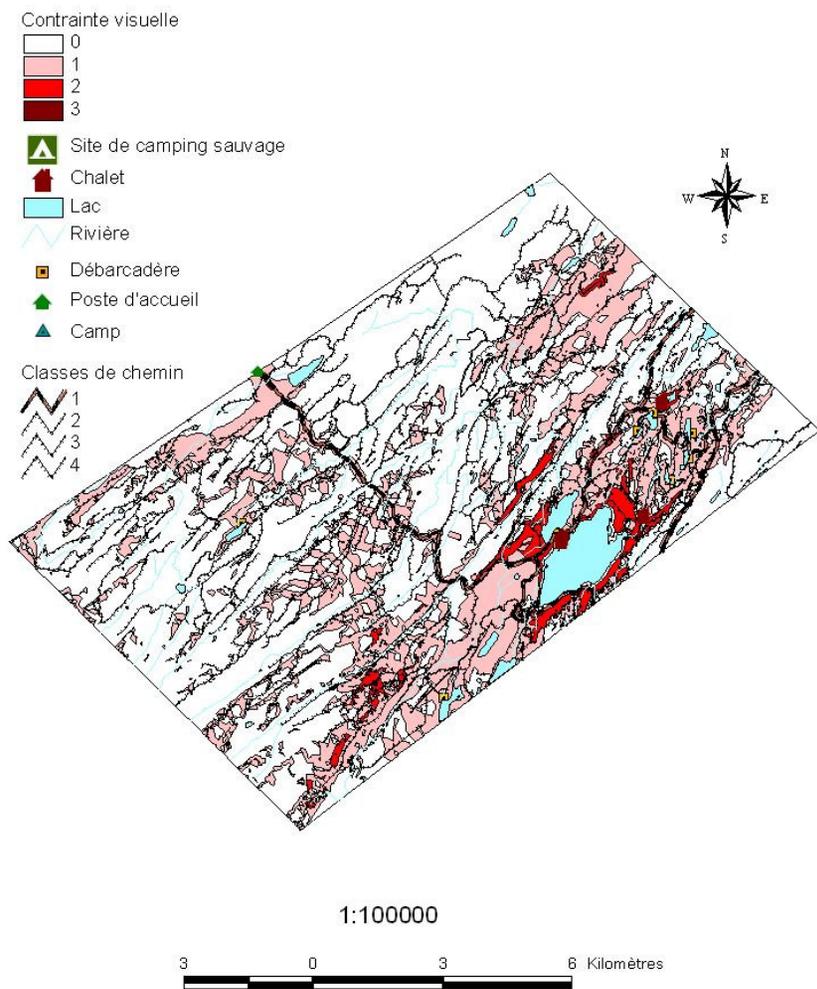
Cet indicateur permet d'établir la superficie affectée par les coupes totales dans les zones visuellement sensibles. L'analyse d'encadrement visuelle a été réalisée à partir du modèle

numérique de terrain développé par la FMBSL. Les secteurs d'intérêt récréatifs retenus pour la protection de la qualité visuelle des paysages ont été extraits des plans d'aménagement des deux seigneuries (*Plan d'aménagement multiressource de la Seigneurie du Lac-Métis : Partie I Document de connaissance 1996* et *Plan d'aménagement multiressource de la Seigneurie Nicolas-Riou: Partie I Document de connaissance 1995*). De plus, les plans présentent les objectifs de qualité visuelle et les capacités d'absorption nécessaires pour définir les zones visuelles sensibles de la FMBSL. Ces objectifs ont permis de définir les plans de l'espace visuel qui, une fois réalisés, ont permis la définition des zones sensibles. La figure 6 permet de visualiser ces zones qui sont divisées selon quatre classes au tableau 14.

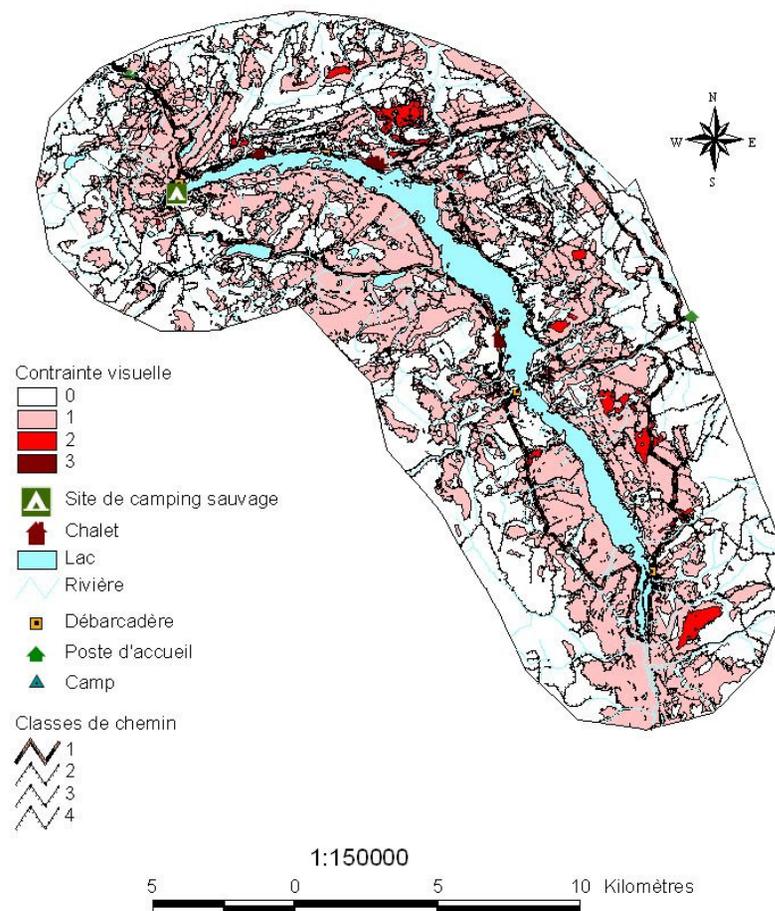
**Tableau 14. Valeur des contraintes visuelles**

Sensibilité	Valeur
Aucune contrainte visuelle	0
Contrainte visuelle moyenne	1
Contrainte visuelle élevée	2
Contrainte visuelle très forte	3

### Encadrement visuel de la Seigneurie Nicolas-Riou



### Encadrement visuel de la Seigneurie du lac Métis



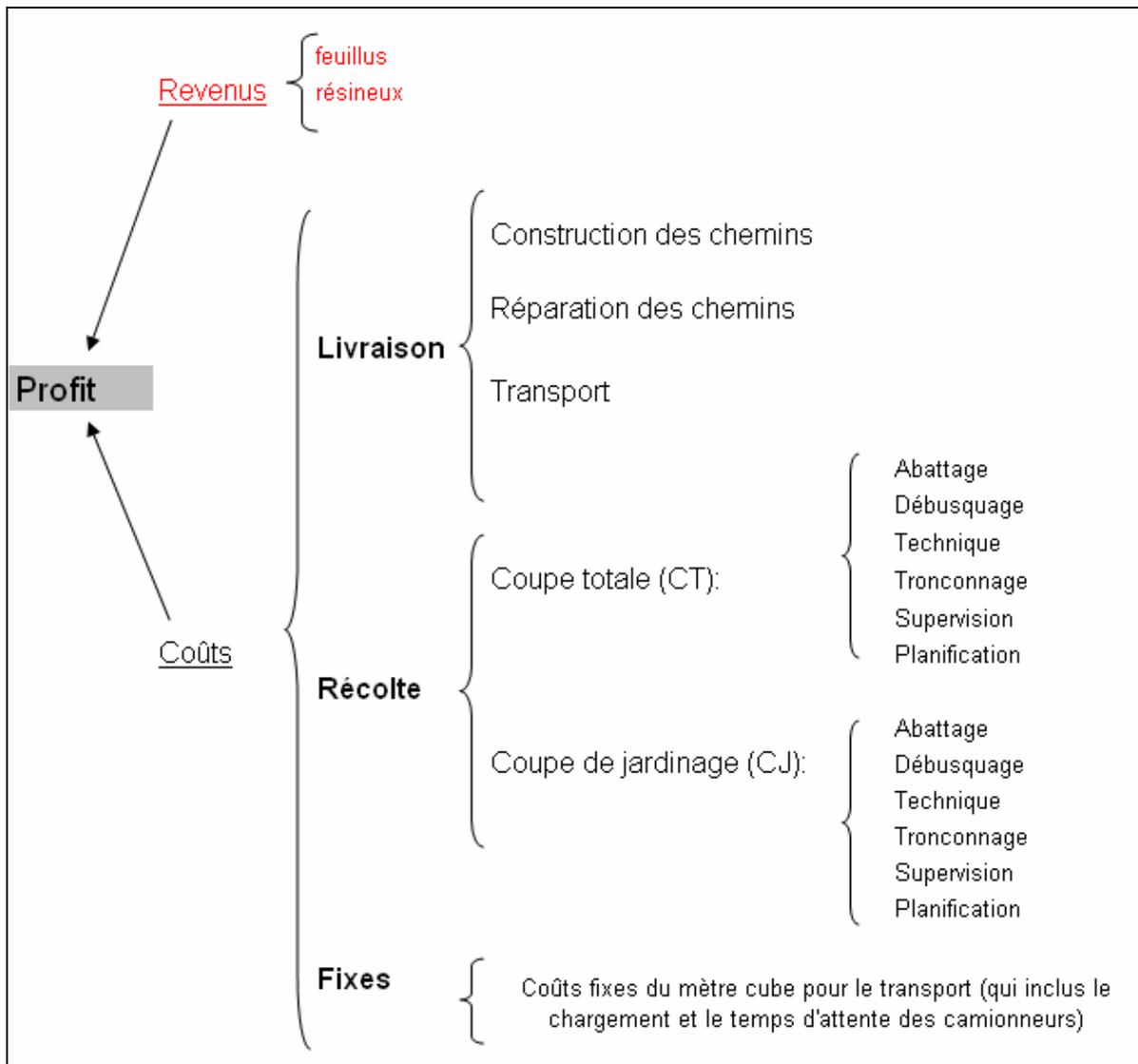
**Figure 6. Encadrement visuel des deux Seigneuries**

### **4.3.3 Condition d'ambiance naturelle**

Par soucis de conserver des peuplements naturels, un indicateur a été développé afin de contrôler les superficies en plantations. En effet, les secteurs où les peuplements sont issus d'une régénération naturelle sont préférés par les utilisateurs récréatifs aux monocultures. Cet indicateur permet ainsi de contrôler les superficies plantées afin de minimiser les désagréments visuels de ces secteurs.

### **4.3.4 Rentabilité**

La rentabilité est un indicateur qui fait référence à plusieurs éléments interdépendants. À vrai dire, le profit, les coûts et les revenus sont des éléments clés qui permettent d'établir la rentabilité d'une entreprise. Afin de développer des indicateurs tels les coûts et les revenus, il faut faire appel à la notion des « comptes » utilisée par Patchworks. Un compte sert à additionner ou à soustraire plusieurs attributs. Les revenus (somme des valeurs des produits prélevés d'essences résineuses et d'essences feuillues) et le profit (valeur nette de la matière ligneuse vendue à l'usine moins l'ensemble des coûts liés à la récolte, au transport et à la construction et l'entretien des chemins) en sont des exemples. Le schéma présenté à la figure 7 permet de visualiser les éléments des comptes à caractère économique. Le suivi et l'atteinte d'objectifs de rentabilité seront donc assurés par ces indicateurs.



**Figure 7. Visualisation des éléments ou attributs utilisés dans la création de comptes à caractère économique.**

#### 4.3.5 Volume récolté

L'indicateur volume récolté permet d'établir la possibilité forestière des deux Seigneuries. De plus, il permettra d'établir la valeur et les coûts au m<sup>3</sup>, valeur la plus utilisée dans le domaine forestier.

