

Caractérisation des plantations sur le territoire de la Forêt modèle du Lac-Saint-Jean

RAPPORT FINAL



Numéro de projet	Date	Promoteur de projet
212-2122	2012-03-31	Agence de gestion intégrée des ressources (AGIR)
Chargé de projet		
Ludovic Béland, ingénieur forestier		



Milu nemetatau
Forêt modèle
du Lac-Saint-Jean

Ensemble vers une industrie du milieu forestier !



Les renseignements contenus dans le présent document ont été obtenus en partie grâce au financement fourni par Ressources naturelles Canada dans le cadre du Programme des collectivités forestières du Service canadien des forêts.

PRÉAMBULE

Ce projet est le fruit d'un partenariat avec le ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (MRNF) et la Forêt modèle du Lac-Saint-Jean. Il a été réalisé grâce à la collaboration de Jean-Pierre Girard, de la direction des opérations intégrées du Saguenay–Lac-Saint-Jean, ainsi que Cornelia Krause et son équipe, de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC).

En 2011, une campagne d'échantillonnage a été réalisée par la Forêt modèle du Lac-Saint–Jean pour caractériser les plantations de son territoire. D'autre part, en 2010 et 2011, le MRNF a réalisé des inventaires pour mesurer le rendement des plantations d'épinette noire et de pin gris de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Le partenariat a permis un échange de données entre les deux organismes permettant ainsi de dresser un portrait de leur territoire. Dans les deux cas, le travail d'analyse a été effectué par l'UQAC.

RÉSUMÉ

Dans le cadre de la planification de ses activités pour la saison 2011-2012, la Forêt modèle du Lac-Saint-Jean (FMLSJ) a réalisé des inventaires ayant pour objectif de caractériser les plantations d'épinette noire et de pin gris de 19 ans et plus, dans les domaines bioclimatiques de la pessière et de la sapinière. Le plan de sondage ainsi que la méthodologie d'échantillonnage ont été fournis par le ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (MRNF) suite à une entente de partenariat. La Forêt modèle a inventorié 30 plantations d'épinette noire et de pin gris et obtenu les données de 35 plantations supplémentaires. Ainsi, les calculs et analyses statistiques réalisés par l'Université du Québec à Chicoutimi (Krause et al. 2012) ont permis de produire une description détaillée de 65 plantations du territoire de la Forêt au niveau du volume, de la hauteur et de l'IQS. Le rendement anticipé des plantations a également été évalué à partir de modèles. L'évaluation de la qualité des arbres n'a pu être réalisée étant donné la charge importante de travail que cela représentait. L'UQAC réalise actuellement des recherches sur le sujet.

Les vieilles plantations d'épinette noire dans la zone d'étude sont âgées de 19 à 32 ans et le volume sur pied au moment de l'échantillonnage se retrouve entre 0,98 et 135,46 m³/ha. Selon les modèles utilisés, le volume total et marchand anticipés à 60 ans sont respectivement de 178 et 166 m³/ha. Les plantations de pin gris sont âgées de 20 à 31 ans et le volume sur pied au moment de l'échantillonnage se retrouve entre 7,84 et 218,48 m³/ha. Les volumes total et marchand calculés à 40 ans sont de 190 et 156 m³/ha, en fonction des modèles utilisés. Il est à noter que des échantillons supplémentaires (50) sont nécessaires afin d'obtenir une meilleure précision.

Les rendements anticipés calculés dans le cadre du projet constituent des évaluations. Selon les analyses statistiques (test de puissance), un échantillonnage supplémentaire serait nécessaire pour obtenir une précision d'une unité d'IQS pour l'épinette noire dans la pessière et la sapinière ainsi que pour le pin gris dans la sapinière.

ENCADREMENT / ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination

Ludovic Béland

Agence de gestion intégrée des ressources

Inventaire forestier

Dany Cloutier

Cindy Fortin

Dany Simard

Agence de gestion intégrée des ressources

Agence de gestion intégrée des ressources

Agence de gestion intégrée des ressources

Support et analyse

Mélanie Bouchard

Cyrille Gagnon-Hurtubise

Jean-Pierre Girard

Cornelia Krause

Pierre-Yves Plourde

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Université du Québec à Chicoutimi

Université du Québec à Chicoutimi

Vous pouvez joindre les membres de l'équipe de réalisation du projet et de la Forêt modèle du Lac-Saint-Jean aux coordonnées suivantes :

Agence de gestion intégrée des ressources

1013, rue du Centre-Sportif
Normandin (Québec) G8M 4L7

Téléphone : 581 719-1212

Télécopieur : 581 719-1217

www.groupeagir.com

Forêt modèle du Lac-Saint-Jean

1771, rue Amishk,
Mashteuiatsh (Québec) G0W 2H0

Téléphone : 418 275-5386 p. 448

Télécopieur : 418 275-7615

www.foretmodeledulacsaintjean.ca

Référence à citer

Forêt modèle du Lac-Saint-Jean, 2012, Caractérisation des plantations sur le territoire de la Forêt modèle du Lac-Saint-Jean. Agence de gestion intégrée des ressources. 26 pages + les annexes.

Table des matières

PRÉAMBULE	III
RÉSUMÉ.....	V
ENCADREMENT / ÉQUIPE DE RÉALISATION	VI
TABLE DES MATIÈRES	VII
LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES.....	X
1. INTRODUCTION.....	11
2. DESCRIPTION DU PROJET	12
2.1. MISE EN CONTEXTE	12
2.2. LOCALISATION	12
3. MÉTHODOLOGIE.....	14
3.1. ÉCHANTILLONNAGE	14
3.2. DONNÉES INVENTORIÉES.....	16
4. RÉSULTATS.....	17
4.1. LOCALISATION DES PLANTATIONS.....	17
4.2. DESCRIPTION.....	19
<i>Plantations d'épinette noire</i>	19
<i>Plantations de pin gris</i>	19
<i>Rendement</i>	22
<i>Rendement des plantations d'épinette noire</i>	25
<i>Rendement des plantations de pin gris</i>	29
<i>Analyses de puissance</i>	33
CONCLUSION	34
5. BIBLIOGRAPHIE.....	35

ANNEXE 1. MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE 2011 ET FORMULAIRE D'INVENTAIRE.....	36
ANNEXE 2. EXTRAIT DE L'ENTENTE RELATIVE AU PARTAGE DE L'INFORMATION.....	40
ANNEXE 3. TABLEAUX DE LA BASE DE DONNÉES ET DE DESCRIPTION DES CHAMPS	45
ANNEXE 4. RÉSULTATS DES ANALYSES DE PUISSANCE	49
ANNEXE 5. STATISTIQUES SUR LA DISTRIBUTION DES VALEURS D'IQS POUR LES ANALYSES DE PUISSANCE	56

Liste des tableaux

Tableau 1. Nombre total de plantations échantillonnées pour le projet de la Forêt modèle	14
Tableau 2. Résultats d'inventaire, de volume et d'IQS calculés pour les plantations d'épinette noire au moment de l'échantillonnage	20
Tableau 3. Résultats d'inventaire, de volume et d'IQS calculés pour les plantations de pin gris au moment de l'échantillonnage	21
Tableau 4. Valeurs des IQS, volume total et marchand	22
Tableau 5. Volume total et marchand pour les plantations d'épinette noire (calculé à 35 ans et extrapolé à 60 ans)	23
Tableau 6. Volume total et marchand pour les plantations de pin gris (calculé à 15 ans et à 40 ans)	24
Tableau 7. Résultats du test statistique de puissance pour déterminer si le nombre d'échantillons est adéquat.	33

Liste des figures

Figure 1. Localisation du territoire à l'étude.....	13
Figure 2. Localisation des plantations échantillonnées.	15
Figure 3. Localisation des plantations du territoire pour la période de 1969-2010.....	18
Figure 4. Volume total et marchand extrapolé des plantations d'épinette noire dans la zone d'étude de la Forêt modèle (n=30)	26
Figure 5. Accroissement annuel moyen en volume extrapolé des plantations d'épinette noire dans la zone d'étude de la Forêt modèle (n=30).....	26
Figure 6. Volume total et marchand extrapolé des plantations d'épinette noire dans la sapinière (n=25) .	27
Figure 7. Accroissement annuel moyen en volume extrapolé des plantations d'épinette noire dans la sapinière (n=25)	27
Figure 8. Volume total et marchand extrapolé des plantations d'épinette noire dans la pessière (n=5)	28
Figure 9. Accroissement annuel moyen en volume extrapolé des plantations d'épinette noire dans la pessière (n=5)	28
Figure 10. Volume total et marchand calculé pour des plantations de pin gris dans la zone d'étude de la Forêt modèle (n=35)	30
Figure 11. Accroissement annuel moyen en volume calculé pour les plantations de pin gris dans la zone d'étude de la Forêt modèle (n=35).....	30
Figure 12. Volume total et marchand calculé pour les plantations de pin gris dans la sapinière (n=21) ..	31
Figure 13. Accroissement annuel moyen en volume calculé pour les plantations de pin gris dans la sapinière (n=21)	31
Figure 14. Volume total et marchand calculé pour les plantations de pin gris dans la pessière (n=14)	32
Figure 15. Accroissement annuel moyen en volume calculé pour les plantations de pin gris dans la pessière (n=14)	32

1. INTRODUCTION

Dans un contexte d'aménagement forestier, le reboisement constitue un des outils sylvicoles utilisés pour la régénération des peuplements. Actuellement, il est reconnu qu'environ 20 % des superficies forestières récoltées au Québec nécessitent d'être reboisées. Dans les trente dernières années, dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, les activités de plantation ont pris de l'ampleur et l'épinette noire et le pin gris sont devenus les principales essences reboisées.

En théorie, la plantation doit permettre d'augmenter la productivité d'une superficie forestière par rapport à la même superficie de forêt naturelle. En aménagement forestier, l'évaluation du rendement des plantations est donc une étape essentielle, notamment, afin d'évaluer la possibilité forestière et de planifier les travaux de sylviculture. Ainsi, dans le contexte d'aménagement forestier durable et du développement de la politique de forêt de proximité, une connaissance précise du rendement des plantations du territoire est primordiale.

Actuellement, peu de données sont disponibles sur le rendement des plantations en forêt boréale. Le projet permettra de caractériser la croissance des plantations du territoire de la FMLSJ et ainsi donner des outils aux aménagistes du territoire.



Photo : AGIR

2. DESCRIPTION DU PROJET

2.1. Mise en contexte

Les objectifs généraux du projet sont de localiser les plantations sur le territoire de la Forêt modèle du Lac Saint-Jean et de produire une évaluation détaillée de celles-ci. Plus spécifiquement, les résultats attendus sont la production des éléments suivants :

- Répertoire et description détaillée (base de données) des plantations se trouvant sur le territoire de FMLSJ
- Méthodologie en lien avec les objectifs que nous voulons atteindre
- Plan de sondage (statistiquement valable) en lien avec notre répertoire des plantations
- Des protocoles avec les partenaires impliqués dans le projet (chercheurs)
- Une description détaillée des plantations se trouvant sur l'ensemble du territoire de la Forêt modèle comprenant l'évaluation :
 - du rendement ;
 - de l'indice de qualité de station par plantation (mesure de la qualité de la station basée sur la hauteur des arbres dominants et codominants dans un peuplement à un âge donné) ;
 - de la qualité des arbres (si possible).

2.2. Localisation

La zone d'étude se retrouve dans la zone de proximité du territoire d'influence de la Forêt modèle du Lac Saint-Jean (Figure 1). Cette zone fait partie de la forêt boréale canadienne et comprend les domaines bioclimatiques de la sapinière à bouleau jaune, de la sapinière à bouleau blanc et plus au nord de la pessière à mousses. Les régions écologiques correspondantes sont les Collines du Moyen-Saint-Maurice (4c), la Plaine du lac Saint-Jean et du Saguenay (4e), les Collines du Haut-Saint-Maurice (5c), les Collines ceinturant le lac Saint-Jean (5d) et les Coteaux de la rivière Nestaocano (6e).