#### 4.3.6 Superficie en bon potentiel acéricole

Cet indicateur permet d'avoir un suivi sur les superficies ayant un bon potentiel pour l'acériculture. Les superficies présentant 200 entailles et plus par hectare en érable à sucre

(*acer saccharum*) et en érable rouge (*acer rubrum*) sont considérées comme possédant des caractéristiques nécessaires pour l'acériculture. Le nombre d'entailles potentielles est basé sur le *Nombre équivalent d'entailles à rendement normalisé* (NEER) du CPVQ (1984). Le tableau 15 permet de déterminer le nombre d'entailles par arbre selon le DHP de l'arbre. Pour calculer le nombre d'entailles potentielles par hectares, il suffit d'additionner les NEER pour chacune des cohortes d'érables présentes dans la table de peuplement des séries irrégulières selon leur DHP. Cette démarche est réalisée avec les tables d'une série à chaque période afin d'évaluer l'évolution du nombre d'entailles selon l'âge de la série. Seules les séries A1-ERS: Pente D: type:FE-MS ; AF3-EOR:Pente F: type FE-MS et B1-ERS:till:frais: type FE-MS présentent un bon potentiel acéricole selon leur table de peuplement.

**Tableau 15. Nombre d'entailles en fonction du dhp par la méthode équivalent d'entailles à rendement normalisé (NEERN)**

Classes de DHP (cm)	Nombre d'entailles	Classes de DHP (cm)	Nombre d'entailles	Classes de DHP (cm)	Nombre d'entailles
16-18	0,3	40	1,5	62	2,6
20	0,5	42	1,6	64	2,7
22	0,6	44	1,7	66	2,8
24	0,7	46	1,8	68	2,9
26	0,8	48	1,9	70	3,0
28	0,9	50	2,0	72	3,1
30	1,0	52	2,1	74	3,2
32	1,1	54	2,2	76	3,3
34	1,2	56	2,3	78	3,4
36	1,3	58	2,4	80 et +	3,5
38	1,4	60	2,5		

#### 4.3.7 Superficie en vieille forêt

La superficie en vieille forêt permet d'établir les superficies qui sont définies comme âgées. Dès qu'un peuplement atteint l'âge de 70 ans, on considère celui-ci comme vieux. L'âge de 70 ans a été établi avec le schéma d'aménagement fourni par la FMBSL. Cet indicateur

permet d'atteindre certaines cibles concernant les superficies prescrites selon le schéma afin d'établir une proportion de vieilles forêts représentant la forêt dite préindustrielle.

#### **4.3.8 Indices de la qualité d'habitat de la martre, la gélinotte, et du grand Pic**

Les valeurs de ces indices ont été calculées en utilisant le modèle développé par la FMBSL sur les *Indices de qualités d'habitat Extention d'Arcview* (2003). Ces indices considèrent la composition, la densité et la hauteur des peuplements pour déterminer l'indice de qualité de tous les polygones selon l'espèce. Trois espèces fauniques ont été retenues : la Martre d'Amérique (*Martes americana*), la gélinotte huppée (*Bonasa umbellus*) et le Grand Pic (*Dryocopus pileatus*).

#### **4.3.9 Densité du réseau routier**

La densité du réseau routier permet d'évaluer l'intégrité écologique d'un paysage et d'évaluer la fragmentation des écosystèmes selon les scénarios étudiés. Cet indicateur est un ratio du nombre de kilomètres de chemins forestier établis par rapport à la superficie totale terrestre.

#### **4.3.10 Proportions des structures et des régimes par type de couvert (Patron écologique)**

Cet indicateur fait référence à une série d'indicateurs qui permettent de suivre la structure, le stade évolutif, l'âge et le couvert des différentes séries selon les seigneuries. Le contrôle de ces indicateurs permet de changer le patron écologique afin d'atteindre les caractéristiques d'un paysage désiré. On peut, comme dans ce cas-ci, vouloir recréer une forêt préindustrielle beaucoup plus âgée que la forêt actuelle. Les tableaux 16 et 17 présentent respectivement le portrait actuel de la structure, du stade évolutif, de l'âge et du couvert en pourcentage pour la seigneurie du Lac-Métis et Nicolas-Riou.

**Tableau 16. Portrait actuel du patron écologique de la Seigneurie du Lac-Métis**

Structure	IRRÉG	RÉGULIÈRE							
	12%	88%							
Stade évolutif	IRRÉG	PIONNIERS		INTOLÉRANTS			TOLÉRANTS		
	12%	24%		14%			50%		
Stade dév		0 -10	30 - 50	0 -10	30 - 50	70 et +	0 -10	30 - 50	70 et +
R 31%	1%		3%	0%	0%	0%	5%	19%	4%
M 41%	5%		3%	0%	10%	1%	6%	14%	2%
F 28%	6%		18%	0%	2%	1%	0%	1%	0%
stade dév	12%	0%	24%	0%	12%	1%	11%	33%	6%
somme stade évol	12%	24%		14%			50%		

**Tableau 17. Portrait actuel du patron écologique de la Seigneurie Nicolas-Riou**

Structure	IRRÉG	REGULIÈRE							
	12%	88%							
Stade évolutif	IRRÉG	PIONNIERS		INTOLÉRANTS			TOLÉRANTS		
	12%	24%		14%			50%		
Stade dév		0 -10	30 - 50	0 -10	30 - 50	70 et +	0 -10	30 - 50	70 et +
R 19%	4%		3%	0%	0%	0%	2%	8%	1%
M 50%	9%		4%	3%	12%	0%	1%	20%	1%
F 31%	13%		5%	0%	1%	0%	0%	11%	1%
stade dév	26%	0%	12%	3%	13%	0%	3%	39%	3%
somme stade évol	26%	12%		17%			46%		

Le tableau 18, quant à lui, démontre la forêt désirée selon le schéma d'aménagement élaboré par la FMBSL qui s'inspire de la forêt préindustrielle retrouvée au Nouveau-Brunswick avant 1945 (Betts et Forbes 2005). Ce tableau constitue donc les objectifs à atteindre pour les indicateurs ciblés.

Afin d'atteindre ce patron, certaines séries doivent changer de stade évolutif. À vrai dire, certaines séries au stade pionnier et intolérant doivent évoluer vers des séries tolérantes. Pour ce faire, un traitement (coupe partielle\_trans) a été développé afin d'éliminer les essences intolérantes et ainsi transformer une série intolérante en série tolérante. De plus, ce même traitement s'applique aux séries pionnières qui se transforment en séries tolérantes. À la suite du traitement, le peuplement traité change de série selon les produits retrouvés après coupe. Lorsque le changement s'effectue, le couvert et le stade évolutif change de proportion permettant ainsi le changement global du patron écologique.

**Tableau 18. Patron écologique global désiré pour l'ensemble des Seigneuries**

Structure	IRRÉGULIÈRE 17%	RÉGULIER 83%					
	IRRÉGULIER	INTOLÉRANTS			TOLÉRANTS		
Stade évolutif							
Couvert potentiel		0 -10	30 - 50	70 et +	0 -10	30 - 50	70 et +
<b>R 30%</b>	6.00%	0.5%	1.00%	0.0%	6.00%	12.00%	4.00%
<b>M 65%</b>	7.00%	0.4%	1.00%	0.2%	11.75%	23.00%	21.75%
<b>F 5%</b>	4.00%	0.1%	0.20%	0.0%	0.20%	0.40%	0.40%
	<b>17.00%</b>	<b>1.0 %</b>	<b>2.2%</b>	<b>0.2%</b>	<b>17.95%</b>	<b>35.40%</b>	<b>26.15%</b>
	<b>17.00%</b>	<b>3.50%</b>			<b>79.5%</b>		

## 4.4 Estimation des attributs issus des traitements (produits)

Puisque les produits issus de coupes totales correspondent exactement à l'indicateur du volume sur pied, les mêmes courbes peuvent être utilisées pour estimer à la fois le volume sur pied et le volume récolté. Par contre, il en va différemment de l'estimation des produits récoltés par coupes partielles (coupe de jardinage, éclaircie commerciale, coupe progressive d'ensemencement). Les coupes partielles ont donc nécessité la création de nouvelles courbes puisque les produits issus de ces traitements sylvicoles ne représentent qu'une fraction du volume sur pied existant.

Les produits provenant des coupes progressives, des coupes de jardinage et des éclaircies commerciales ont été évalués pour chaque série d'aménagement en pratiquant un martelage théorique virtuel sur une table de peuplement de chacune des séries. Les régimes de martelage visaient à protéger les essences-objectif principales et à améliorer la qualité des peuplements. Les pourcentages de prélèvement ont été déterminés selon une grille simplifiée élaborée par Savoie (2006). Le choix de tiges martelées a été fait en respectant la priorité de récolte décrite au tableau 19 jusqu'au prélèvement désiré par traitement.

À partir des tiges martelées virtuellement, la quantité de produits sciages et pâtes recueillis pour chaque mètre cube marchand brut récolté a été estimée autant pour les coupes finales que pour les coupes partielles. Le volume des séries irrégulières a été déterminé avec le tarif de cubage de l'Unité de gestion 12. On a obtenu les produits en multipliant le volume prélevé avec les proportions de chaque produit que l'on retrouve dans la matrice de répartition des produits extraite du modèle Sylva II (Standard Nord selon le manuel d'aménagement). La proportion de déroulage a été additionnée à celle du sciage car il n'y a pas de débouché pour ce produit dans la région des Seigneuries.

**Tableau 19. Liste des traitements et leurs modalités**

Traitement	Prélèv. %	Volume minimale	Surface terrière minimale	Priorité de récolte							
				1	2	3	4	5	7	6	
				Sab	EPB	PEU	EPN	BOP	THO	FT	
Éclaircie commerciale											
(EC)Éclaircie commerciale mélangée	35% Vol	vol >125		40%	40%	40%	40%	40%	10%	10%	
(EC)Éclaircie commerciale résineuse	35% Vol	vol >125		35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	
<b>Coupes partielles</b>											
(CPM)Coupes partielles mélangés progressive suivi d'une cprs final	45% S.T.	vol >120		90%	70%	70%	40%	30%	10%		Diff vig 4 à 1*
(CPR)Coupes partielles résineuses progressive suivi d'une cprs final	45% S.T.	vol >135		90%	40%	100%	40%	40%	40%		Diff vig 4 à 1*
(CP)Coupes partielles	20% S.T.		24m2/ha	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
(CP_THO)Coupes partielles THO	20% S.T.	vol >135		20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
(CP)Coupes partielles feuillues	30% S.T.		24m2/ha	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
(CP_PF)Coupes partielles pente D-F	20% S.T.		28m2/ha	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
(CP_TRANS)Coupe trans***	30% S.T.		24m2/ha	100% priorité 3		100% priorité 1		100% priorité 2			
<b>Coupes finales</b>											
(CPRS)CPRS	100% Vol	vol >50		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
(CRS) réserve semencier	90% Vol	vol >50		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	Cons 10% vol**
(RRS) récupération réserve semencier	10% Vol	10 ans après CRS									10%

\* Récolter l'équivalent du prélèvement en prenant les feuillus tolérants peu vigoureux et en finissant par les vigoureux

\*\* Les semenciers conservés doivent être pris dans les feuillus tolérants

\*\*\* Coupe de transformation qui a pour effet de faire évoluer le couvert et le stade d'une série

#### 4.4.1 Traitements sylvicoles

Le tableau 20 présente les traitements autorisés, avec leurs modalités d'application, en fonction du zonage et de la série d'aménagement. La pratique de la CPRS sans traitement initial est autorisée que dans certains cas selon la colonne « autorisation CPRS dans ZOP ».

**Tableau 20. Traitement sylvicole associé à chaque série**

Série d'aménagement	Traitement sylvicole*	Autorisation CPRS dans les ZOP
A1-ERS: Pente D: type:FE-MS	CP	Non
A2-BJR: Pente D et E: type MS	CP	Non
A3-RBJFT: Pente D et E : type FE-MS	CP	Non
AF1-BOPR:Pente F Type :MS-RS	CP_PF	Non
AF2-RBJFT:Pente F: type FE-MS	CP_PF	Non
AF3-EOR:Pente F: type FE-MS	CP_PF	Non
AF4-SSR:Pente F: type MS-RS	CP_PF	Non
B1-ERS:till:frais: type FE-MS	CP	Non
C6-THO-SAB:frais: drainage 30-40	CP_THO	Non
E1-THOSAB:organique mal drainé	CP_THO	Non
E3-EE : organique : RE32	CP	Non
A4-EOR:Pente D:till frais:type FE-MS	CPM-CPRS, CPRS	Oui
A5-BOPF:Pente D:till:frais type :MS	CPM-CPRS, CPRS	Oui
A6-BOPR:Pente D:till:frais type:MS-RS	CPM-CPRS, CPRS	Oui
A7-ES-SE:Sable-gravier: type:RR1-RS4	ECR, CPRS	Oui
A8-SS:Sable-gravier: type:RR1-RS42	ECR, CPRS	Oui
A9-SS-SE: Pente D:till sec: type MS12-22-26	ECR, CPRS	Oui

B2-BJR:till frais:type FE-MS	CPM-CPRS, CPRS, CRS-RRS, EPC(mixte)	Non
B3-RBJFT:till frais type:FE-MS	CPM-CPRS, CPRS, CRS-RRS, EPC(mixte)	Non
B4-EOR:till:frais type:FE-MS	CPM-CPRS, CPRS	Non
B5-BOPF:Till: frais type MS1	CPM-CPRS, CPRS, CP_trans	Non
B6-BOPR:till:frais type:MS	CPM-CPRS, CPRS, CP_trans, plant(mixte)	Non
B7-FIR:Till:frais type:MS1	CPM-CPRS, CPRS, CP_trans	Non
B8-RFI:till:frais type:MS	CPM-CPRS, CPRS	Non
B9A-SABBOP perturbé :till:frais: type RS22-42	ECM, CPRS, plant(rés), EPC(rés)	Non
B9C:SS:till:frais type MS12-22-25	ECR, CPRS, plant(rés), EPC(rés)	Non
BPL1::Plantation résineuse bien drainé type MS-RS	ECR, CPRS, plant(rés), EPC(rés)	Non
BPL2-Plantation résineuse bien drainé type MS-RS avec PIN	ECR, CPRS, plant(rés), EPC(rés)	Non
BPL3-: Plantation résineuse avec thuya	ECR, CPRS, plant(rés), EPC(rés)	Non
BPLM:Plantation mélangée avec BOJ type MS-RS	ECR, CPRS, plant(rés), EPC(mixte)	Non
C1-BOPR:till:humide type:MS	ECM, CPRS, CP_trans	Non
C2-RFI:till humide type:MS	ECM, CPRS, CP_trans	Non
C3-SABBOP:till:humide type:RS22-42	ECM, CPRS, CP_trans	Non
C4:SS:till:humide: type MS13-23-26	CPR-CPRS, CPRS	Non
C5-SS:till:humide: type RS22-42-43-52	CPR-CPRS, CPRS, plant(rés), EPC(rés)	Non
CPL2-Plantation résineuse milieu humide	ECR, CPRS, plant(rés), EPC(rés)	Non
D2-SE:till très humide: type RS23-RC22-23	ECR, CPRS	Non

\* Le nom complet des traitements est inscrit au tableau 17

#### 4.4.2 À partir de quand un peuplement peut-il être coupé?

Étant donné que les coûts de récolte sont proportionnels au volume coupé, une surface terrière minimale avant traitement a dû être incluse au modèle. En effet, sans cet ajout, le

modèle aurait tendance à maximiser les volumes récoltés en maintenant les peuplements à de faible surface terrière là où l'accroissement annuel net est le plus élevé. Ainsi, la surface terrière minimale pour permettre un traitement a été fixé à 28 m<sup>2</sup>/ha pour les séries irrégulières sur pente forte (D-F) et à 24 m<sup>2</sup>/ha pour les autres séries irrégulières. Le temps de rotation le plus court est fonction du temps que la série prendra pour atteindre à nouveau la surface terrière minimale requise.

Pour les séries régulières, l'éligibilité est fonction du traitement. Le tableau 21 présente les règles à satisfaire pour qu'un peuplement soit traité.

**Tableau 21. Éligibilité pour les traitements des séries régulières**

Traitement sylvicole	Volume minimal (m <sup>3</sup> /ha)
ECM, ECR	>125
CP_THO, CPR, CP_trans	>135
CPM	>120
CPRS, CRS	>50
RRS	< 50

#### 4.4.3 Délai de régénération

Le délai de régénération correspond au nombre d'années écoulées entre la coupe et le moment où l'on considère que le niveau de développement du peuplement correspond à l'âge 0 de la courbe de croissance. Aucun délai n'a été prescrit lorsque la coupe finale est précédée soit d'une coupe partielle ou d'une éclaircie commerciale. Dans les autres cas on peut se référer au tableau 22 qui prescrit des délais en fonctions des séries régulières.

**Tableau 22. Délai de régénération selon les séries régulières**

Série d'aménagement	Délai de régénération (Ans)
A4-EOR:Pente D:till frais:type FE-MS	15
A5-BOPF:Pente D:till:frais type :MS	15
A6-BOPR:Pente D:till:frais type:MS-RS	15
A7-ES-SE:Sable-gravier: type:RR1-RS4	15
A8-SS:Sable-gravier: type:RR1-RS42	15
A9-SS-SE: Pente D:till sec: type MS12-22-26	15
B2-BJR:till frais:type FE-MS	10
B3-RBJFT:till frais type:FE-MS	10
B4-EOR:till:frais type:FE-MS	5
B5-BOPF:Till: frais type MS1	5
B6-BOPR:till:frais type:MS	10
B7-FIR:Till:frais type:MS1	10
B8-RFI:till:frais type:MS	10
B9A-SABBOP perturbé :till:frais: type RS22-42	10
B9C:SS:till:frais type MS12-22-25	10
BPL1:Plantation résineuse bien drainé type MS-RS	10
BPL2-Plantation résineuse bien drainé type MS-RS avec PIN	10
BPL3-: Plantation résineuse avec thuya	10
BPLM:Plantation mélangée avec BOJ type MS-RS	10
C1-BOPR:till:humide type:MS	20
C2-RFI:till humide type:MS	20
C3-SABBOP:till:humide type:RS22-42	20
C4:SS:till:humide: type MS13-23-26	20
C5-SS:till:humide: type RS22-42-43-52	10
CPL2-Plantation résineuse milieu humide	10
D2-SE:till très humide: type RS23-RC22-23	10

#### 4.4.4 Superficie sans traitement autorisé

La superficie utilisée pour le calcul de possibilité a été réduite pour prendre en considération les zones de conservation et le réseau routier. À titre d'exemple, la vocation « Conservation » qui occupe 0.5 % de la superficie du territoire a été enlevé du calcul. Une autre hypothèse de réduction des superficies a été ajoutée qui tient compte des superficies improductives laissées par les chemins. En effet, 4% des superficies totales des deux Seigneuries ont été retranchées du calcul afin de considérer les chemins déjà construits et

les chemins projetés. De la même manière, 2,5 % des superficies occupées par les cours d'eau, qui sont représentés par des lignes en format numérique, ont été enlevés de la possibilité. En réalité, ces cours d'eau occupent une superficie que l'on doit retrancher du territoire forestier. Ces hypothèses ont été ajoutées à la demande de la FMBSL afin d'avoir un calcul de possibilité plus réaliste.

#### **4.4.5 Règles de sénescence**

Le logiciel Patchworks permet de simuler la croissance des peuplements pour lesquels aucun traitement n'est permis de façon à pouvoir considérer l'effet de leur évolution sur certains indicateurs comme la quantité de forêts denses ou d'indices de qualité d'habitats. Étant donné que certains peuplements, qui ne subissent aucun traitement au cours de l'horizon de planification (exemple zone de conservation), pourraient atteindre leur surface terrière maximale avant la fin de l'horizon de planification, il importe de prévoir un retour de ces strates. L'âge correspondant à la sénescence et au retour de chaque série d'aménagement est présenté au tableau 23.

**Tableau 23. L'âge de sénescence**

Série d'aménagement	L'âge de sénescence (Ans)	L'âge de retour (Ans)
A1-ERS: Pente D: type:FE-MS	170	35
A2-BJR: Pente D et E: type MS	170	55
A3-RBJFT: Pente D et E : type FE-MS	170	55
AF1-BOPR: Pente F Type :MS-RS	170	40
AF2-RBJFT: Pente F: type FE-MS	170	55
AF3-EOR: Pente F: type FE-MS	170	60
AF4-SSR: Pente F: type MS-RS	170	35
B1-ERS:till:frais: type FE-MS	170	35
C6-THO-SAB:frais: drainage 30-40	170	45
E1-THOSAB:organique mal drainé	170	60
E3-EE : organique : RE32	170	75
A4-EOR:Pente D:till frais:type FE-MS	110	59
A5-BOPF:Pente D:till:frais type :MS	110	67
A6-BOPR:Pente D:till:frais type:MS-RS	105	62
A7-ES-SE:Sable-gravier: type:RR1-RS4	120	67
A8-SS:Sable-gravier: type:RR1-RS42	120	71
A9-SS-SE: Pente D:till sec: type MS12-22-26	120	60
B2-BJR:till frais:type FE-MS	125	62
B3-RBJFT:till frais type:FE-MS	110	67
B4-EOR:till:frais type:FE-MS	110	64
B5-BOPF:Till: frais type MS1	120	76
B6-BOPR:till:frais type:MS	110	64
B7-FIR:Till:frais type:MS1	105	60
B8-RFI:till:frais type:MS	110	62
B9A-SABBOP perturbé :till:frais: type RS22-42	110	64
B9C:SS:till:frais type MS12-22-25	110	61
BPL1::Plantation résineuse bien drainé type MS-RS	105	61
BPL2-Plantation résineuse bien drainé type MS-RS avec PIN	120	61
BPL3-: Plantation résineuse avec thuya	135	61
BPLM:Plantation mélangée avec BOJ type MS-RS	145	61
C1-BOPR:till:humide type:MS	105	59
C2-RFI:till humide type:MS	110	62
C3-SABBOP:till:humide type:RS22-42	115	69
C4:SS:till:humide: type MS13-23-26	110	61
C5-SS:till:humide: type RS22-42-43-52	110	64
CPL2-Plantation résineuse milieu humide	130	61
D2-SE:till très humide: type RS23-RC22-23	115	62

## 5.0 Résolution du problème d'aménagement

Plusieurs scénarios ont été produits afin de comparer l'effet de différentes contraintes sur un ou plusieurs indicateurs. Au tableau 24 et à la figure 8 on retrouve les cinq scénarios simulés avec les objectifs à atteindre sur une période de cinq ans, ainsi que les différents niveaux de pondération appliqués à chaque indicateur selon la nature du scénario simulé. Il est à noter que la pondération est fonction de la valeur de l'objectif à atteindre. Les résultats sont représentés graphiquement au tableau 22 et à la figure 8 (les objectifs à atteindre sont globaux et représentent donc les deux seigneuries).