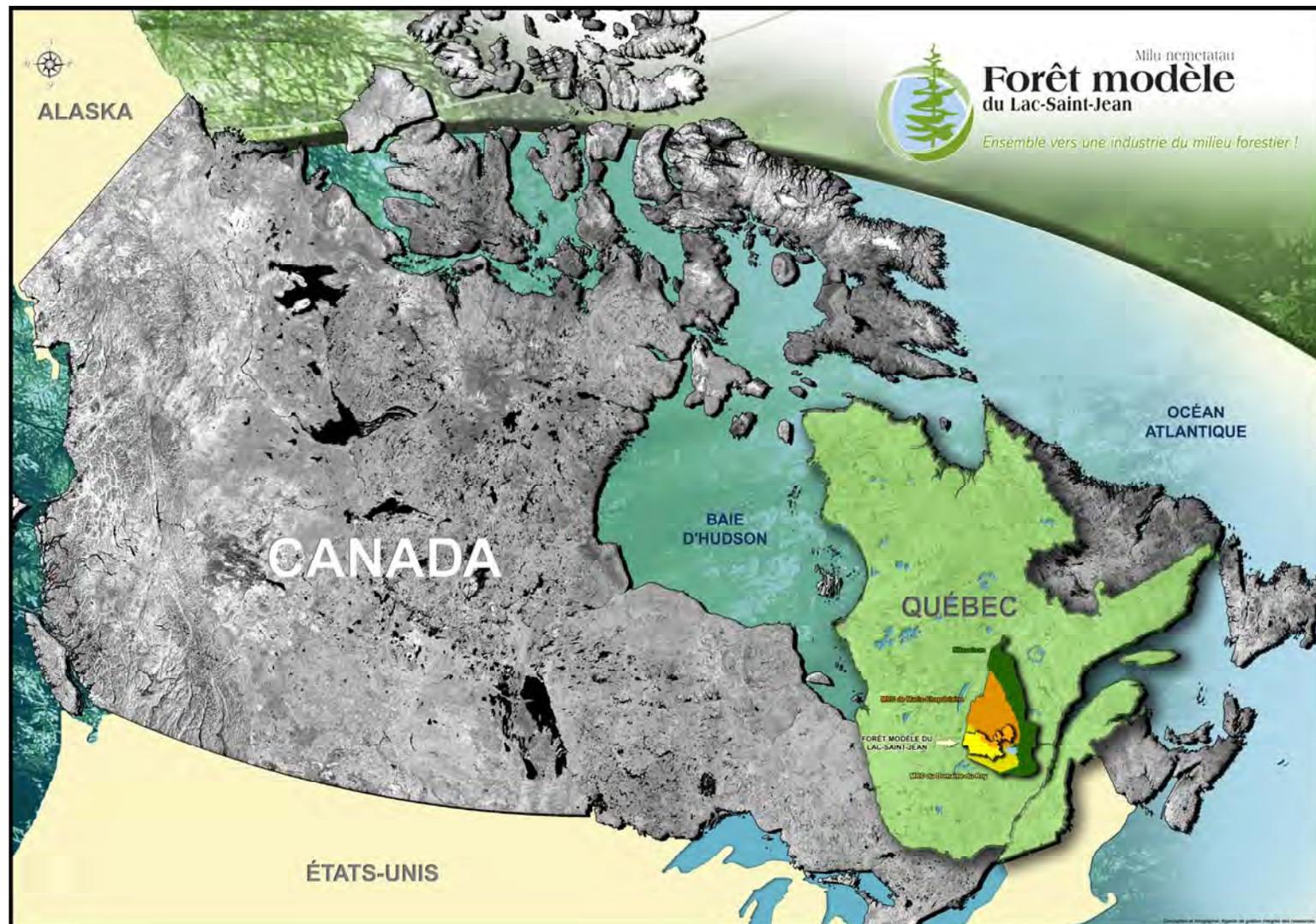


Figure 1. Localisation du territoire à l'étude.

3. MÉTHODOLOGIE

La direction des opérations intégrées du Saguenay–Lac-Saint-Jean du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), avec la participation des unités de gestion, a inventorié des plantations d'épinette noire et de pin gris en 2009, 2010 et 2011. Dans le cadre de ce projet, l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) avait le mandat de calculer le rendement anticipé de ces plantations.

Un partenariat, établi entre la direction des opérations intégrées du Saguenay–Lac-Saint-Jean et la Forêt modèle, a permis de caractériser les plantations du territoire. En effet, en utilisant la méthode d'échantillonnage développée par le ministère, les données recueillies ont pu être échangées, permettant ainsi d'augmenter le nombre d'échantillons des deux organismes.

3.1. Échantillonnage

La Forêt modèle a inventorié 30 plantations d'épinette noire et de pin gris et a obtenu les données de 35 plantations supplémentaires (Tableau 1). Le partenariat a donc permis d'utiliser les données de 65 plantations, inventoriées de 2009 à 2011, soit 30 d'épinette noire et 35 de pin gris, pour la caractérisation des plantations du territoire (Figure 2). La sélection des plantations, réalisée par l'UQAC, a été aléatoire bien qu'elle ait été conditionnée par leur accessibilité.

Tableau 1. Nombre total de plantations échantillonnées pour le projet de la Forêt modèle

	2009	2010	2011	Total
Épinette noire				
Pessière	-	1	4	5
Sapinière	-	21	4	25
<i>Sous-total :</i>	0	22	8	30
Pin gris				
Pessière	-	4	10	14
Sapinière	2	5	14	21
<i>Sous-total :</i>	2	9	24	35
Total Forêt modèle :	2	31	32	65

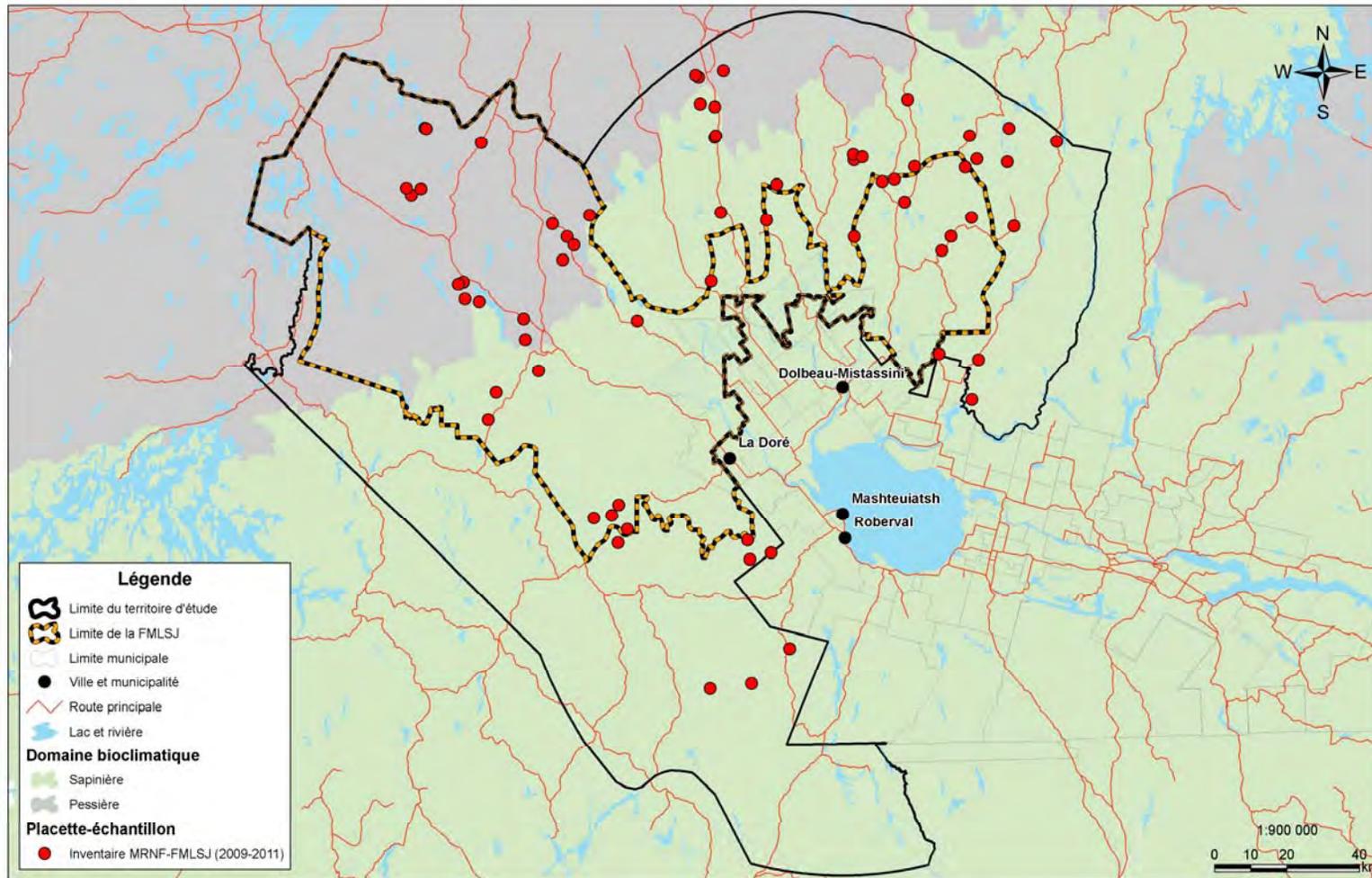


Figure 2. Localisation des plantations échantillonnées.

3.2. Données inventoriées

Évaluation des plantations
Saison 2011 Deuxième page

Nombre de p-f	257	Coord	
Essence	EPN	Longitude	N
Année plantation	1994	Latitude	W
Accessibilité		Altitude	
Secteur (Route)	Ch. Ab. Bow Mistassini km 90	Date:	7
Camion	OK	Estimateur:	De
VTT	OK		

No arbre	No étiquette	Hauteur (cm)	DHP (mm)	* Non éclaircie	No arbre	No étiquette	Hauteur (cm)	DHP
1	03553	143			28	03580	180	
2	03554	151			29	03581	081	
3	03555	171		*	30	03582	080	
4	03556	239			31	03583	128	
5	03557	164			32	03584	084	
6	03558	139			33	03585	046	
7	03559	374			34	03586	200	
8	03560	119			35	03587	124	

Photo : AGIR

La méthode d'échantillonnage et le formulaire développés par le MRNF et l'UQAC ont été utilisés (Annexe 1). La prise de données se faisait dans une placette-échantillon rectangulaire à dimension variable. L'échantillon devait contenir un minimum de 50 arbres reboisés pour lesquels la hauteur et le diamètre à hauteur de poitrine étaient mesurés. De plus, la notion de tige éclaircie était évaluée, selon les définitions techniques du MRNF pour l'éclaircie précommerciale (inventaire avant traitement). Les tiges naturelles d'essence commerciale de plus de 1,3 mètre de hauteur étaient dénombrées. Finalement, la plantation visitée était caractérisée en fonction des éléments suivants : classe de pente et de drainage, hauteur de la strate muscinale, dénombrement des trouées naturelles (absence d'essence commerciale), pourcentage de recouvrement des éricacées et des lichens.

Les données de diamètre et de hauteur échantillonnées ont permis de calculer le rendement des plantations : soient le volume actuel et extrapolé. Le calcul a été réalisé par l'Université du Québec à Chicoutimi (Krause et al. 2012). Le volume actuel était calculé selon la méthode de calcul de *Forslund et Paterson (1994)*. Le volume était calculé selon les modèles de *Prégent, Bertrand, et Charrette (1994)* pour l'épinette noire et de *Bolghari et Bertrand (1984)* pour le pin gris. Ceux-ci utilisent les indices de qualité de station (IQS). Le volume des plantations d'épinette noire est calculé jusqu'à 35 ans et est extrapolé de 35 à 60 ans. Dans le cas du pin gris, il est calculé jusqu'à 40 ans.

4. RÉSULTATS

Les superficies reboisées de 1969 à 2010 ont été localisées dans la zone d'étude. Les plantations de plus de 19 ans d'épinette noire et de pin gris étaient ciblées dans l'échantillonnage. Au total, le projet d'inventaire comprend 30 plantations d'épinette noire ainsi que 35 de pin gris dans les domaines bioclimatiques de la pessière et de la sapinière.

4.1. Localisation des plantations

Les bases de données écoforestières ainsi que les bases de données des bénéficiaires de contrat d'approvisionnement et d'aménagement forestier (BCAAF) ont permis de localiser les plantations du territoire d'étude (Figure 3). Selon les BCAAF, 59 221 hectares ont été reboisés durant la période s'étendant de 2001 à 2010. La superficie totale des plantations de la zone d'étude représente 145 361 hectares. En plus de l'épinette noire et du pin gris, d'autres essences, de façon moins importante, ont été utilisées pour le reboisement. Il s'agit de l'épinette blanche, l'épinette de Norvège, le pin blanc, le pin rouge, le sapin baumier, le mélèze (laricin, japonais, européen et hybride) ainsi que le peuplier hybride.