Le premier scénario (A) est celui qui s'approche le plus d'un scénario dit traditionnel de type Sylva II qui ne tient compte que du volume prélevé, c'est-à-dire qu'il fait abstraction de contraintes supplémentaires d'ordre économique, sociale ou biologique. Dans ce scénario, un objectif de volume marchand brut récolté par an de 120 000 m<sup>3</sup> (600 000 m<sup>3</sup> sur cinq ans) a été appliqué. On peut constater que le volume a atteint 86 000 m<sup>3</sup> (430 000 m<sup>3</sup> sur cinq ans) pour les trois premiers quinquennats et qu'il augmente ensuite graduellement jusqu'à 120 000 m<sup>3</sup> en fin d'horizon (m<sup>3</sup> sur 5 ans). Par contre, les profits de ce scénario sont très faibles pour les premiers 20 ans (avec des pertes pour le premier et les deux derniers quinquennats de cet intervalle) avant d'atteindre en moyenne 700 000 \$/an pour le reste de l'horizon de planification. Il faut remarquer que cette dernière valeur est une moyenne qui ne tient pas compte des fluctuations du profit tout au long de l'horizon. Cette situation n'est généralement peu viable pour une entreprise qui veut un profit plus stable.

Il est intéressant d'observer la superficie en plantation qui est maintenue à des niveaux relativement élevés soit de 4 500 ha/5 ans. Ces superficies permettent de produire un plus grand volume à l'hectare que les peuplements naturels et permettent d'atteindre une possibilité en volume plus élevé en fin d'horizon.

Le nombre de semaines travaillées est à son maximum comparativement aux autres scénarios étudiés. En effet, 2 300 semaines en moyenne sont nécessaires pour réaliser les activités d'aménagements.

Le second scénario (B) a comme seul objectif de maximiser le profit sur l'horizon de planification en tenant compte des revenus et des coûts. En fait, le profit maximum soutenu

(700 000 \$/an ou 3 500 000 \$ sur cinq ans) est obtenu en identifiant les peuplements les plus rentables à exploiter lorsque l'ensemble des coûts d'exploitation, de construction et d'entretien de chemins ainsi que du transport des bois est pris en compte. Selon ce scénario, le volume brut annuel prélevé pourrait être soutenable aux environs de 75 000 m<sup>3</sup>. Il est à remarquer que le graphique du volume pour ce scénario est en dents de scie ce qui indique que le volume n'est pas soutenu. Tout comme le volume, l'indicateur du nombre de semaines n'est pas stable. La relation entre le volume récolté et la durée des activités d'aménagement est donc intimement liée.

Le troisième scénario (C) a pour objectif de maximiser les profits (objectif de 3 000 000 \$ sur cinq ans ou 600 000 \$/an) tout en stabilisant le volume marchand brut prélevé sur l'horizon de planification. Ainsi, l'objectif en termes de volume marchand brut prélevé est de 100 000 m<sup>3</sup>/an. Ce scénario procure une possibilité forestière en volume marchand brut qui se situe au alentour de 70 000 m<sup>3</sup>/an pour les premières cinq années et excède ce niveau pour le reste de l'horizon pour atteindre 90 000 m<sup>3</sup>/an en moyenne.

Le quatrième scénario (D) consiste à examiner l'impact de procéder à un changement du patron écologique vers un paysage se rapprochant de la forêt préindustrielle. Il n'est pas contraint par des objectifs de volume ou de profit. Ce scénario écosystémique est basé sur des objectifs de stade de développement, de structure et de couvert désiré. On retrouve ces seuils par objectif au tableau 18 de la section 4.3.10. Les résultats de cette simulation ont permis de se rapprocher des seuils fixés par la FMBSL. En effet, les superficies des séries irrégulières ont diminué à 4,32% de la superficie totale comparativement à l'objectif qui était de 3,5%. De plus, les superficies en vieilles forêts on atteint 25 % au lieu de 26% selon l'objectif. Ces résultats démontrent bien qu'il est possible de faire évoluer le patron écologique vers un paysage désiré mais un compromis est nécessaire afin d'atteindre cette nouvelle structure. Effectivement, des pertes monétaires sont affichées pour les deux premières périodes tandis que le reste de l'horizon affiche un profit moindre (moins de 500 000 \$/an) comparativement aux autres scénarios. Les volumes sont aussi affectés car les superficies en vieilles forêts limitent l'extraction de la matière ligneuse. On remarque cependant que les superficies avec bon potentiel acéricole augmentent substantiellement pour atteindre jusqu'à 2500 ha à 50 ans.

Le cinquième scénario (E) a comme objectif de concilier l'ensemble des indicateurs utilisés dans les scénarios ultérieurs. En effet, ce scénario essaie de maximiser les profits tout en stabilisant le volume récolté et en modifiant le patron écologique. Ainsi, les objectifs en terme de volume et de profit ont été atteints avec respectivement 80 000 m<sup>3</sup> /an et 500 000 \$/an. Les objectifs du changement de la structure ont permis de modifier à la baisse les superficies des séries intolérantes jusqu'à 4% mais n'ont pas atteint le niveau de vieilles forêts désiré, limitant les superficies à 7% plutôt que 26% (seuil établi). Il serait possible d'augmenter le poids donné aux objectifs de changement du patron écologique cependant, le profit et le volume récolté serait nécessairement affecté.

**Tableau 24. Caractéristiques des différents scénarios simulés dans Patchworks par période de cinq ans pour les Seigneurie du Lac-Métis et Nicolas-Riou**

Description des scénarios		Indicateurs		
		Volume marchand brut prélevé (m <sup>3</sup> / 5ans )	Profit (\$/an)	Structure
(A) Volume maximum soutenu	Valeur	600 000	-----	-----
	Poids	1		
(B) Profit maximum soutenu	Valeur	-----	3 500 000	-----
	Poids		1	
(C) Scénario Mixte Profit maximum et volume maximal	Valeur	500 000	3 000 000	-----
	Poids	10	1	
(D) Scénario Structure (évolution du patron écologique vers le paysage préindustriel)	Valeur	-----	-----	Selon les pourcentages du tableau 18 section 4.3.10
	Poids			1
(E) Scénario Mixte Structure, Profit et volume (Mixte Scénario C et Scénario D)	Valeur	400 000	2 500 000	Selon les pourcentages du tableau 18 section 4.3.10
	Poids	10	1	En fonction des superficies de chaque indicateur par rapport au profit

**Figure 8. Comparaisons des scénarios étudiés**



## 6.0 Analyse de sensibilité du modèle

La dernière partie du projet consiste à analyser les fonctions de compromis entre les différents indicateurs de développement durable. Cette analyse permettra d'isoler la relation entre les différents objectifs de manière à en identifier les points critiques (i.e. seuils, plateau, maxima, minima, etc.). En effet, la relation entre les différents indicateurs n'est pas toujours linéaire, c'est-à-dire que certains indicateurs ne réagissent pas de la même manière lorsqu'on augmente la valeur objective fixée pour un autre indicateur.

### 6.1 Matrice de contingence des indicateurs

Afin de mieux saisir les liens existant entre les indicateurs et d'identifier certaines relations plus pertinentes qui seront étudiées dans cette section, une matrice de contingence a été établie (tableau 25). Cette matrice de contingence permet d'avoir un premier aperçu de la relation prédite entre deux indicateurs. À vrai dire, elle identifie si la relation est positive (l'augmentation de la valeur d'un indicateur entraîne l'augmentation de l'autre indicateurs sous étude dans le tableau 25) ou bien elle est négative (l'augmentation de l'un entraîne la diminution de l'autre). La présence d'un maximum ou dans minimum dans la relation fait en sorte que l'on peut aussi retrouver des cas où la relation est à la fois positive et négative. Finalement, aucune fonction de compromis n'existe entre deux indicateurs lorsque ceux-ci ne sont pas en compétition.

**Tableau 25. Matrice de compatibilité pour les indicateurs développés par la FMBSL**

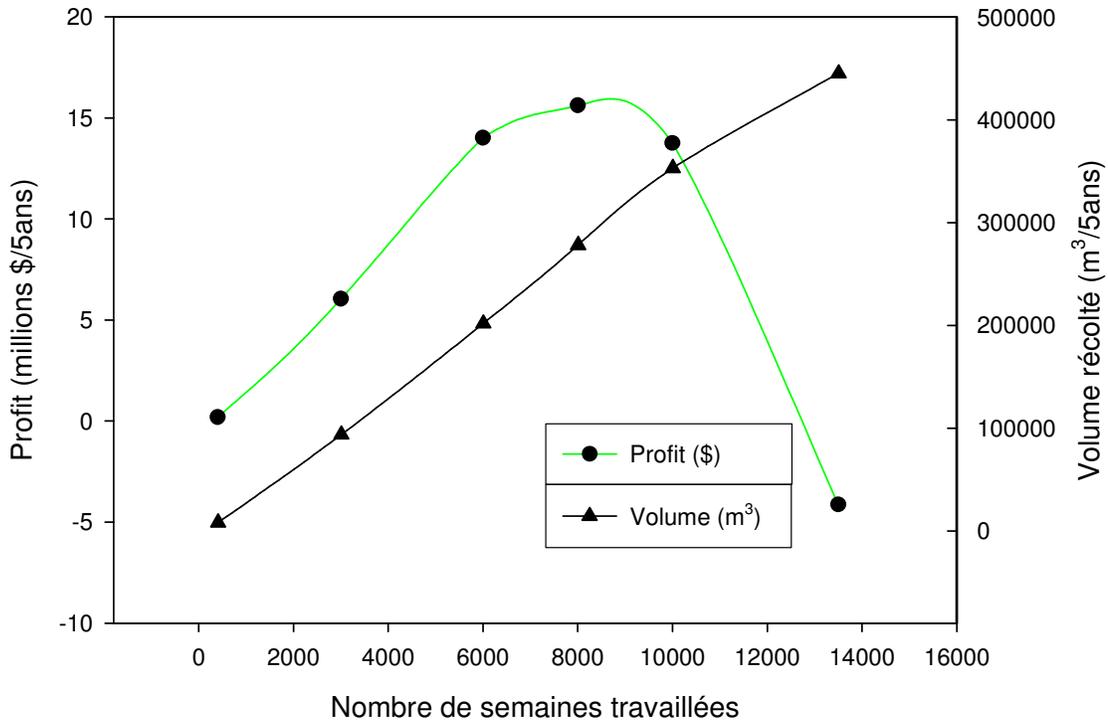
Catégorie d'indicateur du développement durable	Indicateur	Matrice de compatibilité												
		#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Social	Nombre de semaine travaillé	1												
	Coupe total dans les zones sensible	2	-											
	Hectare en plantation	3	+	+										
Economique	Profit	4	+ -	+	+ -									
	Volume	5	+	+	+	+ -								
	Superficie potentielle acéricole	6	NA	NA	NA	-	-							
Biologique	IQH Grand Pic	7	-	-	-	-	-	+						
	IQH MARTRE	8	-	-	+	-	-	NA	NA					
	IQH Perdrix	9	-	+	-	-	+	NA	NA	NA				
	Patron écologique	10	-	NA	-	-	-	NA	NA	+	+			
	Veille Forêt	11	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	