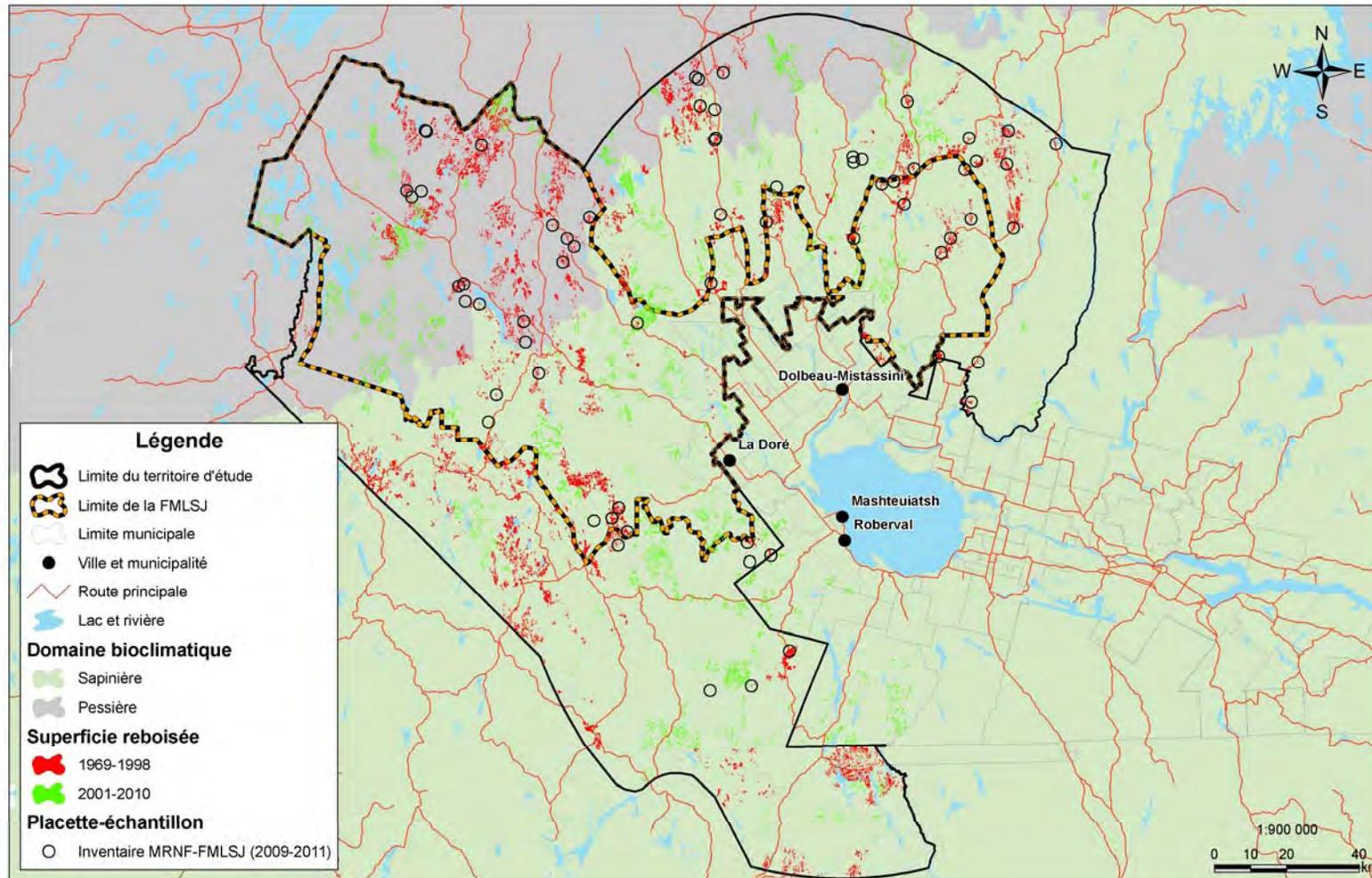


Figure 3. Localisation des plantations du territoire pour la période de 1969-2010.

4.2. Description

Dans cette section, l'analyse ainsi que les résultats des calculs permettant de caractériser les plantations du territoire sont présentés. Ils ont été réalisés par l'Université du Québec à Chicoutimi (Krause et al. 2012).

Plantations d'épinette noire

Les 30 plantations d'épinette noire dans la zone d'étude sont âgées de 19 à 32 ans (âge total depuis la pépinière). La densité de tiges reboisées varie de 1103 à 3458 tiges/hectares et la hauteur moyenne de 1,77 à 6,86 mètres. Selon la méthode de calcul de Forslund et Paterson (1994), le volume sur pied, calculé à partir des valeurs de hauteur et de diamètre à hauteur de poitrine (dhp) au moment de l'échantillonnage, se retrouve entre 0,98 et 135,46 m³/ha. Le diamètre moyen des arbres (dhp), utilisé dans le calcul de volume, varie de 1,16 à 11,60 cm. Finalement, l'indice de qualité de station calculé à 25 ans, selon le modèle de Prégent, Bertrand, et Charrette (1994), varie de 2,74 à 10,10 mètres (Tableau 2).

Plantations de pin gris

Les 35 plantations de pin gris sont âgées de 20 à 31 ans (âge total depuis la pépinière). La densité de tige reboisée varie de 1192 à 3662 tiges/hectares et la hauteur moyenne de 3,80 à 13,57 mètres. Selon la méthode de calcul de Forslund et Paterson (1994), le volume sur pied calculé, à partir des valeurs de hauteur et de diamètre à hauteur de poitrine (dhp) au moment de l'échantillonnage, se retrouve entre 7,84 et 218,48 m³/ha. Le diamètre moyen des arbres (dhp), inclus dans le calcul de volume, varie de 4,66 à 13,81 cm. D'autre part, l'indice de qualité de station calculé à 15 ans, selon le modèle de Bolghari et Bertrand (1984) varie de 3,07 à 9,25 mètres (Tableau 3).

Tableau 2. Résultats d'inventaire, de volume et d'IQS calculés pour les plantations d'épinette noire au moment de l'échantillonnage

Plantation N° site	Unité de gestion	Espèce	Domaine bioclimatique	Type écologique	Plantation		Type de réceptier	Préparation de terrain	Origine de perturbation	Parcelle-échantillon				Hauteur moyenne (m)	Diamètre moyen (cm)	Volume calculé (m ³ /ha)	IQS à 25 ans (m)
					(année)	(âge des plants)				Superficie (hectare)	Arbre planté	Tige naturelle	Densité (tige/ha)				
225A	25	EPN	Pessiere	RE25	1993	21			sans	0,0217	43	45	1986	1,87	1,28	0,9784	2,98
227	25	EPN	Pessiere	RE22	1993	21			sans	0,0243	49	7	2014	3,13	3,49	7,2084	5,98
228_D	25	EPN	Pessiere	RE22	1993	21			sans	0,0207	53	46	2565	3,42	3,81	9,6479	6,34
234	25	EPN	Pessiere	RS22	1993	21			sans	0,0249	53	14	2131	2,17	1,74	1,7437	3,74
008E	25	EPN	Pessiere	RE22	1988	25	45-110		sans	0,0231	50	35	2167	3,36	3,41	7,7204	4,56
289	22	EPN	Sapiniere	RS22	1995	19			sans	0,0206	44	90	2132	3,49	3,59	8,5363	8,19
263	25	EPN	Sapiniere	RE22	1993	21			sans	0,0444	49	16	1103	2,21	1,83	1,0120	3,75
023E	25	EPN	Sapiniere	RS22	1990	21,5	67-50		sans	0,0172	51	13	2961	2,62	2,76	5,7246	4,99
001E	24	EPN	Sapiniere	RE22	1991	22		scadisque	sans	0,0270	51	45	1892	3,88	4,21	9,0012	6,38
009E	25	EPN	Sapiniere	RS22	1990	22	67-50		sans	0,0198	50	48	2527	1,77	1,16	1,2093	2,74
002E	27	EPN	Sapiniere	RS22	1990	22	67-50	scadisque	sans	0,0298	50	0	1677	4,07	4,42	10,7078	7,80
010E	27	EPN	Sapiniere	RS20	1990	22	67-50	scadisque	sans	0,0220	50	3	2269	3,70	3,95	13,1110	7,04
009E	27	EPN	Sapiniere	RE22	1990	23			sans	0,0152	50	35	3289	3,58	3,75	12,6544	6,19
029E	25	EPN	Sapiniere	RE25	1989	23	67-50		sans	0,0326	52	20	1594	5,53	6,53	33,3341	8,34
108E	25	EPN	Sapiniere	RE21	1989	23	67-50		sans	0,0289	50	32	1728	4,57	5,66	21,9173	6,70
016E	25	EPN	Sapiniere	RE22	1989	24			sans	0,0326	51	61	1564	3,23	3,69	5,4357	4,70
012E	25	EPN	Sapiniere	RE22	1988	24	67-50		EPC	0,0229	50	35	2184	3,21	3,73	6,8353	4,96
PLE05	25	EPN	Sapiniere	RE22	1988	24	67-50		sans	0,0220	50	0	2273	3,09	3,04	5,5281	5,88
004E	27	EPN	Sapiniere	RS22	1988	24	67-50	scadisque	sans	0,0198	51	14	2582	4,13	5,21	22,4184	6,37
006E	27	EPN	Sapiniere	RE22	1988	25	45-110	scadisque	sans	0,0272	53	3	1951	4,46	5,12	18,9671	6,66
007E	27	EPN	Sapiniere	RE22	1988	25	45-110	scadisque	sans	0,0276	50	28	1814	2,96	3,14	5,5681	4,19
008E	27	EPN	Sapiniere	RS22	1988	25	45-110	scadisque	sans	0,0333	52	23	1560	4,88	5,60	20,2688	6,44
005E	27	EPN	Sapiniere	RE22	1987	25	67-50	scadisque	sans	0,0178	51	23	2864	5,47	5,53	33,4527	7,73
013E	25	EPN	Sapiniere	RS22	1987	26	45-110	scamonticule	sans	0,0250	50	32	2000	8,55	11,60	135,4643	10,10
003E	27	EPN	Sapiniere	RS20	1987	26	45-110	scadisque	sans	0,0148	51	13	3458	4,99	5,30	21,5043	6,54
015E	25	EPN	Sapiniere	RE22	1986	26	67-50		sans	0,0185	50	42	2697	3,95	4,74	17,6927	4,79
011E	27	EPN	Sapiniere	MS22	1986	26	67-50	scamonticule	EPC	0,0150	50	13	3324	5,74	6,52	40,1035	6,89
028E	25	EPN	Sapiniere	RE22	1985	27	67-50		sans	0,0252	51	60	2026	3,13	3,36	6,4808	4,26
289	22	EPN	Sapiniere	RS22	1985	29			sans	0,0172	50	65	2909	3,09	3,19	10,5499	4,63
271_D	22	EPN	Sapiniere	RE25	1982	32			sans	0,0250	28	220	1120	6,86	7,35	22,1443	5,97

Adapté de Krause et al. 2012

Tableau 3. Résultats d'inventaire, de volume et d'IQS calculés pour les plantations de pin gris au moment de l'échantillonnage

Plantation N° site	Unité de gestion	Espèce	Domaine bioclimatique	Type écologique	Plantation		Type de réceptier	Préparation de terrain	Origine de perturbation	Parcelle-échantillon				Hauteur moyenne (m)	Diamètre moyen (cm)	Volume calculé (m ³ /ha)	IQS à 15 ans (m)
					(année)	(âge des plants)				Superficie (hectare)	Arbre planté	Tige naturelle	Densité (tige/ha)				
239	25	PIG	Pessiere	RE22	1993	21			sans	0,0192	46	13	2395	7,22	9,95	68,5314	5,40
240	25	PIG	Pessiere	RE22	1993	21			sans	0,0166	46	23	2771	6,12	8,30	52,3106	4,53
241	25	PIG	Pessiere	RE11	1993	21			EPC	0,0283	38	23	1341	7,28	9,81	38,4475	5,50
003P	25	PIG	Pessiere	RE21	1991	21	67-50		sans	0,0382	56	6	1466	5,54	5,68	13,0645	4,38
1004	25	PIG	Pessiere	RS22	1992	22			sans	0,0180	52	7	2895	7,17	9,51	76,1942	5,09
248	25	PIG	Pessiere	RE22	1992	22	45-110	scadisque	sans	0,0137	50	38	3662	6,36	7,36	56,6757	4,60
005P	25	PIG	Pessiere	RE21	1990	22	67-50		EPC	0,0379	59	0	1557	5,40	6,36	16,6329	4,00
251A	25	PIG	Pessiere	RE22	1991	23			sans	0,0191	51	25	2676	5,85	6,64	34,8972	4,38
004P	25	PIG	Pessiere	RS22	1989	23	67-50		sans	0,0393	50	12	1272	8,39	9,91	40,4462	5,74
PLP09	25	PIG	Pessiere	RS22	1989	23	67-50		sans	0,0220	50	0	2273	7,41	7,83	41,5447	4,86
1002	25	PIG	Pessiere	RS22	1989	24,5	67-50		sans	0,0223	46	13	2062	6,66	8,79	52,1028	4,64
1003	25	PIG	Pessiere	RS22	1989	24,5	67-50		sans	0,0220	33	27	1503	7,86	9,93	51,5676	5,31
252	25	PIG	Pessiere	RE22	1989	24,5	45-110	manuelle	sans	0,0162	49	31	3032	6,34	7,31	47,3423	4,29
249	25	PIG	Pessiere	RE21	1985	29			sans	0,0197	28	95	1418	8,80	11,20	60,1345	4,44
291A	22	PIG	Sapiniere	RE21	1994	20			sans	0,0187	29	13	1551	3,80	4,66	8,9816	3,07
267_D	27	PIG	Sapiniere	RS22	1994	20	45-110		sans	0,0225	55	26	2448	7,79	9,36	67,3116	6,34
209	24	PIG	Sapiniere	RE21	1993	21	45-110	scadisque	sans	0,0202	49	43	2425	6,91	7,71	42,6562	5,28
236A_D	25	PIG	Sapiniere	MS22	1993	21			sans	0,0252	30	119	1192	3,99	4,86	7,8355	3,15
220_D	27	PIG	Sapiniere	RE22	1993	21	67-50		sans	0,0236	57	127	2416	6,78	6,65	32,7139	5,30
PLP03	24	PIG	Sapiniere	RE21	1991	21	45-110		sans	0,0200	49	0	2450	5,88	5,74	34,4409	5,03
PLP08	25	PIG	Sapiniere	RE21	1991	21	67-50		sans	0,0210	50	0	2381	5,97	7,46	36,6331	4,76
PLP06	27	PIG	Sapiniere	RS22	1991	22			sans	0,0200	56	0	2800	5,14	5,59	25,3947	4,26
PLP04	24	PIG	Sapiniere	RE21	1989	23	45-110		sans	0,0270	53	0	1963	5,49	5,74	18,8278	4,02
218	27	PIG	Sapiniere	RE21	1990	24	67-50	scadisque	sans	0,0220	58	39	2642	6,56	6,38	32,3949	4,55
PLP05	25	PIG	Sapiniere	RE21	1988	24	67-50		sans	0,0180	55	0	3056	6,39	6,70	41,6728	4,45
286A	22	PIG	Sapiniere	RE22	1989	25			sans	0,0302	30	79	995	8,85	11,40	44,6334	5,29
207_D	24	PIG	Sapiniere	RE21	1989	25			sans	0,0180	52	0	2889	6,08	8,21	53,5164	4,09
PLP10	27	PIG	Sapiniere	RE38	1987	25	67-50	scadisque	sans	0,0270	50	0	1852	9,16	10,04	63,6700	5,71
285	22	PIG	Sapiniere	RE22	1988	26			sans	0,0234	43	41	1841	8,87	11,09	79,1106	5,47
219	27	PIG	Sapiniere	RE21	1988	26	67-50		sans	0,0355	44	211	1240	9,07	11,05	51,6921	5,20
221	27	PIG	Sapiniere	RE21	1987	26	67-50	scadisque	sans	0,0228	51	116	2237	5,26	5,14	20,2338	3,90
222	27	PIG	Sapiniere	RE21	1986	28	45-110	scadisque	sans	0,0248	50	106	2017	7,33	8,26	40,5858	3,84
282	22	PIG	Sapiniere	RE21	1985	29			sans	0,0226	51	73	2260	8,28	8,06	50,1139	4,52
283	22	PIG	Sapiniere	RS22	1984	30			EPC	0,0230	48	9	2085	12,22	12,70	138,7158	6,36
001P	27	PIG	Sapiniere	RE21	1982	31	racnu	scamonticule	sans	0,0220	55	0	2500	13,57	13,81	218,4808	9,25

Adapté de Krause et al. 2012

Rendement

Les résultats du rendement anticipé des plantations sont présentés par essence et domaines bioclimatiques dans le tableau qui suit (Tableau 4). Les volumes ainsi que les accroissements annuels moyens anticipés se retrouvent dans les figures qui suivent. Les données par plantation sont présentées au Tableau 5 pour l'épinette noire et au Tableau 6 pour le pin gris.

Tableau 4. Valeurs des IQS, volume total et marchand

Forêt modèle - Échantillonnage 2010 et 2011 combinés						
	nombre plantations	IQS à 25 ans moyen	volume*			
			total		marchand	
			35 ans	60 ans	35 ans	60 ans
Épinette noire						
forêt boréale	30	5,86	78,87	178,34	53,34	166,15
pessière	5	4,72	46,31	138,52	25,07	117,72
sapinière	25	6,09	85,70	184,76	59,64	174,65
Pin gris						
	nombre plantations	IQS à 15 ans moyen	total 40 ans	volume** marchand 40 ans		
forêt boréale	35	4,89	189,96	156,20		
pessière	14	4,80	187,22	153,69		
sapinière	21	4,95	191,80	157,89		

*calcul du volume d'après Prégent, Bertrand et Charrette 1996

**calcul du volume d'après Bolghari et Bertrand 1984

Source : Krause et al. 2012

Tableau 5. Volume total et marchand pour les plantations d'épinette noire (calculé à 35 ans et extrapolé à 60 ans)

Plantation	Unité de gestion	Espèce	Domaine bioclimatique	Type écologique	Plantation		IQS à 25 ans (m)	Volume total à 35 ans (m ³ /ha)	Volume total à 60 ans (m ³ /ha)	Volume marchand à 35 ans (m ³ /ha)	Volume marchand à 60 ans (m ³ /ha)
					Date	Âge des plants					
No site											
225A	25	EPN	Pessiere	RE25	1993	21	2,98	11,09	57,05	0,00	34,14
227	25	EPN	Pessiere	RE22	1993	21	5,98	82,43	181,82	56,61	170,43
228_D	25	EPN	Pessiere	RE22	1993	21	6,34	93,07	193,22	66,66	183,46
234	25	EPN	Pessiere	RS22	1993	21	3,74	23,49	95,29	6,07	68,82
008E	25	EPN	Pessiere	RE22	1988	25	4,56	42,14	132,53	21,59	109,83
289	22	EPN	Sapiniere	RS22	1995	19	8,19	140,43	241,95	120,36	239,55
263	25	EPN	Sapiniere	RE22	1993	21	3,75	23,68	95,79	6,24	69,31
023E	25	EPN	Sapiniere	RS22	1990	21,5	4,99	53,63	148,70	31,23	130,64
001E	24	EPN	Sapiniere	RE22	1991	22	6,38	94,24	194,50	67,80	184,70
009E	25	EPN	Sapiniere	RS22	1990	22	2,74	8,23	45,78	0,00	24,63
002E	27	EPN	Sapiniere	RS22	1990	22	7,80	132,02	234,11	109,17	229,12
010E	27	EPN	Sapiniere	RS20	1990	22	7,04	112,92	211,96	86,91	206,26
009E	27	EPN	Sapiniere	RE22	1990	23	6,19	88,65	188,03	62,43	178,30
029E	25	EPN	Sapiniere	RE25	1989	23	8,34	143,36	245,89	124,57	242,88
108E	25	EPN	Sapiniere	RE21	1989	23	6,70	103,48	203,93	76,99	194,94
016E	25	EPN	Sapiniere	RE22	1989	24	4,70	45,78	137,80	24,62	116,74
012E	25	EPN	Sapiniere	RE22	1988	24	4,96	52,80	147,60	30,53	129,23
PLE05	25	EPN	Sapiniere	RE22	1988	24	5,88	79,46	178,94	53,88	166,82
004E	27	EPN	Sapiniere	RS22	1988	24	6,37	93,94	194,10	67,51	184,40
006E	27	EPN	Sapiniere	RE22	1988	25	6,66	102,34	202,83	75,84	193,41
007E	27	EPN	Sapiniere	RE22	1988	25	4,19	33,12	116,88	14,09	91,26
008E	27	EPN	Sapiniere	RS22	1988	25	6,44	95,99	196,37	69,51	186,62
005E	27	EPN	Sapiniere	RE22	1987	25	7,73	130,40	232,40	107,14	226,88
013E	25	EPN	Sapiniere	RS22	1987	26	10,10	166,37	285,12	167,07	286,32
003E	27	EPN	Sapiniere	RS20	1987	26	6,54	98,89	199,38	72,37	189,59
015E	25	EPN	Sapiniere	RE22	1986	26	4,79	48,17	140,98	26,63	121,12
011E	27	EPN	Sapiniere	MS22	1986	26	6,89	108,81	208,66	82,53	201,58
028E	25	EPN	Sapiniere	RE22	1985	27	4,26	34,75	120,01	15,45	94,78
269	22	EPN	Sapiniere	RS22	1985	29	4,63	43,95	135,21	23,09	113,30
271_D	22	EPN	Sapiniere	RE25	1982	32	5,97	82,13	181,59	56,33	169,71

Adapté de Krause et al. 2012

Tableau 6. Volume total et marchand pour les plantations de pin gris (calculé à 15 ans et à 40 ans)

Plantation	Unité de gestion	Espèce	Domaine bioclimatique	Type écologique	Plantation		IQS à 15 ans (m)	Volume total à 15 ans (m ³ /ha)	Volume total à 40 ans (m ³ /ha)	Volume marchand à 15 ans (m ³ /ha)	Volume marchand à 40 ans (m ³ /ha)
					Date	Âge des plants					
239	25	PIG	Pessiere	RE22	1993	21	5,40	29,52	205,87	11,33	170,79
240	25	PIG	Pessiere	RE22	1993	21	4,53	19,57	179,12	3,74	146,27
241	25	PIG	Pessiere	RE11	1993	21	5,50	30,70	209,07	12,30	173,72
003P	25	PIG	Pessiere	RE21	1991	21	4,38	17,92	174,69	2,65	142,21
1004	25	PIG	Pessiere	RS22	1992	22	5,09	25,90	196,13	8,43	161,85
248	25	PIG	Pessiere	RE22	1992	22	4,60	20,35	181,20	4,28	148,17
005P	25	PIG	Pessiere	RE21	1990	22	4,00	13,82	163,72	0,37	132,17
251A	25	PIG	Pessiere	RE22	1991	23	4,38	17,92	174,69	2,65	142,21
004P	25	PIG	Pessiere	RS22	1989	23	5,74	33,58	216,83	14,70	180,83
PLP09	25	PIG	Pessiere	RS22	1989	23	4,86	23,27	189,05	6,41	155,37
1002	25	PIG	Pessiere	RS22	1989	24,5	4,64	20,79	182,40	4,59	149,27
1003	25	PIG	Pessiere	RS22	1989	24,5	5,31	28,46	203,02	10,47	168,17
252	25	PIG	Pessiere	RE22	1989	24,5	4,29	16,94	172,06	2,04	139,80
249	25	PIG	Pessiere	RE21	1985	29	4,44	18,58	176,46	3,07	143,83
291A	22	PIG	Sapiniere	RE21	1994	20	3,07	4,32	138,37	5,97	108,96
267_D	27	PIG	Sapiniere	RS22	1994	20	6,34	40,99	236,85	21,02	199,20
209	24	PIG	Sapiniere	RE21	1993	21	5,28	28,11	202,07	10,19	167,30
236A_D	25	PIG	Sapiniere	MS22	1993	21	3,15	5,11	140,47	3,48	110,88
220_D	27	PIG	Sapiniere	RE22	1993	21	5,30	28,34	202,70	10,38	167,88
PLP03	24	PIG	Sapiniere	RE21	1991	21	5,03	25,21	194,27	7,89	160,15
PLP08	25	PIG	Sapiniere	RE21	1991	21	4,76	22,14	186,01	5,57	152,58
PLP06	27	PIG	Sapiniere	RS22	1991	22	4,26	16,61	171,19	1,84	139,00
PLP04	24	PIG	Sapiniere	RE21	1989	23	4,02	14,04	164,29	0,47	132,69
218	27	PIG	Sapiniere	RE21	1990	24	4,55	19,79	179,71	3,89	146,81
PLP05	25	PIG	Sapiniere	RE21	1988	24	4,45	18,69	176,75	3,15	144,10
286A	22	PIG	Sapiniere	RE22	1989	25	5,29	28,22	202,39	10,28	167,59
207_D	24	PIG	Sapiniere	RE21	1989	25	4,09	14,78	166,29	0,83	134,51
PLP10	27	PIG	Sapiniere	RE38	1987	25	5,71	33,22	215,85	14,39	179,94
285	22	PIG	Sapiniere	RE22	1988	26	5,47	30,35	208,10	12,01	172,83
219	27	PIG	Sapiniere	RE21	1988	26	5,20	27,17	199,56	9,44	165,00
221	27	PIG	Sapiniere	RE21	1987	26	3,90	12,77	160,09	0,00	129,58
222	27	PIG	Sapiniere	RE21	1986	28	3,84	12,14	159,21	0,00	128,03
282	22	PIG	Sapiniere	RE21	1985	29	4,52	19,46	178,82	3,66	145,99
283	22	PIG	Sapiniere	RS22	1984	30	6,36	41,24	237,54	21,24	199,83
001P	27	PIG	Sapiniere	RE21	1982	31	9,25	81,28	346,42	56,96	299,78

Adapté de Krause et al. 2012

Rendement des plantations d'épinette noire

Selon les modèles de Prégent, Bertrand, et Charrette (1994), les données des arbres dominants, équivalant aux 200 plus hautes tiges à l'hectare, servent à déterminer l'IQS qui permet ensuite d'évaluer le rendement. Le volume des plantations d'épinette noire est calculé jusqu'à 35 ans et extrapolé de 35 à 60 ans.

Pour l'ensemble de la zone d'étude, l'IQS calculé à 25 ans est de 5,86 mètres (30 échantillons). Le volume total et marchand anticipés à 60 ans sont respectivement de 178 et 166 m³/ha (Tableau 4.)

Dans la sapinière, l'IQS calculé à 25 ans est de 6,09 mètres. Le volume marchand anticipé à 60 ans est de 175 m³/ha. Les données des 25 échantillons varient de 25 à 286 m³/ha (Tableau 5). Selon les calculs, les accroissements annuels moyens en volume marchand anticipé (Figure 7) passent de 1,70 à 2,89 m³/ha/année de 35 à 60 ans.

Dans la pessière, l'IQS calculé à 25 ans est de 4,72 mètres. Le volume marchand anticipé à 60 ans est de 118 m³/ha. Les données des 5 échantillons varient de 34 à 184 m³/ha (Tableau 5). Les accroissements annuels moyens en volume marchand anticipé (Figure 9) passent de 0,72 à 1,96 m³/ha/année de 35 à 60 ans.