## **6.2 Méthodologie des analyses de sensibilité**

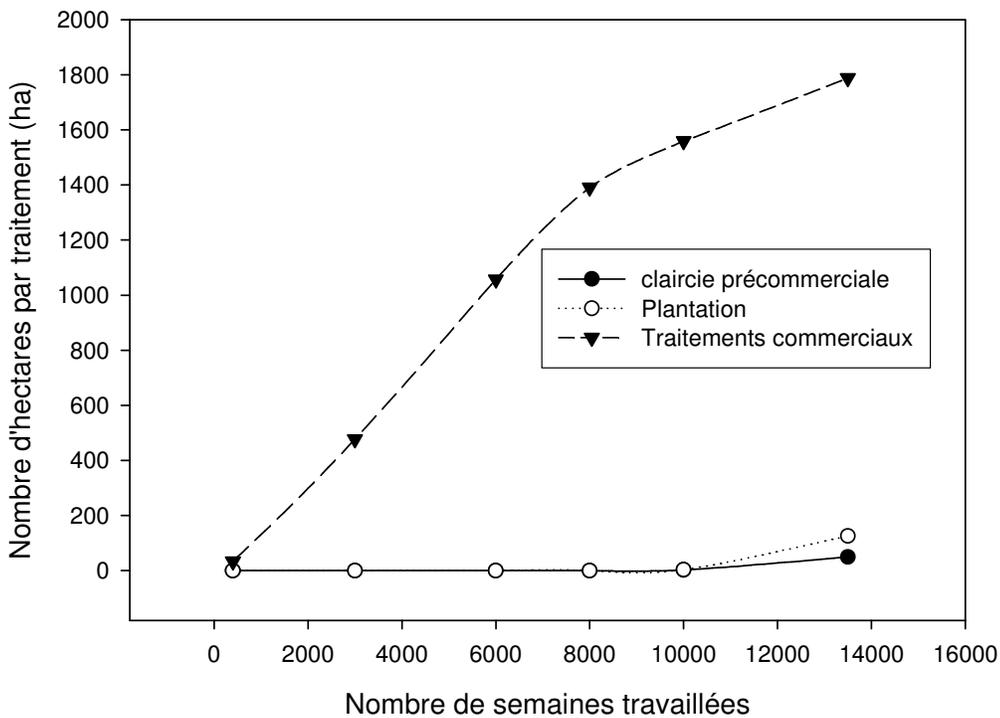
Les trois indicateurs surlignés en vert du tableau 25 seront analysés en détail. La relation entre les paires d'indicateurs sera établie à l'aide d'une série de points optimum issus de plusieurs simulations. Ainsi, une simulation doit être effectuée pour chaque point optimum que l'on désire, et ce, pour chacune des paires d'indicateurs. Pour ce faire, un des indicateurs sera fixé à un niveau donné tandis que la valeur du second sera maximisée afin d'identifier un point optimum. Le profit se calcule en valeur actualisée nette afin d'établir une seule valeur pour une période de simulation de 150 ans (Taux d'actualisation de 3%).

## **6.3 Indicateurs : Profitabilité vs Nombre de semaines travaillées**

La relation entre le profit maximal et le nombre de semaines travaillées est difficile à prévoir. D'un côté, on peut s'attendre à ce que plus la durée des travaux sera longue, plus il sera possible de dégager un profit substantiel. Cependant, lorsqu'on analyse les résultats à la figure 9, il y a bel et bien une augmentation du profit dégagé qui atteint 15,6 millions de dollars lorsqu'il y a 8000 semaines de travailles par quinquennat. Toutefois ce niveau baisse ensuite pour atteindre un profit nul aux alentours de 12 000 semaines. Cette tendance persiste au fur et à mesure que le nombre de semaines augmente.



**Figure 9. Analyse de sensibilité : Profit et volume en fonction du nombre de semaines travaillées**



**Figure 10. Évolution des superficies traitées par type de traitement**

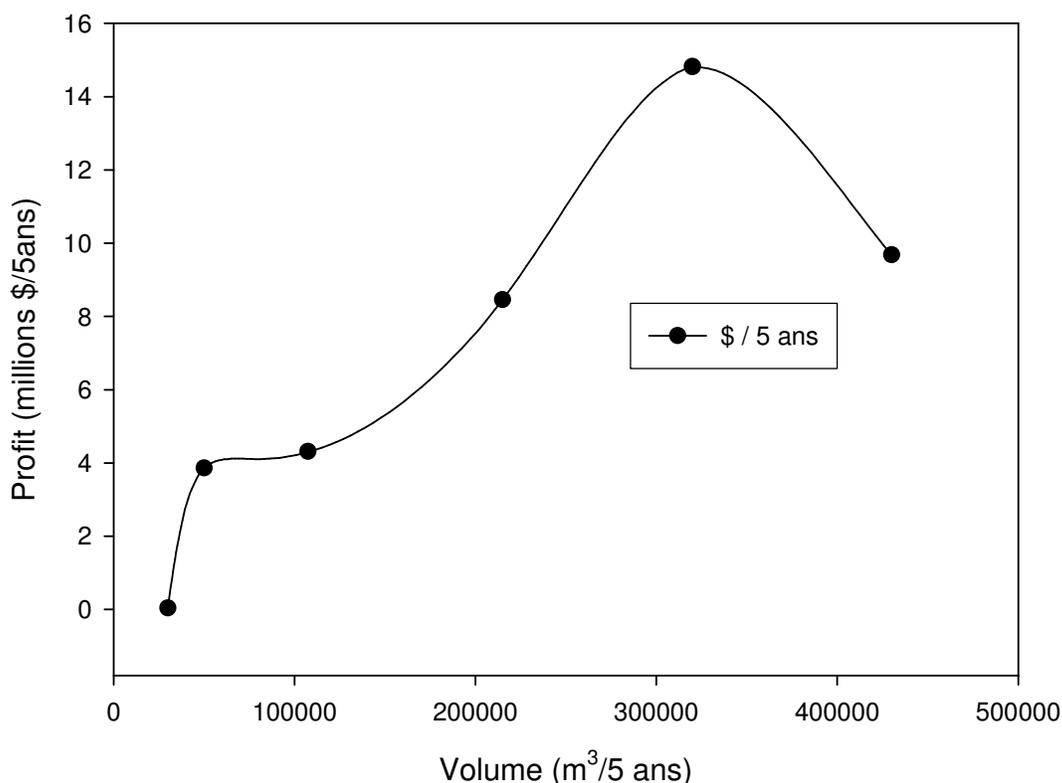
Les travaux réalisés afin de combler ces semaines de travail donnent une réponse quant à la baisse de la rentabilité graduelle. Dans la seconde figure (figure 10), on présente l'évolution des superficies par traitement selon le nombre de semaines travaillées. De 0 à 13 500 semaines, seuls les travaux commerciaux ont été réalisés jusqu'à concurrence de 1 780 ha.

Cette analyse de sensibilité permet de dégager un constat intéressant. En effet, la rentabilité est relativement stable entre 6 000 et 10 000 semaines travaillées, se situant au alentour de 14 millions de dollars. Cette flexibilité permet à l'aménagiste d'augmenter le nombre de semaines travaillées et donc le nombre d'emplois, tout en gardant un profit maximal. De plus, le volume récolté augmente presque linéairement avec le nombre de semaines travaillées.

La courbe du volume démontre bien que la rentabilité n'est pas optimale lorsque le niveau de récolte est à son plus haut. En effet, la figure 9 démontre bien cette tendance qui peut être expliquée par différents facteurs qui seront discutés dans la prochaine analyse du profit versus le volume récolté.

## **6.4 Indicateurs : Volume récolté vs Rentabilité**

L'analyse de ces indicateurs à la figure 11 permet d'identifier le point où le profit est le plus élevé. En effet, on constate une augmentation graduelle des profits en fonction du volume prélevé, culminant aux environs de 15 millions de dollars pour un volume de 320 000m<sup>3</sup> par quinquennat. Tel qu'observé précédemment, ce maximum ne correspond pas au niveau de récolte le plus élevé, qui est de 430 000 m<sup>3</sup>. Différentes raisons peuvent expliquer cette situation : les volumes nécessaires pour atteindre le prélèvement maximal soutenu sont répartis sur plusieurs petites superficies, ce qui augmente les coûts de construction et d'entretien pour les récupérer ; La valeur des bois récoltés au delà du profit maximal ne justifie pas leur extraction par rapport aux coûts engendrés par les opérations forestières.



**Figure 11. Analyse de sensibilité : Profit en fonction du volume**

Contrairement à la première analyse, il n’y a pas de plateau autour de la valeur optimale. À vrai dire, il y a peu de latitude pour faire varier le volume sans affecter le niveau du profit car cette valeur chute rapidement lorsque l’on se déplace le long de la courbe de part et d’autre du point maximal. Ces indicateurs sont donc très sensibles lorsqu’ils sont analysés ensemble étant donné la faible marge de manœuvre pour l’aménagiste qui veut maximiser les volumes récoltés.

## 6.5 Indicateur : Superficies en vieilles forêts v.s. Profitabilité

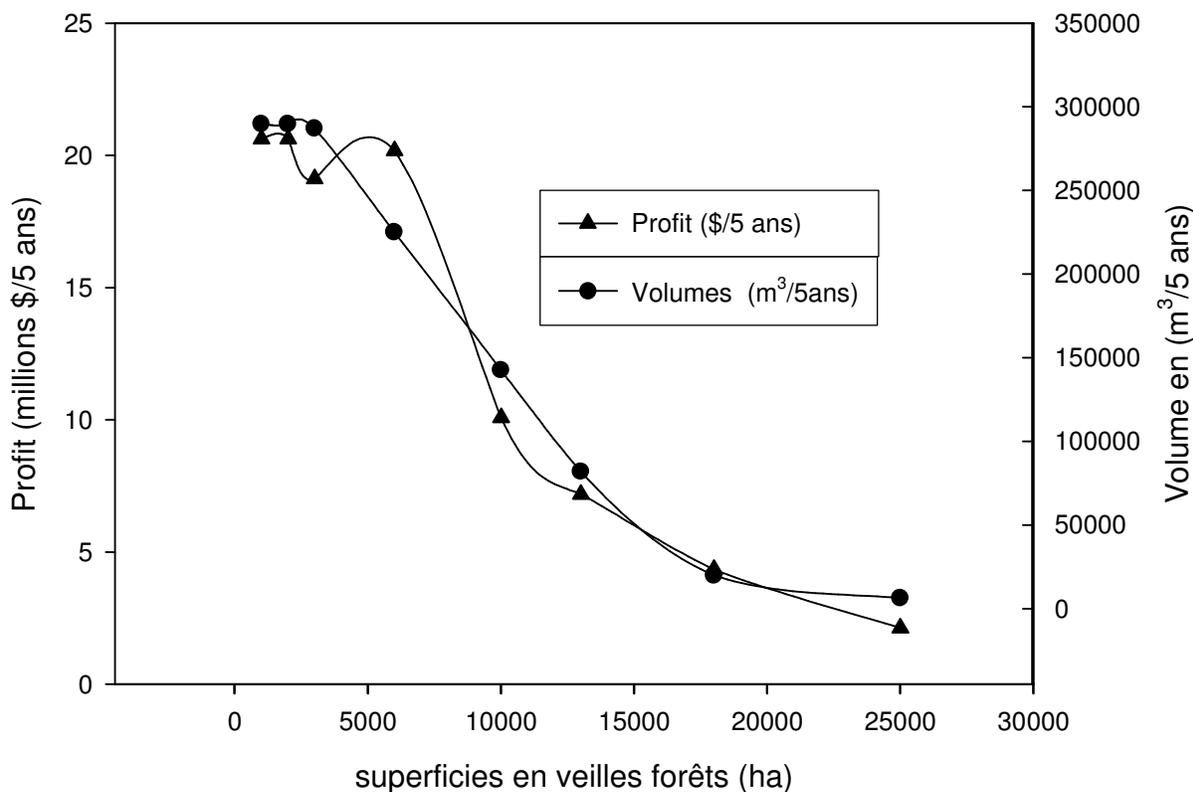
La dernière analyse de sensibilité réalisée permet d’étudier la relation entre les superficies conservées en vieilles forêts et le profit généré par l’exploitant. Selon la figure 12, les profits sont optimaux (à 20 millions de dollars) lorsque environ 6000 ha sont conservés en vieilles forêts (> 70 ans et +). Au dessus de cette valeur, la conservation des vieilles forêts empêche l’exploitation de massifs matures. L’objectif fixé par la FMBSL en terme de

superficies conservées se situe à environ 10 000 ha pour les deux seigneuries. En effet, pour cet objectif, le profit baisse à 10 millions de dollars, soit la moitié du montant initial.