Photo : AGIR

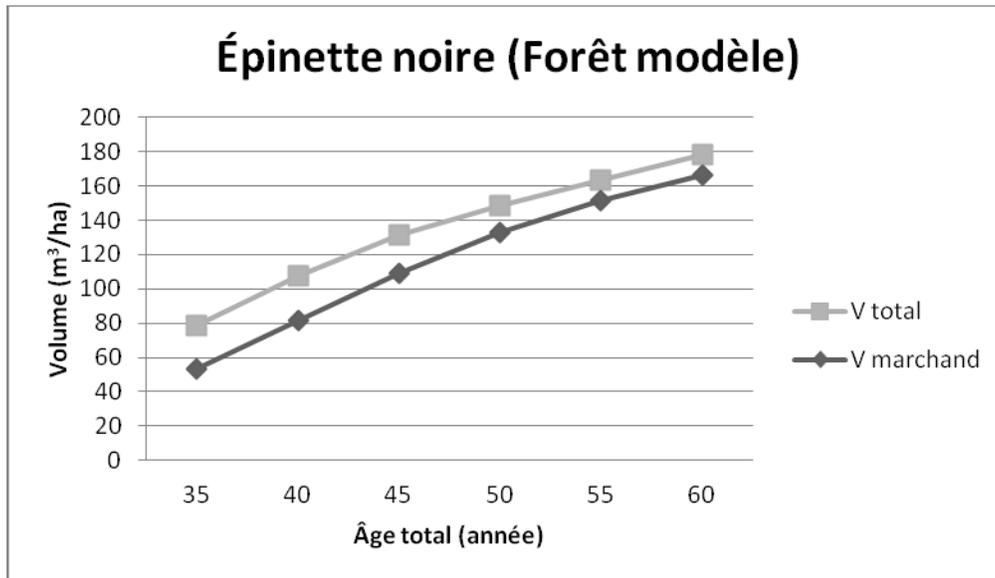


Figure 4. Volume total et marchand extrapolé des plantations d'épinette noire dans la zone d'étude de la Forêt modèle (n=30)

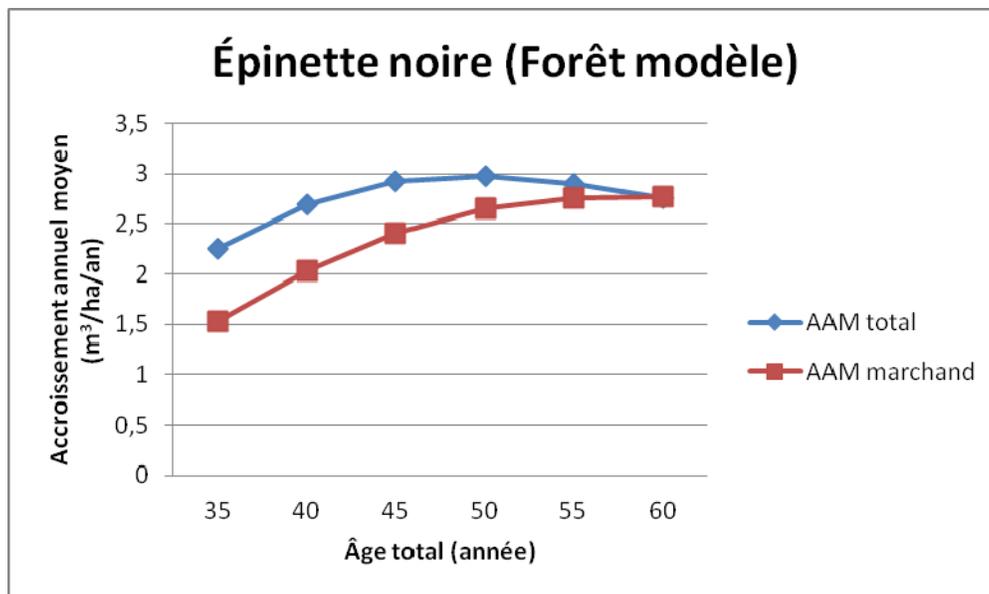


Figure 5. Accroissement annuel moyen en volume extrapolé des plantations d'épinette noire dans la zone d'étude de la Forêt modèle (n=30)

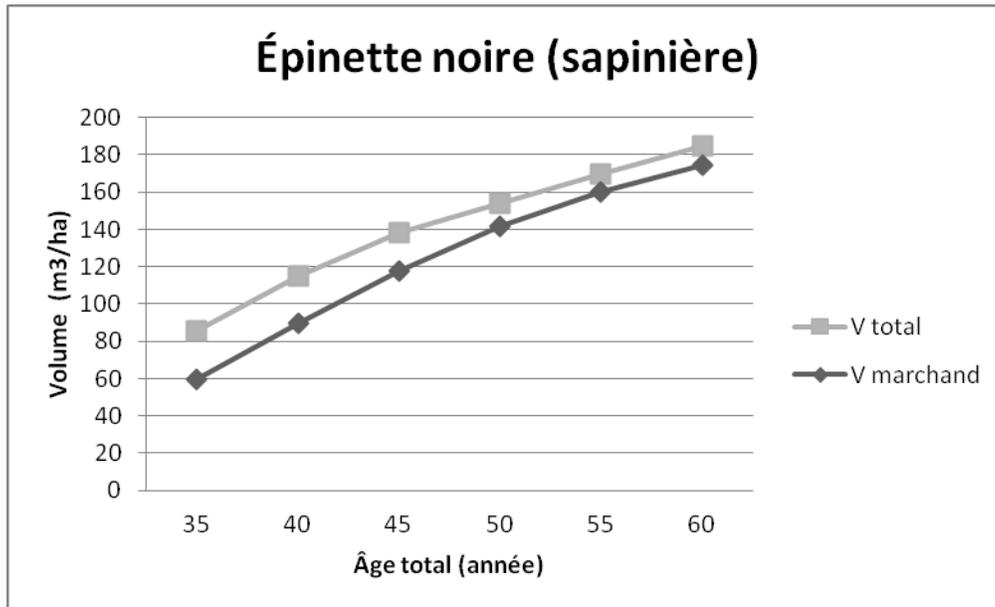


Figure 6. Volume total et marchand extrapolé des plantations d'épinette noire dans la sapinière (n=25)

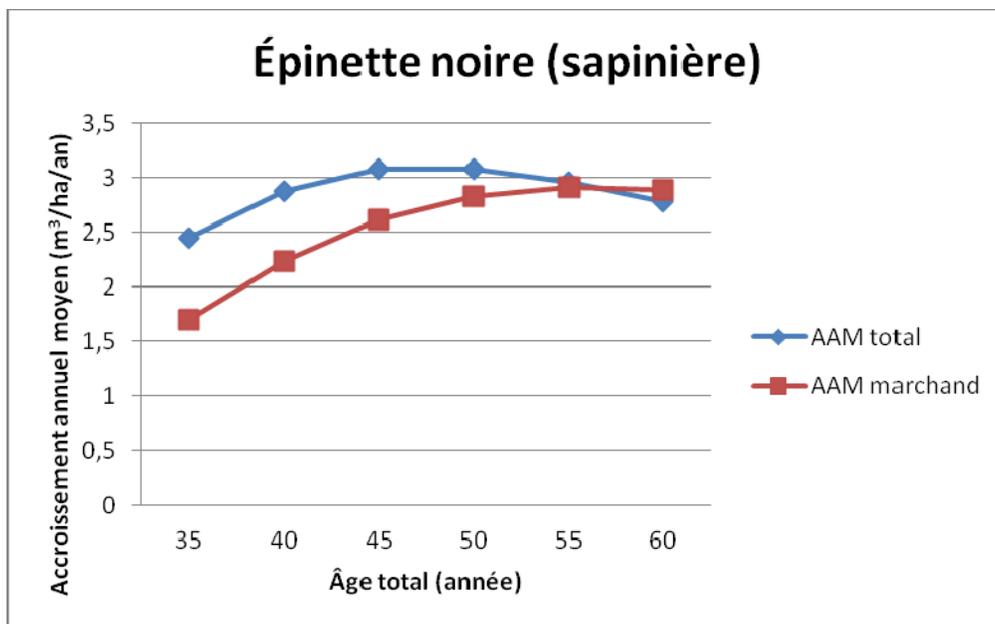


Figure 7. Accroissement annuel moyen en volume extrapolé des plantations d'épinette noire dans la sapinière (n=25)

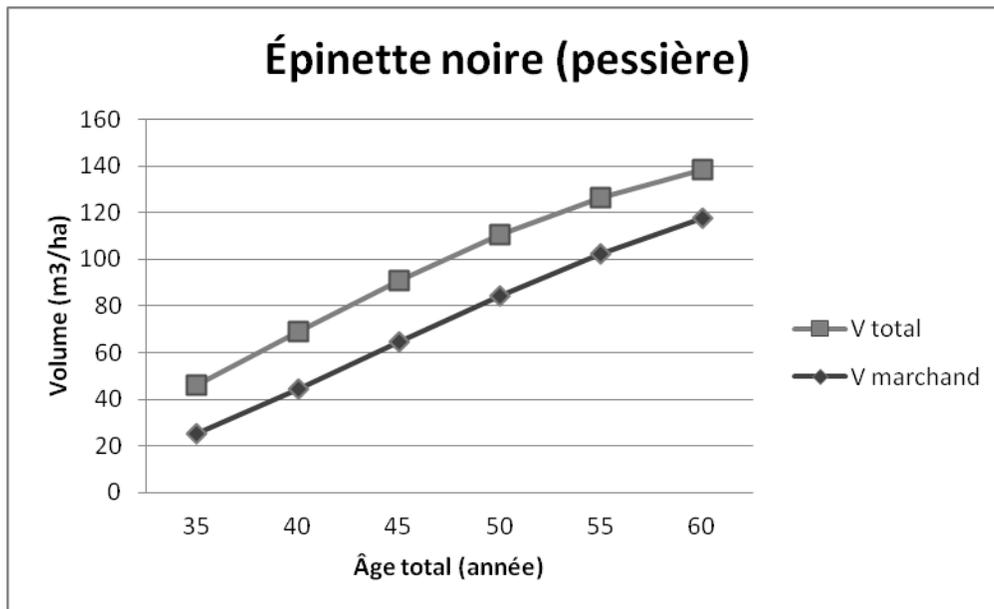


Figure 8. Volume total et marchand extrapolé des plantations d'épinette noire dans la pessière (n=5)

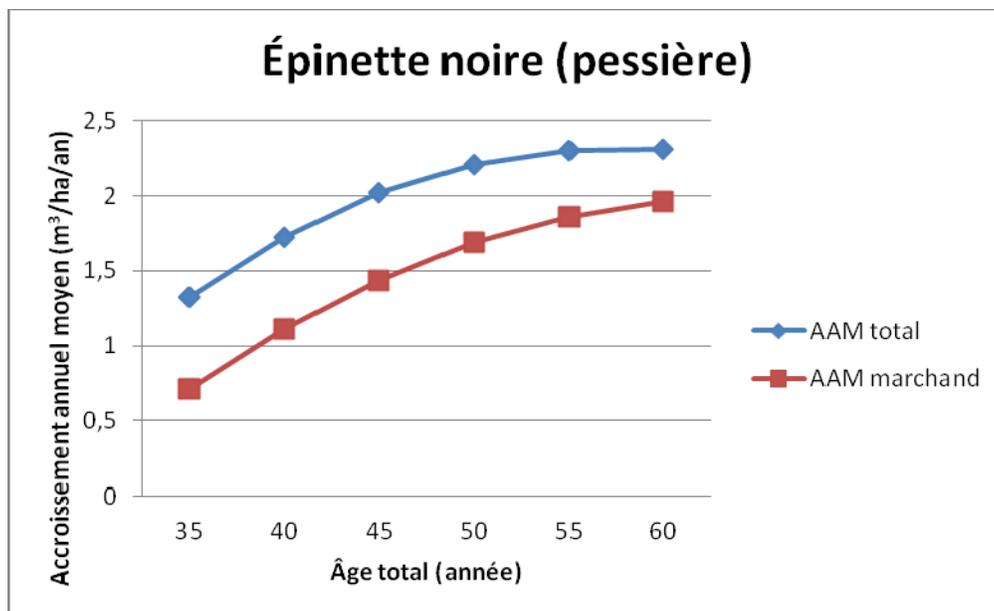


Figure 9. Accroissement annuel moyen en volume extrapolé des plantations d'épinette noire dans la pessière (n=5)

Rendement des plantations de pin gris

Les rendements des plantations de pin gris sont calculés selon les modèles de Bolghari et Bertrand (1984). Les données des 12 arbres dominants servent à calculer l'IQS qui permettra d'évaluer le rendement. Le volume des plantations est calculé jusqu'à 40 ans.

Pour l'ensemble du territoire, l'IQS calculé à 15 ans est de 4,89 mètres (35 échantillons). Le volume total et marchand anticipés à 40 ans sont respectivement de 190 et 156 m³/ha (Tableau 6).

Dans la sapinière, l'IQS calculé à 15 ans est de 4,95 mètres. Le volume marchand anticipé à 40 ans est de 158 m³/ha. Les données des 21 échantillons varient de 132 à 181 m³/ha (Tableau 6). Selon les calculs, les accroissements annuels moyens en volume marchand anticipé (Figure 13) passent de 2,24 à 3,95 m³/ha/année de 25 à 40 ans.

Dans la pessière, l'IQS calculé à 15 ans est de 4,80 mètres. Le volume marchand anticipé à 40 ans est de 154 m³/ha. Les données des 14 échantillons varient de 109 à 300 m³/ha (Tableau 5). Les accroissements annuels moyens en volume marchand anticipé (Figure 15) passent de 2,15 à 3,84 m³/ha/année de 25 à 40 ans.