On remarque cependant que le modèle offre une certaine latitude lorsque les superficies conservées sont plus faibles. Effectivement, il est possible de conserver un profit élevé en ne dépassant pas 6 000 ha de vieilles forêts. Cette latitude permet à l'aménagiste d'augmenter les superficies conservées par rapport à l'état initial (environ 2 000 ha pour les deux Seigneuries) tout en gardant un profit maximal.

En observant la courbe du volume prélevé, on s'aperçoit qu'il diminue au fur et à mesure que la superficie en forêt conservée augmente. Il est intéressant de noter qu'à 25 000 ha de forêts conservées, le modèle n'est plus capable de trouver des superficies récoltables.

La valeur du profit maximal est plus élevée que dans les deux autres analyses car le volume prélevé n'est pas soutenu. Cette situation permet au profit d'augmenter au delà des montants établis aux autres analyses pour un volume soutenu.



**Figure 12. Analyse de sensibilité : Profit et volume en fonction des superficies en vieilles forêts conservées**

## Conclusion

Ce rapport aura permis de bâtir un modèle forestier spatialement explicite avec une série d'indicateurs de développement durable pour les Seigneuries Nicolas-Riou et Métis. La force de ce modèle réside en sa capacité d'intégrer des paramètres bio-socio-économiques, ce qui permet de rendre le calcul de la possibilité forestière beaucoup plus réaliste. Différents scénarios d'aménagement ont été analysés. L'impact des contraintes économiques joue un rôle prédominant dans le calcul de la possibilité forestière. En effet, les différentes analyses ont démontré la dépendance entre le volume récolté et les variables économiques tel le profit. Par exemple, dans un scénario où le volume est maximisé, les coûts d'opération sont beaucoup plus élevés et ne tiennent pas compte des contraintes budgétaires des entreprises qui aménagent le territoire. Il est donc impératif d'introduire les variables économiques lors du calcul de la possibilité forestières.

Le projet a aussi démontré le potentiel d'un logiciel comme Patchworks pour simuler l'atteinte d'un paysage cible dans un contexte d'aménagement écosystémique. En effet, il est possible d'évaluer différents scénarios (plusieurs paysages cibles, plusieurs vitesses de transition, etc.) du point de vue des impacts sur le nombre d'emplois, des profits pour les entreprises et des revenus pour l'état. L'utilisation de tels outils pour développer une politique sur l'aménagement écosystémique au Québec permettrait d'en prédire les impacts économiques et sociaux et de faire des choix éclairés.

En plus d'avoir trouvé différents scénarios adaptés aux contraintes des deux Seigneuries, ce projet constitue les premiers balbutiements de l'analyse des fonctions de compromis pour la forêt feuillue au Québec. À vrai dire, ces premières analyses permettront d'identifier des pistes de solution afin de mieux comprendre les tensions entre les objectifs d'aménagements qui s'opposent. Par exemple, l'analyse de certains indicateurs permet d'établir un intervalle où les objectifs sont peu affectés, donnant ainsi une latitude à l'aménagiste qui développe un plan d'aménagement.

Cette nouvelle technologie ouvre les portes à une foresterie mieux adaptée aux besoins actuels et futurs puisqu'elle intègre les différentes valeurs bio-socio-économiques au sein du calcul de la possibilité. Il devient alors possible de faire la démonstration de la durabilité des plans d'aménagement en forêt feuillue.

## Références

- Anonyme, 2003.** Indices de qualités d'habitat : Extension d'Arcview. Document Forêt modèle du Bas-St-Laurent. 58p.
- Anonyme, 1996.** Plan d'aménagement multiressource de la Seigneurie du Lac-Métis : Partie I Document de connaissance. Document Forêt modèle du Bas-St-Laurent. 212p.
- Anonyme, 1995.** Plan d'aménagement multiressource de la Seigneurie Nicolas-Riou: Partie I Document de connaissance. Document Forêt modèle du Bas-St-Laurent. 141p.
- Betts. M.G. et Forbes G.J., 2005.** Mature forest patch size; dans : Forest management guidelines to protect native biodiversity in the greater fundy ecosystem. Univ. of New Brunswick. Fredericton. 109 pp.
- Conseil des productions végétales du Québec. 1984.** Entaille des érables. Agdex 300/50. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. 8p.
- Doyon, F., Nolet, P. 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, Ripon, Québec. Rapport technique. 50 p.
- Forget, É., Doyon, F., Bouffard, D. et R. Pouliot. 2005.** Guide des outils d'aide à l'utilisation du logiciel Patchworks pour la planification forestière en forêt feuillue. Institut Québécois d'Aménagement de la Forêt Feuillue, Ripon, Québec. Rapport technique. 31 p.
- Forget, É, Doyon, F., Bouffard, D. 2006.** Plan d'aménagement des terres privées de la fiducie Lauzon 2006-2010. Institut Québécois d'Aménagement de la Forêt Feuillue, Ripon, Québec. Rapport technique. 90 p.
- Forget, É, Doyon, F., Bouffard, D. 2006.** Plan d'aménagement 2006-2015 du territoire Fairmont KENAUK. Institut Québécois d'Aménagement de la Forêt Feuillue, Ripon, Québec. Rapport technique. 93 p.
- Groupe OptiVert inc. 2004a.** Étude sur la sensibilité des calculs de la possibilité forestière à rendement soutenu en relation avec certains intrants et hypothèses forestières. Volet III. Commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise. 42 p. et annexes.
- Robitaille, A. et J.P. Saucier. 1998.** Paysages régionaux du Québec méridional. Gouvernement du Québec. Éd. Les publications du Québec. 213 p.
- Savoie, R. 2006.** Identification des orientations stratégiques sur le territoire des Seigneuries de Nicolas-Riou et du Lac-Métis. Document interne Forêt modèle du Bas-St-Laurent. 43p.

## Annexe 1

### Protocole d'échantillonnage pour la calibration de Cohorte FMBSL automne 2005

- Le territoire du Lac-Métis a été divisé en deux zones d'échantillonnage selon le dépôt (station 1 = 1A et station 2 = 8A) alors que Nicolas-Riou n'a qu'une seule zone d'échantillonnage (station 3 = dépôt 8A). Sur les deux territoires, l'échantillonnage se limite au type écologique MS12.
- Le champ « station » des couvertures sondage\_Riou.shp et sondage\_Metis.shp indique les peuplements pouvant être choisis pour l'échantillonnage selon les trois stations. Ces peuplements ont les caractéristiques suivantes :
  - o le type écologique MS12
  - o dépôt 8A ou 1A
  - o âge 50 ans ou plus
  - o sans perturbation anthropique depuis 2001.

### Échantillonnage

- Essences à échantillonner :
  - o Lac-Métis (station 1 et 2): ERS, BOJ, SAB
  - o Nicolas-Riou 8A (station 3): ERS, BOP, ERR<sup>2</sup>
- 40 arbres \* 3 essences \* 3 stations (donc un total de 360 arbres) doivent être carottés.
- Des 40 arbres, 20 doivent être vigoureux (classe de vigueur 1, 2 ou 5) et 20 non vigoureux (3, 4 ou 6).

---

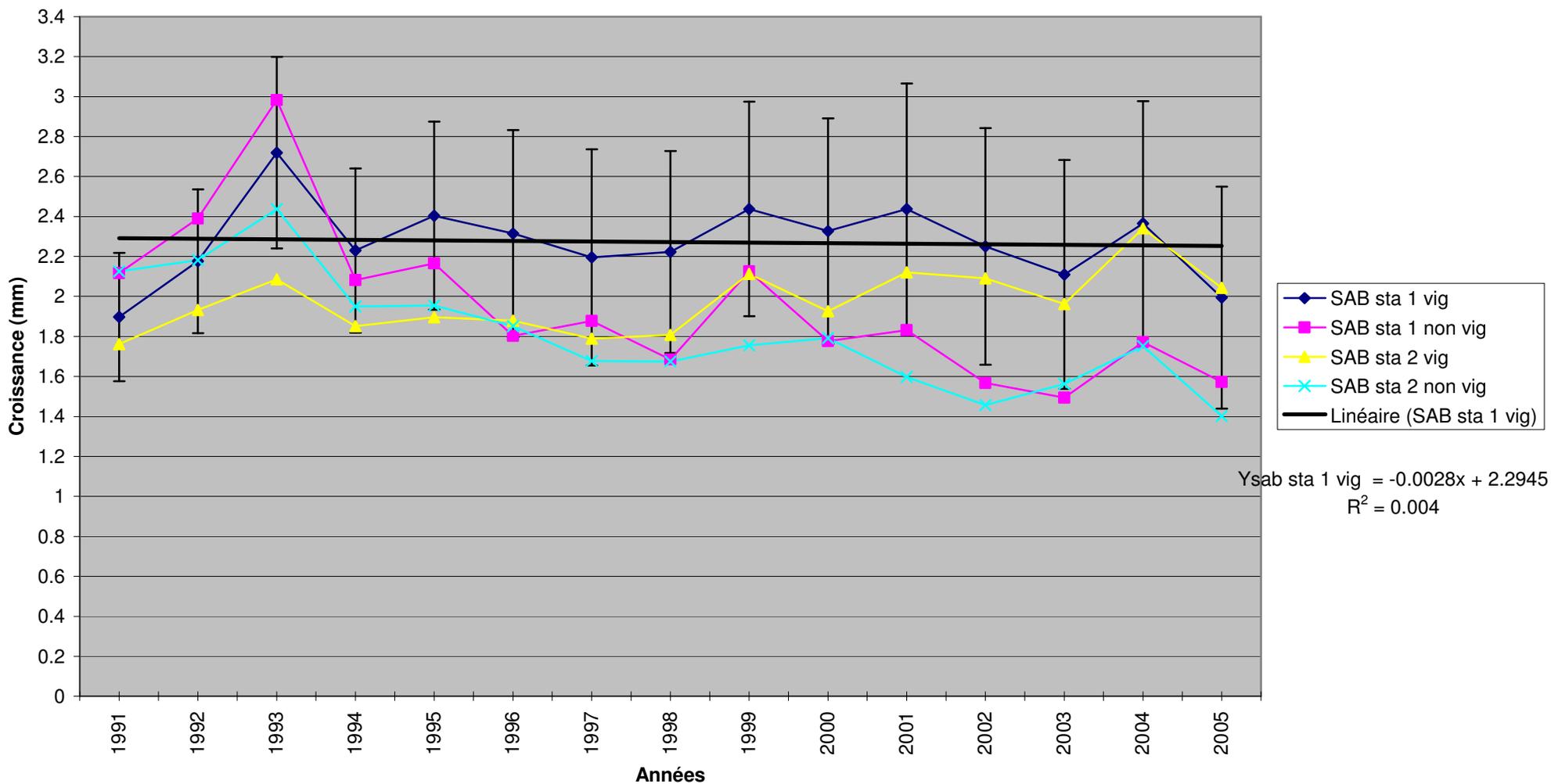
<sup>2</sup> L'ERR est l'essence la moins critique s'il manque de temps.