Photo : AGIR

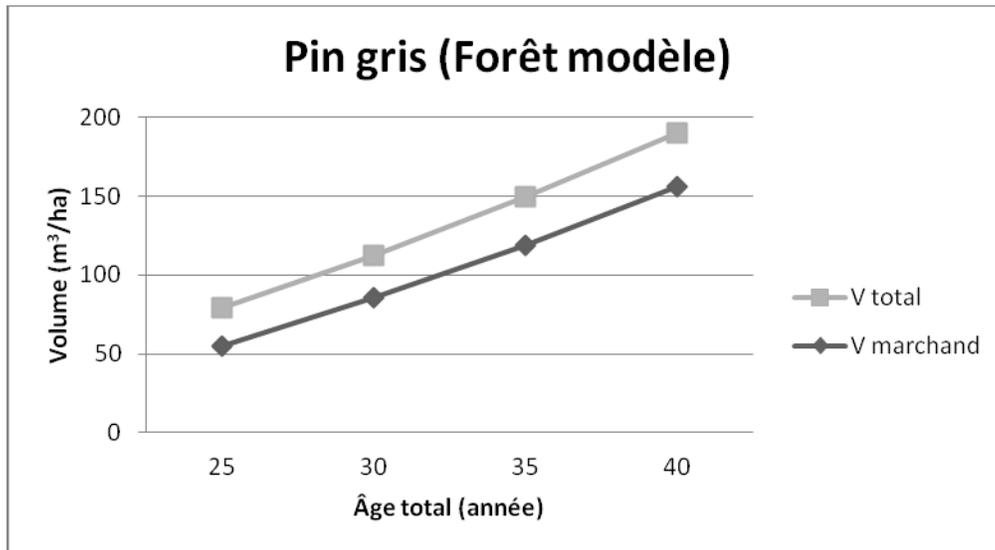


Figure 10. Volume total et marchand calculé pour des plantations de pin gris dans la zone d'étude de la Forêt modèle (n=35)

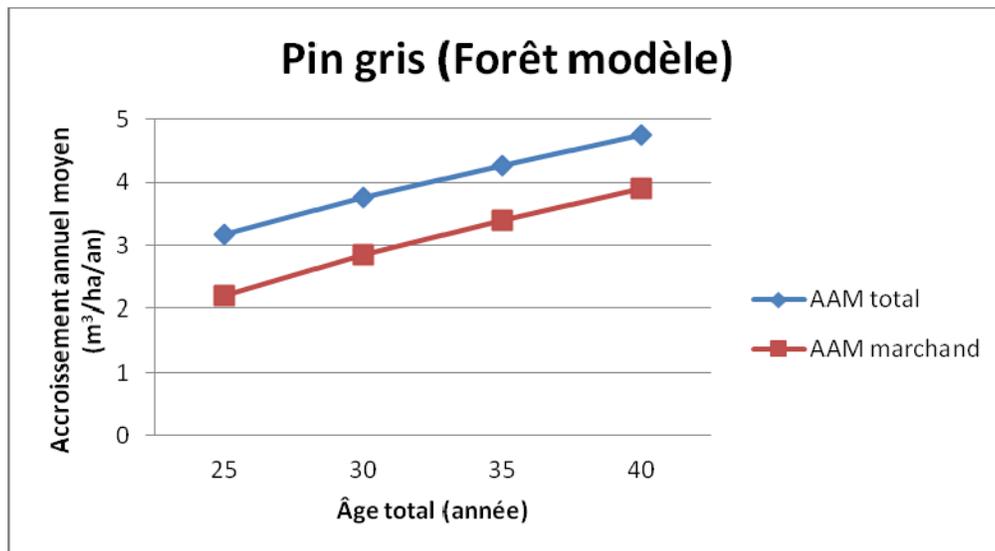


Figure 11. Accroissement annuel moyen en volume calculé pour les plantations de pin gris dans la zone d'étude de la Forêt modèle (n=35)

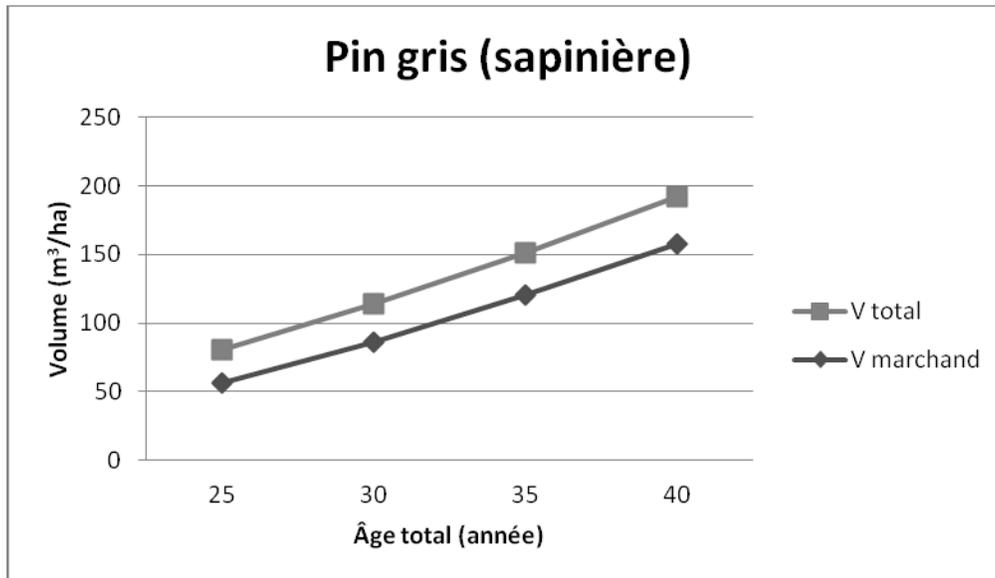


Figure 12. Volume total et marchand calculé pour les plantations de pin gris dans la sapinière (n=21)

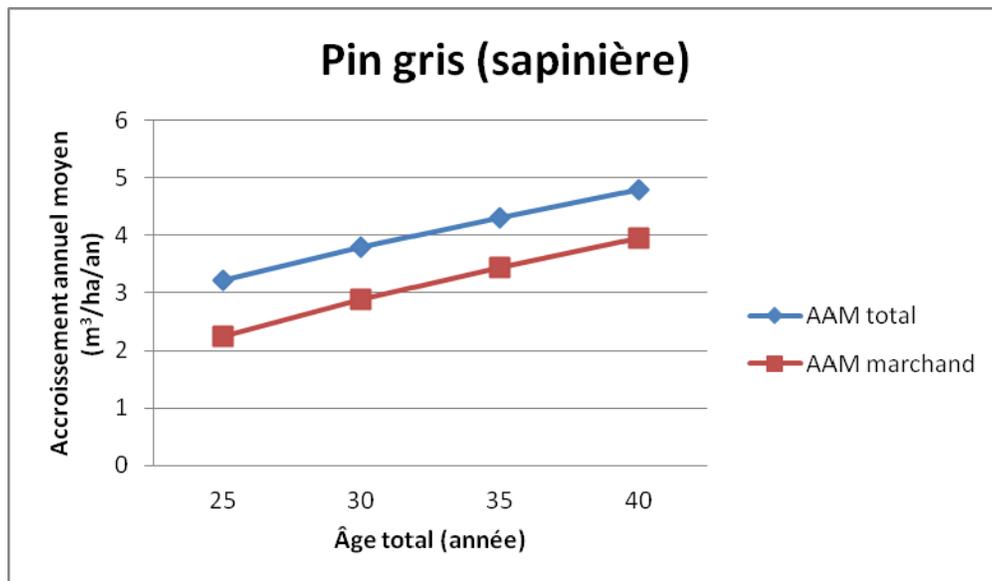


Figure 13. Accroissement annuel moyen en volume calculé pour les plantations de pin gris dans la sapinière (n=21)

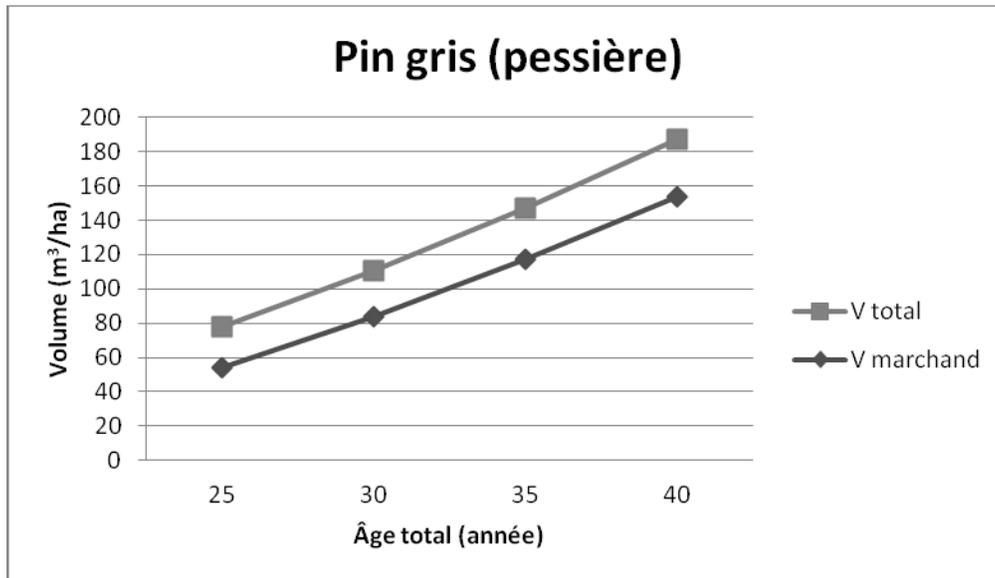


Figure 14. Volume total et marchand calculé pour les plantations de pin gris dans la pessière (n=14)

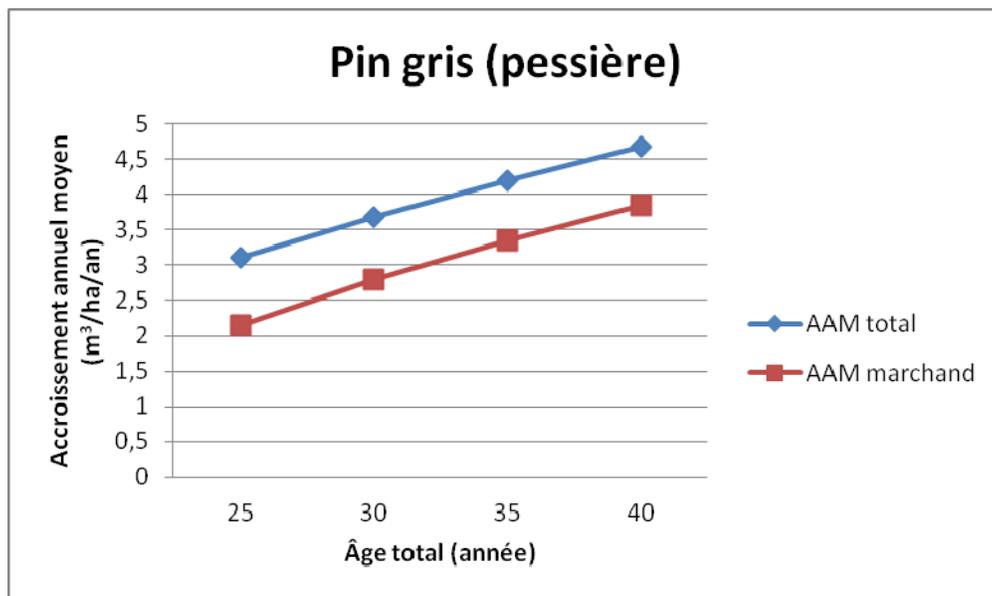


Figure 15. Accroissement annuel moyen en volume calculé pour les plantations de pin gris dans la pessière (n=14)

Analyses de puissance

Afin d'évaluer la précision des résultats et de déterminer si l'échantillonnage était suffisant, un test statistique de puissance a été réalisé pour chacune des essences en fonction des domaines bioclimatiques. En d'autres mots, le test avait pour but de vérifier si le nombre de plantations inventoriées permettait d'obtenir la précision souhaitée. Dans le cadre du projet, elle est égale à la détection d'une unité d'IQS dans 95 % du temps. En effet, l'IQS permet de calculer le rendement des plantations. Les statistiques sur la distribution des valeurs d'IQS ont été calculées (Annexe 5) ainsi que le nombre souhaitable de plantations à échantillonner (Tableau 7). Ainsi, les résultats des analyses de puissance démontrent une bonne précision pour le pin gris et une moins bonne dans le cas de l'épinette noire. En effet, un inventaire de 50 plantations supplémentaires serait nécessaire pour obtenir la précision ciblée (Tableau 7).

Tableau 7. Résultats du test statistique de puissance pour déterminer si le nombre d'échantillons est adéquat.

Forêt modèle - Échantillonnage 2010 et 2011 combinés						
	nombre plantations	IQS écart-type	unité d'IQS puissance détectée	unité d'IQS puissance souhaitée	nombre souhaitable	différence à combler
Épinette noire						
forêt boréale	30	1,68	1,14	1	39	9
pessière	5	1,44	3,17	1	29	24
sapinière	25	1,66	1,25	1	38	13
Pin gris						
forêt boréale	35	1,08	0,68	1	18	aucun
pessière	14	0,53	0,55	1	6	aucun
sapinière	21	1,33	1,10	1	25	4
nombre à échantillonner:						50
nombre de plantations :	nombre total					
IQS écart-type :	écart-type de l'IQS dans la population					
puissance détectée :	puissance obtenue à partir de l'écart-type initial de la population					
puissance souhaitée :	puissance a posteriori établie à une unité d'IQS de différence détectable					
nombre souhaitable :	nombre de plantations requis si l'écart-type de l'IQS est bien celui de la population					
différence à combler :	nombre de plantations supplémentaires pour détecter une différence de 1 unité d'IQS pour une puissance de 95%					

Source : Krause et al. 2012

CONCLUSION

L'objectif de caractériser les plantations du territoire a été atteint. Les informations obtenues révèlent qu'en 2010 la zone d'étude comprenait 145 361 hectares de superficie en plantation. Un portait actuel des vieilles plantations de plus de 19 ans a été réalisé ainsi qu'une évaluation, à l'aide de modèles, des volumes anticipés à 60 ans pour l'épinette noire et 40 ans dans le cas du pin gris. Les analyses statistiques (tests de puissance) révèlent qu'un échantillonnage supplémentaire serait nécessaire pour obtenir une précision d'une unité d'IQS pour l'épinette noire dans la pessière et la sapinière, ainsi que pour le pin gris dans la sapinière.

Les vieilles plantations d'épinette noire, inventoriées sur le territoire, sont âgées de 19 à 32 ans. Leur volume sur pied se situe entre 0,98 et 135,46 m³/ha. Une évaluation du volume marchand anticipé a été calculée à 60 ans selon le modèle de Prégent et al. (1994) : 166 m³/ha (IQS à 25 ans de 5,86 mètres). Dans la sapinière, le volume marchand anticipé à 60 ans est de 175 m³/ha (IQS à 25 ans de 6,09 mètres) et les accroissements annuels moyens en volume marchand anticipés passent de 1,70 à 2,89 m³/ha/année de 35 à 60 ans. Dans la pessière, le volume marchand anticipé à 60 ans est de 118 m³/ha (IQS à 25 ans de 4,72 mètres) et les accroissements annuels moyens en volume marchand anticipés passent de 0,72 à 1,96 m³/ha/année de 35 à 60 ans.

Les vieilles plantations de pin gris inventoriées sont âgées de 20 à 31 ans. Leurs volumes sur pied se situent entre 7,84 et 218,48 m³/ha. Les volumes marchands calculés à 40 ans sont de 156 m³/ha (IQS à 15 ans de 4,89 mètres). Dans la sapinière, le volume marchand anticipé à 40 ans est de 158 m³/ha (IQS à 15 ans de 4,95 mètres) et les accroissements annuels moyens en volume marchand anticipé passent de 2,24 à 3,95 m³/ha/année de 25 à 40 ans. Dans la pessière, le volume marchand anticipé à 40 ans est de 154 m³/ha (IQS à 15 ans de 4,80 mètres) et les accroissements annuels moyens en volume marchand anticipé passent de 2,15 à 3,84 m³/ha/année de 25 à 40 ans.

Les rendements anticipés calculés devront être précisés. En effet, un échantillonnage de 50 placettes-échantillons devra être fait afin d'augmenter la précision des données. Il est à noter qu'un rendement anticipé est un repère qui doit être utilisé avec précaution puisqu'il est calculé au moyen d'une extrapolation qui doit être validée dans le temps. D'autre part, un échantillonnage supplémentaire permettrait, en plus d'augmenter la précision des valeurs d'IQS, d'effectuer des analyses plus poussées sur les facteurs écologiques influençant le rendement des plantations.

5. BIBLIOGRAPHIE

Forêt modèle du Lac Saint-Jean. Description du territoire de FMLSJ, [En ligne], http://www.foretmodeledulacsaintjean.ca/fr/page/description_du_territoire_de_fmjsj/ (Page consultée le 1^{er} mars 2012).

Krause, C., Plourde, Pierre-Y., Girard, Jean-P., Walsh, D., Lord, D., Rossi, S. 2012. Rendement anticipé des plantations d'épinette noire et de pin gris dans la région du Saguenay - Lac-Saint-Jean 2012, Université du Québec à Chicoutimi

MRNF. 2011. Instructions relatives à l'application de l'arrêté ministériel sur la valeur des traitements sylvicoles admissibles en paiement des droits – Exercices 2010-2013 – Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers, 129 p.

Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (OIFQ). 2009. Manuel de foresterie. Éditions Multi-mondes. 1510 p.

Prégent, G. et Végiard, S. 2000. Rendement anticipé des plantations d'épinette noire dans les domaines écologiques de la pessière noire. Mémoire de recherche forestière n° 109. Ministère des ressources naturelles, de la faune et des parcs. Direction de la recherche forestière. 12 p.

Robitaille, A. et J.-P. Saucier. 1998. Paysages régionaux du Québec méridional. Les Publications du Québec, Sainte-Foy, Québec, 213 pages + carte.

Annexe 1. Méthode d'échantillonnage 2011

PROJET SUR LES VIEILLES PLANTATIONS
ÉVALUATION DU RENDEMENT DES PLANTATIONS 16 ANS ET +
SAGUENAY — LAC SAINT-JEAN 2010-2011

Précisions sur la méthode d'échantillonnage

Localisation de la placette:

- La placette doit être établie le plus près possible du point GPS indiqué sur le plan de sondage fourni et doit être représentative de la plantation visitée.
- Le plan de sondage indique la localisation des plantations ciblées. Les parcelles ayant un numéro sans lettre correspondent aux sites à prioriser pour l'inventaire (ex.: #267). Celles dont leur numéro est suivi d'une lettre (ex.: #267A) correspondent aux autres choix de sites où peut être fait la parcelle dans le cas où le premier site serait inaccessible. De plus, chaque parcelle a deux points GPS; l'un pour indiquer la jonction du site par rapport au chemin d'accès et le deuxième point GPS correspond à l'endroit où devrait se situer la parcelle .
- Afin de contrer l'effet de bordure, la placette doit se situer en tout temps à une distance supérieure à 50 mètres de tout chemin forestier ainsi que du pourtour de la plantation. Dans le cas où le point GPS de la parcelle se situerait à l'extérieur de la plantation visée, la parcelle devra être déplacée de façon à respecter les distances minimales préétablies (>50m du contour de la plantation **ET** à 100 m du chemin pour un site PIG ou 150 m pour un site d'EPN).
- Lorsque les infrastructures routières ne permettent pas de se rendre au points GPS prédéterminé, la placette peut être déplacée dans une autre plantation à proximité ayant la même année d'origine et même essence reboisée et respecter les distances minimales préétablies. Si cette alternative s'avère impossible, la placette sera tout simplement annulée pour cause d'inaccessibilité.
- Prévoir une accessibilité aux placettes pour les trois prochaines années en véhicule (camion ou vtt) afin de pouvoir y prélever des échantillons.
- Indiquer sur le formulaire le moyen de transport employé (camion/vtt) ainsi que quelques précisions sur le chemin utilisé pour se rendre à la placette (nom du dernier chemin et km).

Implantation de la placette :

- Identifier le coin #1 (voir figure 1) de la p-é à l'aide d'une fiche (étiquette métallique + un ruban fluorescent) et inscrire le numéro de la placette (UG + numéro de la placette). Le coin #1 doit être placé à mi-chemin entre l'arbre #1 et l'arbre extérieur se situant à gauche selon le sens du sillon. De plus, placer un ruban fluorescent (UG + numéro de la placette) en bordure du chemin forestier.
- Dans le cas où la placette a été déplacée, inscrire la nouvelle coordonnée GPS correspondant au coin #1 de la placette.
- Les dimensions de la placette devraient correspondre à 10 X 20 mètres. Autant que possible, le côté du 20 mètres devrait être perpendiculaire aux passages du scarificateur afin de couvrir le plus de sillons.
- L'échantillon devra contenir un minimum de 50 arbres reboisés. Si la parcelle de 200 m² manque d'arbres reboisés, elle devra être agrandi du côté du 10 mètres de manière à conserver une forme rectangulaire.
- En cas de doute (reboisé ou naturel?), toujours considérer l'individu comme un arbre naturel.
- Le pourtour de la placette doit être identifié à l'aide d'un trait de **peinture bleue** sur le tronc des arbres situés en périphérie (en dehors de l'échantillon).

- Les quatre coins de la placette doivent être identifiés à l'aide de rubans fluorescents.
- Chaque arbre reboisé doit être identifié par une étiquette métallique numérotée accrochée sur une branche (près du tronc) à la hauteur du DHP. De plus, inscrire sur le tronc ce numéro à l'aide de **peinture bleue**. Dans le cas où le diamètre de l'arbre serait trop petit pour y inscrire cette information, pointer la tige avec la **peinture bleue**.
- **Pour chacun des arbres reboisés**, mesurer la hauteur en cm (vertex ou perche graduée) et le DHP en mm (ruban circonférentiel). Également, selon une évaluation oculaire, déterminer si le plant est éclairci en référence aux normes de l'EPC avant traitement (voir figure 2 au bas de la page).
- Si un arbre reboisé présente 2 tiges en dessous de son DHP (origine probablement d'un plant fourchu), prendre les mesures sur les deux tiges distinctes. Ce type d'arbre reboisé sera numéroté de la façon suivante : #18A et #18B par exemple.
- Au pied des plants #12-24-26, mesurer la hauteur de la strate muscinale en centimètre.
- Dénombrer les tiges naturelles de plus de 1.3 m de hauteur par essence commerciale et les pointer avec de la **peinture rouge**.

Section – GPS

- Inscrire les coordonnées géographiques de la parcelle en degrés décimales (hddd.ddddd°).
- Mesurer la superficie en m² de la placette à l'aide du GPS (3 mesures). Au préalable, celui-ci devra être réglé afin de prendre le plus possible de point dans un court intervalle de temps (menu *tracés, réglages, intervalle- le+ souvent*). Cette opération demande de marcher lentement afin d'augmenter la précision de la superficie calculée.
- Prendre en note l'altitude (élévation) de la placette au coin #1.

Section - Caractérisation du site visité

- Avant de compléter la section *Caractérisation du site visité*, marcher les alentours de la placette tel qu'indiqué à la figure 1 du formulaire.
- Trouée naturelle: dénombrer les trouées naturelles (absence d'essence commerciale) observées aux alentours de la placette selon les deux dimensions indiquées.
- Est-ce que la plantation se tenait? Déterminer si la croissance des arbres reboisés (faire abstraction des tiges naturelles) est égale sur l'ensemble du peuplement depuis l'implantation de la plantation visitée.
- Pour le pourcentage de recouvrement des éricacées et des lichens, cocher la classe correspondante. Faire de même pour la classe de pente et de drainage de la station.

Section – Photos

- Prendre les huit photos de la placette tel qu'indiqué à la figure 2 du formulaire terrain.
- La numérotation des photos est la suivante : [UG] [p-é] [essence] _ [photo] (ex. :UG27001E_1)

Section – Remarques

- Prendre en note toutes informations pertinentes sur la plantation visitée. (ex.: mortalité, chablis, accessibilité, croissance des tiges naturelles, etc.)

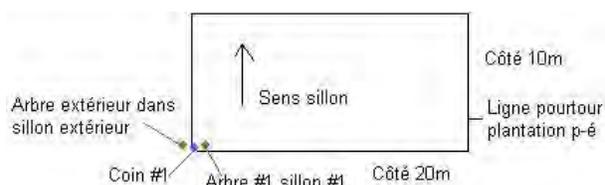
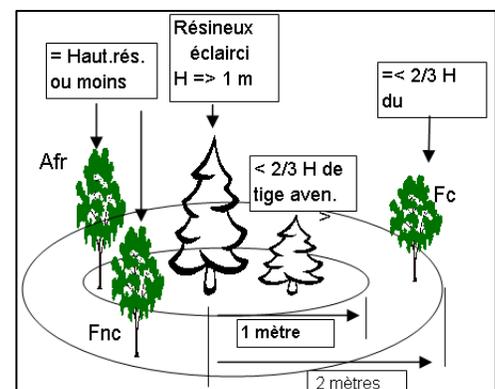


Figure 1(haut) : Numérotation du coin #1 de la parcelle

Figure 2(à droite) : Notion de tige éclaircie EPC AV GPP SEPM



Précisions supplémentaires sur la méthode d'échantillonnage

Suite à quelques questionnements et problèmes rencontrés jusqu'à maintenant lors de l'inventaire dans les vieilles plantations, voici quelques améliorations à apporter au protocole du plan d'échantillonnage.

1. Qu'est-ce qu'on fait lorsqu'une parcelle ne contient pas les 50 arbres requis?

On agrandit le rectangle du côté du 10m (soit celui qui est dans le sens des sillons) on rajoute un sillon à la fois jusqu'à un maximum de 3 sillons, ce qui donne environ un maximum de 6 mètres (26m) (Ex : j'ai 45 arbres dans mon 20x10, je rajoute un sillon qui contient 5 arbres, je me retrouve donc avec un rectangle de 22x10 avec 50 arbres) Si après avoir augmenté la superficie de mon rectangle je n'ai toujours pas 50 arbres on s'arrête là.