- Parmi les 20 arbres de chaque combinaison essence \* station \* vigueur, un bon gradient du niveau de compétition (de la surface terrière) des tiges doit être inventorié – voir feuille-terrain
- Le DHP approximatif des tiges qui entrent dans un prisme facteur 2 autour de la tige sujet doit être pris en note (le nb de tiges qui entrent doit être exact).
- Deux carottes par arbres (6 cm +écorce) prises à 180 degrés les unes des autres prises à hauteur de poitrine.
- Idéalement, pas plus de 8 arbres par essence (4 V et 4 NV) seraient échantillonnés dans un même peuplement.
- Les 2 carottes de chaque arbre-sujet devront être placées dans une même paille. Le numéro de la tige doit être indiqué à deux endroits sur la paille avec un crayon à encre permanente.
- Une extrémité des pailles doit être ouverte lors de l'entreposage afin de permettre aux carottes de sécher et d'éviter la pourriture.
- *L'arbre doit être numéroté et une lecture du point GPS prise.- si possible.*

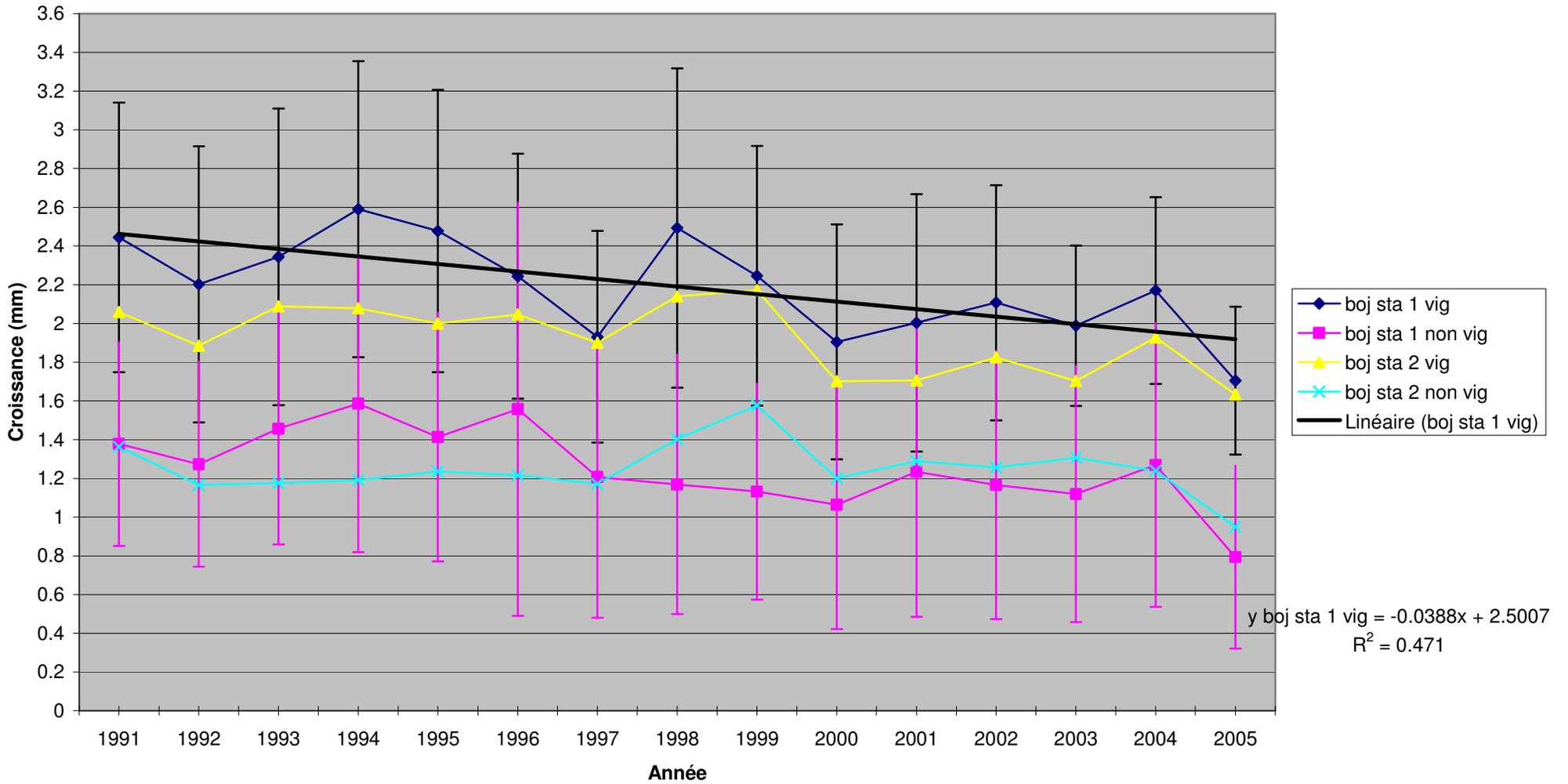
## **Annexe 2**

Croissance radiale annuelle des tiges carottées selon la station,  
l'essence et la vigueur

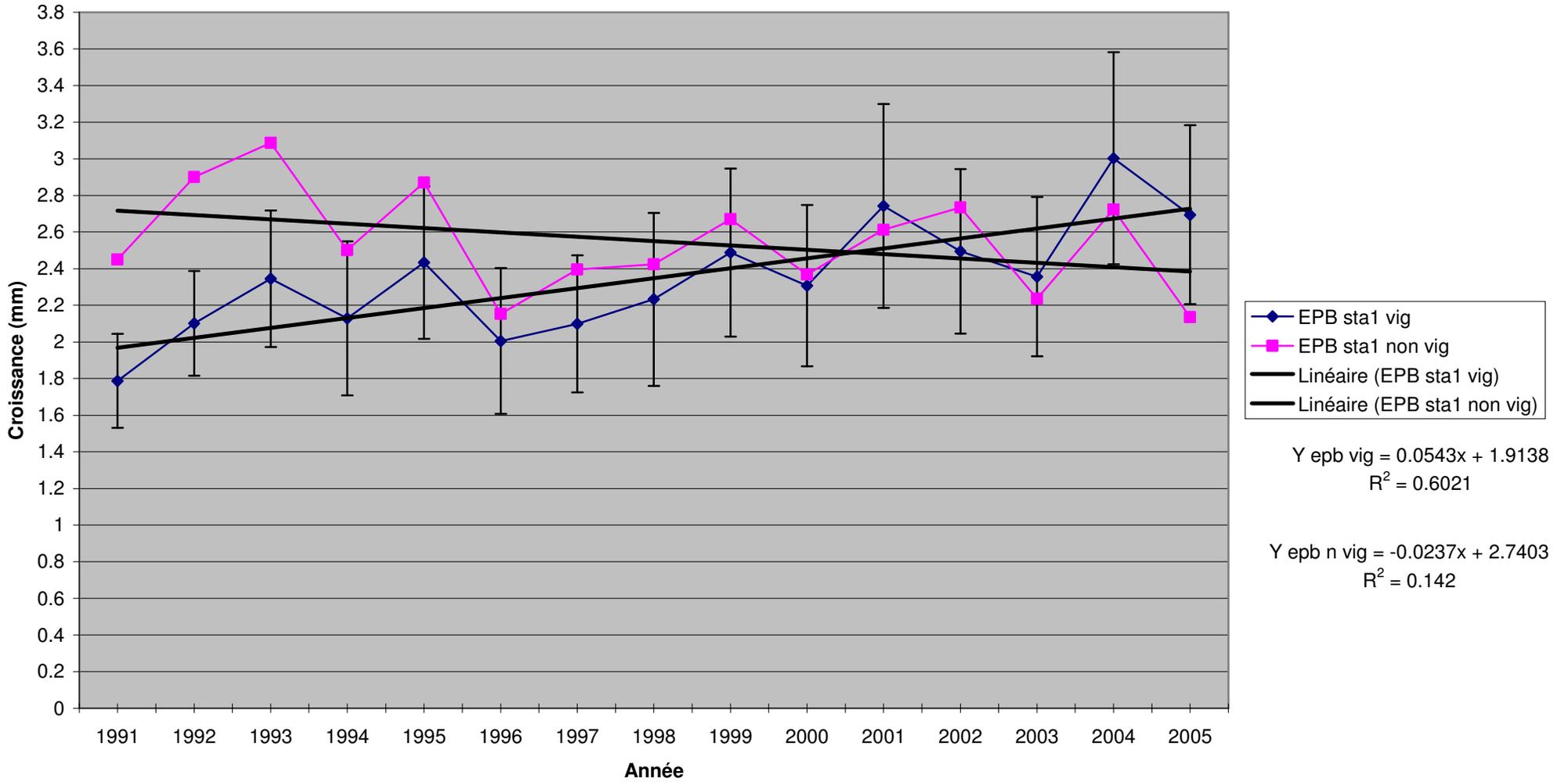
Croissance radiale (mm) moyenne du SAB par année sur station 1 et 2



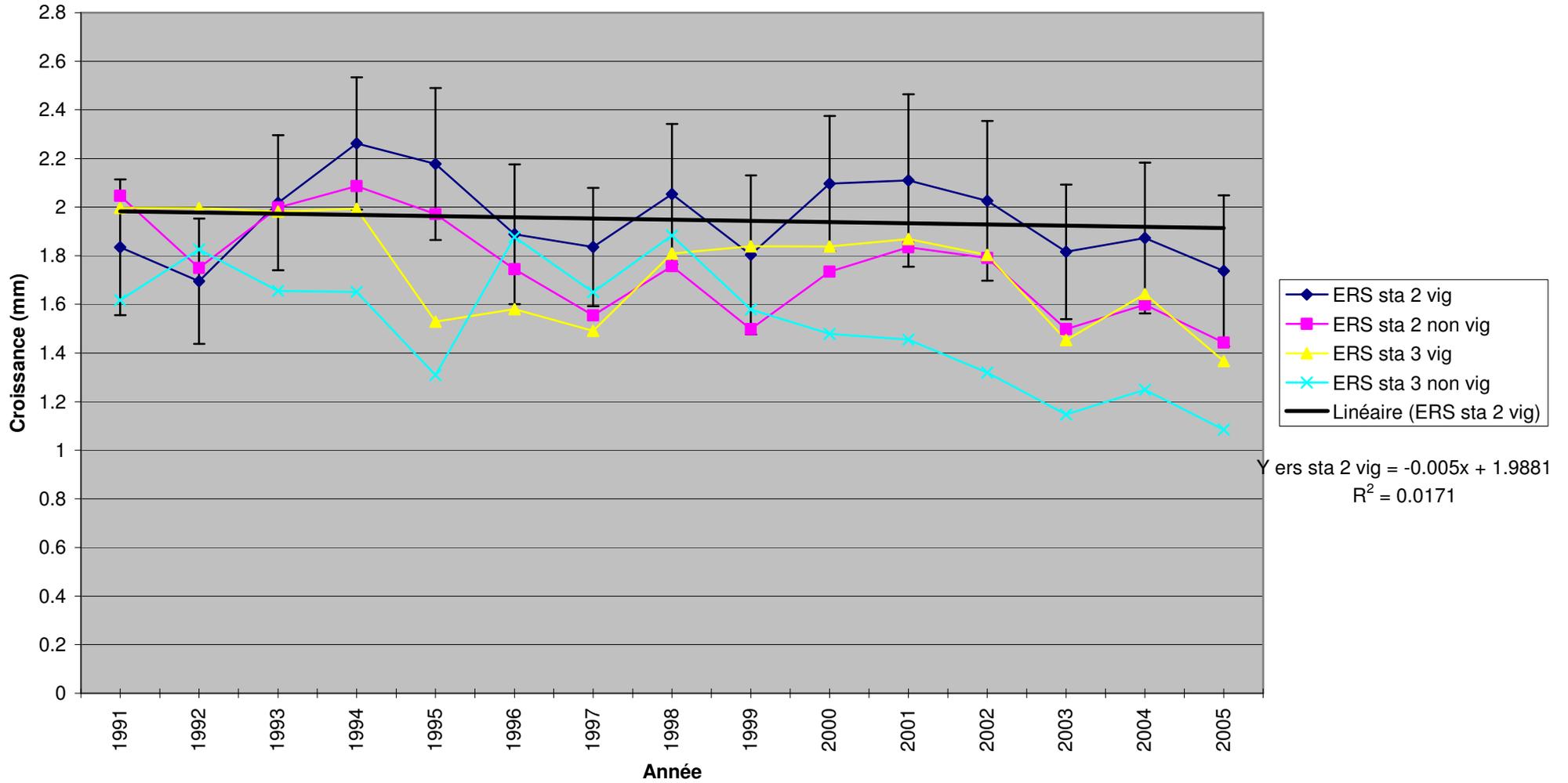
Croissance radiale (mm) moyenne du BOJ par année sur station 1 et 2



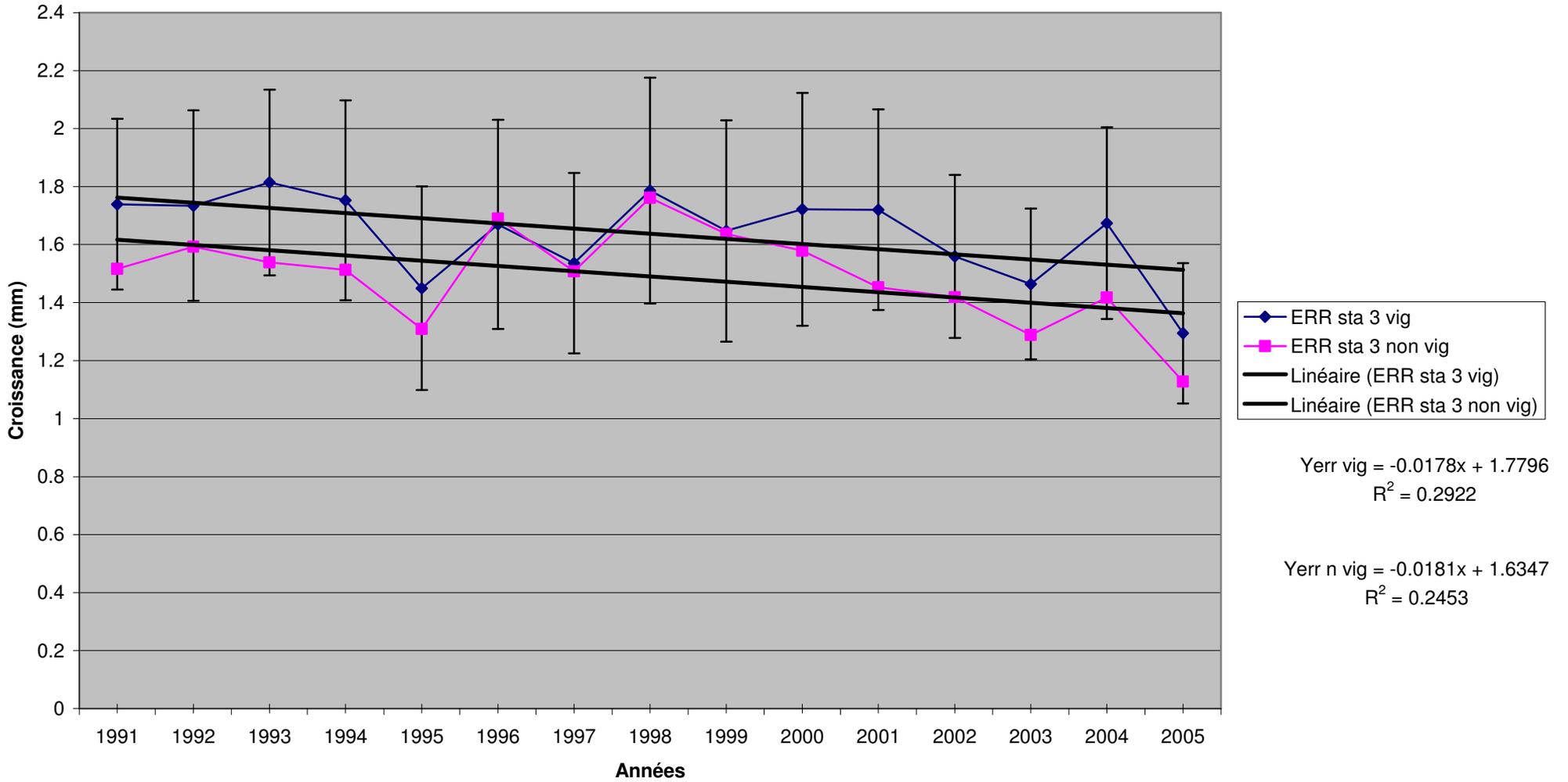
### Croissance radiale (mm/an) moyenne de l'EPB par année sur station 1



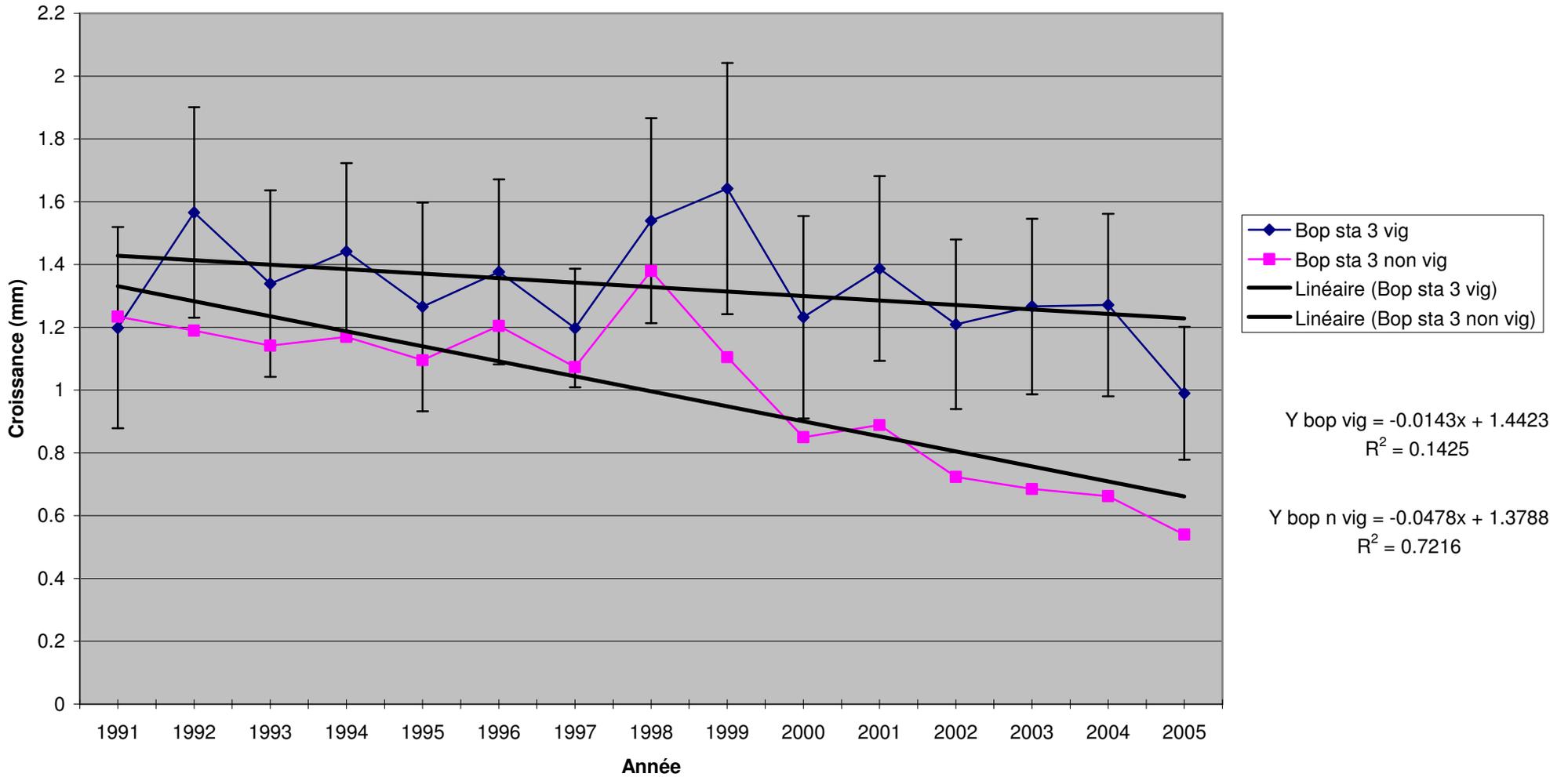
Croissance radiale (mm) moyenne de l'ERS par année sur station 1 et 2



### Croissance radiale (mm/an) myenne de l'ERR par année sur station 3



### Croissance radiale (mm/an) moyenne du BOP par année sur station 3



## Annexe 3

Tableau de proportion de tiges vigoureuses selon l'essence et le DHP pour le  
Projet Patchworks Lauzon.

ESS	CLASSE	CL_VIG	Proportion tige	
			vigoureuse	NB
BOJ	10.00	1	0.70	90.00
BOJ	20.00	1	0.65	88.00
BOJ	30.00	1	0.63	86.00
BOJ	40.00	1	0.59	41.00
BOJ	50.00	1	0.29	21.00
CET	10.00	1	0.69	52.00
CET	20.00	1	0.65	17.00
CET	30.00	1	0.44	9.00
CET	40.00	1	0.29	7.00
CET	50.00	1	0.50	4.00
CH	10.00	1	0.91	35.00
CH	20.00	1	0.84	57.00
CH	30.00	1	0.84	37.00
CH	40.00	1	0.69	13.00
CH	50.00	1	0.44	9.00
ERO	10.00	1	0.37	156.00
ERO	20.00	1	0.38	149.00
ERO	30.00	1	0.54	95.00
ERO	40.00	1	0.31	45.00
ERO	50.00	1	0.19	16.00
ERS	10.00	1	0.60	334.00
ERS	20.00	1	0.50	401.00
ERS	30.00	1	0.50	299.00
ERS	40.00	1	0.51	113.00
ERS	50.00	1	0.36	33.00
F	10.00	1	0.76	58.00
F	20.00	1	0.67	51.00
F	30.00	1	0.80	74.00
F	40.00	1	0.78	37.00
F	50.00	1	0.44	9.00
FR	10.00	1	0.81	48.00
FR	20.00	1	0.81	36.00
FR	30.00	1	0.55	29.00

FR	40.00	1	0.82	11.00
FR	50.00	1	0.63	8.00
HEG	10.00	1	0.68	97.00
HEG	20.00	1	0.61	75.00
HEG	30.00	1	0.39	46.00
HEG	40.00	1	0.33	21.00
PE	10.00	1	0.73	63.00
PE	20.00	1	0.69	67.00
PE	30.00	1	0.55	92.00
PE	40.00	1	0.33	39.00
PE	50.00	1	0.22	18.00
PRU	10.00	1	0.91	34.00
PRU	20.00	1	0.87	86.00
PRU	30.00	1	0.84	122.00
PRU	40.00	1	0.81	129.00
PRU	50.00	1	0.69	72.00
R	10.00	1	0.87	136.00
R	20.00	1	0.82	163.00
R	30.00	1	0.66	117.00
R	40.00	1	0.69	62.00
R	50.00	1	0.79	24.00
BOP	10.00	1	0.69	52.00
BOP	20.00	1	0.65	17.00
BOP	30.00	1	0.44	9.00
BOP	40.00	1	0.29	7.00
BOP	50.00	1	0.50	4.00
HEG	50.00	1	0.50	4.00