2. Qu'est-ce qu'on fait si j'ai moins de 20 arbres qui ont un dhp?

On va sélectionner (de façon oculaire) 6 arbres dominants naturels de l'essences commerciales prédominantes, pour prendre les mesures de dhp et de hauteur. Les données seront insérées à la suite du tableau de mesure des arbres plantés en prenant soins d'indiquer que se sont des arbres naturels (on leur donne un numéro, afin qu'on puisse les retrouver si on a besoin de retourner dans la parcelle).

3. Qu'est-ce qu'on fait si la plantation au point GPS ne correspond pas à la même essence sur le terrain?

On élimine la plantation si ce n'est pas la bonne espèce. On en sélectionne une autre de la même essence et du même âge approximativement et dans le même domaine bioclimatique si possible.

En espérant que ces quelques améliorations pourront vous aider dans les parcelles plus difficiles. Si vous avez des questionnements n'hésitez pas à communiquer avec moi par courriel ou pas téléphone.

Mélanie Bouchard, Biologiste

Direction des opérations intégrées du Saguenay - Lac-Saint Jean

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

3950 boulevard Harvey, 3ième étage

Jonquière (Québec) G7X 8L6

Téléphone: 418 695-8125 poste 226

Cellulaire: 581-235-2222

Télécopieur.: 418 695-8133

Courriel: melanie.bouchard2@mrnf.gouv.qc.ca

Annexe 2.

**Extrait de l'Entente relative au partage de l'information géographique
dans le cadre du projet de Partenariat**

« Caractérisation des plantations sur le territoire de la Forêt modèle »

ENTENTE RELATIVE AU PARTAGE DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE
DANS LE CADRE DU PROJET DE PARTENARIAT
« Caractérisation des plantations sur le territoire de la Forêt Modèle »

ENTRE

Le Ministre des Ressources naturelles et de la Faune, pour et au nom du gouvernement du Québec, représenté par, Monsieur Alain Thibeault, Direction générale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, dûment autorisé en vertu du *Règlement sur la signature de certains actes, documents et écrits du ministère des Ressources naturelles et de la Faune* (décret 1455-95, (1995) 127 G.O. II, 4729);

Ci-après appelé le « Ministre »

ET

L'AGENCE DE DÉVELOPPEMENT DES COMMUNAUTÉS FORESTIÈRES ILNU ET JEANNOISE (ADCFIJ), ayant son siège social au 1771, rue Amishk, Mashteuiatsh (Québec), G0W 2H0, représenté par, M. Serge Harvey, directeur général, dûment autorisé en vertu d'une résolution du conseil d'administration (26 janvier 2012) dont copie sera jointe à la présente,

Ci-après appelé le « Partenaire »

Ci-après appelées collectivement les « Parties »

ATTENDU QUE le Ministre, dans le cours normal de ses activités, recueille de l'information géographique;

ATTENDU QUE le Ministre est autorisé à accorder tout droit relatif à l'information géographique ciblée par la présente Entente (annexe 2);

ATTENDU QUE le Ministre convient avec le Partenaire de procéder au projet **Caractérisation des plantations sur le territoire de la Forêt Modèle**, tel qu'il est énoncé à l'annexe 5, et que, pour réaliser ce dernier, l'accès à des données d'information géographique est nécessaire;

ATTENDU QUE le Partenaire désire participer à la mise en place de l'approche de coopération en réseau de l'information géographique développée par le Ministre, afin d'assumer ses activités de projet;

PAR CONSÉQUENT, les Parties conviennent de ce qui suit :

1. INTERPRÉTATION

1.1 DÉFINITIONS

Aux fins de la présente Entente, les expressions et termes suivants signifient :

INFORMATIONS GÉOGRAPHIQUES :

Données originales localisées ou localisables sur le territoire, issues de diverses compilations gouvernementales et leur numérisation. Des données textuelles peuvent aussi être considérées afférentes aux données géographiques et faire partie de l'information géographique.

MÉTADONNÉES :

Données qui renseignent sur la nature de certaines données et qui permettent ainsi leur utilisation pertinente.

ENTENTE SPÉCIFIQUE :

« Entente spécifique pour la réalisation du projet » conclue entre le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), et l'Agence de Développement des communautés forestières Innu et Jeannoise, jointe à l'annexe 5.

1.2 DOCUMENTS CONTRACTUELS

Les annexes mentionnées à la présente Entente font partie intégrante de ce contrat. Le Partenaire reconnaît en avoir reçu des copies, les avoir lues et consent aux normes et aux conditions qui y sont énoncées.

[...]

[...]

ANNEXE 5

DESCRIPTION DU PROJET DE PARTENARIAT

Nom du projet :

Caractérisation des plantations sur le territoire de la Forêt modèle

Description du projet :

Projet visant à caractériser le rendement des vieilles plantations du territoire d'expérimentation.

Objectifs visés :

Les objectifs spécifiques du projet sont de caractériser et d'évaluer la qualité du bois (si possible) et de modéliser l'accroissement des plantations sur le territoire de la Forêt modèle.

Résultats attendus :

- **Éléments de réalisation :**
Validation de la méthodologie (paramètres à évaluer, données à recueillir; traitement des données) et arrimage avec les activités du MRNF et de l'UQAC;
Préparation de l'échantillonnage;
Prise de données et caractérisation des sites;
Compilation et analyse des résultats;
Rédaction de rapport.
- **Données attendues :**
Une description détaillée, sous forme de rapport écrit, des plantations se trouvant sur l'ensemble du territoire de la Forêt modèle comprenant l'ensemble des fichiers numériques résultant des analyses et de l'évaluation;
 1. *du rendement;*
 2. *de l'indice de qualité de station (IQS) par plantation (l'accroissement annuel en hauteur et en volume;*
 3. *de la qualité des arbres (si possible).*

Modalités de financement :

La Forêt modèle du Lac-Saint-Jean est un projet réalisé dans le cadre du Programme des collectivités forestières de Ressources naturelles Canada — Service canadien des Forêts. Les projets de la Forêt modèle sont financés par le programme et les MRC du Domaine-du-Roy et de Maria-Chapdelaine ainsi que le Conseil des Montagnais du Lac-Saint-Jean.

Annexe 3.

Tableaux de la base de données et description des champs

LISTES DES CHAMPS	
Nom_champ	Description
UGNosite	unité de gestion + numéro de la parcelle
UG	unité de gestion
Nosite	numéro de la parcelle
Espece	espèce
DatePL	date de la plantation
Dombio	domaine bioclimatique
TypePL	type de plantation (Vieille ≤ 1993; Jeune ≥ 1994)
Secteur	nom de secteur arbitraire
DateECH	date de l'échantillonnage
AgePL	âge des plants ((AgePL-DatePL)+1)
DiffPP	années en pépinière
AgePP	âge réel des plants (AgePL+DiffPP)
Parcellem2	dimension de la parcelle en mètres carrés
NbArbPL	nombre d'arbres plantés
NbArbVol	nombre d'arbres utilisés dans le calcul du volume (selon Forslund et Paterson 1994)
Parcelleha	dimension de la parcelle en hectare
ParcellehaVol	dimension de la parcelle en hectare ajustée avec NbArbVol
Tigesha	nombre de tiges à l'hectare
TigeshaVol	nombre de tiges à l'hectare ajusté avec NbArbVol
HauteurVolmM	hauteur moyenne en mètres des arbres inclus dans le calcul du volume (selon Forslund et Paterson 1994)
DhpVolcmM	diamètre moyen en centimètres à hauteur de poitrine des arbres inclus dans le calcul du volume (selon Forslund et Paterson 1994)
VolForslund	calcul du volume sur pied à partir des valeurs de hauteur et de dhp au moment de l'échantillonnage (selon Forslund et Paterson 1994)
Methode	méthode de calcul du volume (selon Forslund et Paterson 1994) - paraboloïde : EPN et cône : PIG
CalculArbD	calcul du nombre d'arbres dominants à partir de la parcelle en mètres carrés pour déterminer l'IQS de l'EPN ((selon Prégent, Bertrand et Charrette 1996) - si 8 dans 400m2 combien dans Parcellem2)) et celle du PIG ((selon Bolghari et Bertrand) = 12)
NbArbDom	nombre d'arbres dominants dans le calcul de l'IQS de l'EPN ((selon Prégent, Bertrand et Charrette 1996) en arrondissant à l'entier) et celui du PIG ((selon Bolghari et Bertrand 1986) = 12)
HautIQSmM	hauteur moyenne en mètres des arbres inclus dans le calcul de l'IQS pour l'EPN (selon Prégent, Bertrand et Charrette 1996) et pour le PIG (Bolghari et Bertrand 1984)
DhpIQScmM	diamètre moyen en centimètres à hauteur de poitrine des arbres inclus dans le calcul de l'IQS pour l'EPN (selon Prégent, Bertrand et Charrette 1996) et pour le PIG (Bolghari et Bertrand 1984)
IQSPre25BB	IQS à 25 ans de l'EPN (selon Prégent, Bertrand et Charrette 1996) et IQS à 15 ans du PIG (Bolghari et Bertrand 1984)
VtPre35BB15	volume total pour l'EPN à 35 ans (selon Prégent, Bertrand et Charrette 1996) et pour le PIG à 15 ans (Bolghari et Bertrand 1984)
VtPre60BB40	volume total pour l'EPN extrapolé à 60 ans (selon Prégent, Bertrand et Charrette 1996) et pour le PIG à 40 ans (Bolghari et Bertrand 1984)
VmPre35BB15	volume marchand pour l'EPN à 35 ans (selon Prégent, Bertrand et Charrette 1996) et pour le PIG à 15 ans (Bolghari et Bertrand 1984)
VmPre60BB40	volume marchand pour l'EPN extrapolé à 60 ans (selon Prégent, Bertrand et Charrette 1996) et pour le PIG à 40 ans (Bolghari et Bertrand 1984)
Longitude	longitude Ouest
Latitude	latitude Nord
Altitudem	altitude en mètres
Moussecm	épaisseur de la mousse en cm
Couv_eric	classes de recouvrement en éricacées (1 : 0 à 15%, 2 : 15 à 50%, 3 : 50 à 75%, 4 : 75 à 100%) évaluées par les équipes du MRNF
Couv_lichen	classes de recouvrement en lichens (1 : 0 à 15%, 2 : 15 à 50%, 3 : 50 à 75%, 4 : 75 à 100%) évaluées par les équipes du MRNF
Classe_dra	classe de drainage (1 : rapide, 2 : bon, 3 : modéré, 4 : imparfait, 5 : mauvais, 6 : très mauvais) évaluées par les équipes du MRNF
Classe_pen	classe de pente (A : nulle, B : faible, C : douce, D : modérée, E : forte, F : abrupte) évaluées par les équipes du MRNF
Nb_trou_nat	nombre de trouées naturelles (G : grande > 36m2 - P : petite > 20m2) (ex. P5 : 5 petites, G1 : une grande)
Nb_trou_nat_GR	nombre de trouées naturelles regroupées
PL_uniforme	si la plantation se tenait (O : oui - N : non)
NbTigNat	nombre de tiges naturelles
NbTigEpnNat	nombre d'épinettes noires naturelles
NbTigPigNat	nombre de pins gris naturels
NbTigSabNat	nombre de sapins baumier naturels
NbTigBopNat	nombre de bouleaux à papier naturels
NbTigPetNat	nombre de peupliers faux-tremble naturels
NbTigMelNat	nombre de mélèzes laricin naturels
Type_recipient	type de récipient
Provenance	provenance des semences
Type_terrain	type de préparation de terrain
TYPE_COUV	type de couvert forestier selon l'inventaire forestier du 3e décennal
GR_ESS	groupe d'essences selon l'inventaire forestier du 3e décennal
CL_DENS	classes de densité selon l'inventaire forestier du 3e décennal
CL_HAUT	classes de hauteur selon l'inventaire forestier du 3e décennal
ORIGINE	origine du peuplement selon l'inventaire forestier du 3e décennal
AN_ORIGINE	date de l'origine du peuplement selon l'inventaire forestier du 3e décennal
CL_AGE	classes d'âge selon l'inventaire forestier du 3e décennal
PERTURB	origine de la perturbation selon l'inventaire forestier du 3e décennal
AN_PERTURB	date de l'origine de la perturbation selon l'inventaire forestier du 3e décennal
CL_PENT	classes de pente selon l'inventaire forestier du 3e décennal
DEP_SUR	dépôts de surface selon l'inventaire forestier du 3e décennal
DEP_SUR_GR	regroupement des dépôts de surface selon l'inventaire forestier du 3e décennal
CL_DRAI	classes de drainage selon l'inventaire forestier du 3e décennal
TYPE_ECO	types écologiques selon l'inventaire forestier du 3e décennal
VEG_POT	type de végétation potentielle selon l'inventaire forestier du 3e décennal

Annexe 4.

Résultats des analyses de puissance

(C. Krause - Pierre-Y. Plourde - Jean-P. Girard - D. Walsh - D. Lord - S. Rossi, 2012. Rendement anticipé des plantations d'épinette noire et de pin gris dans la région du Saguenay - Lac-Saint-Jean 2012, Université du Québec à Chicoutimi)

Rendement des plantations Forêt modèle

(*En orangé; puissance détectée et en vert ; puissance souhaitée*)

IQS moyen par espèce 2010-2011

Taille de l'échantillon EPN

Test pour définir si une moyenne est différente de la valeur de la référence.

Alpha 0,05

Écart-type 1,68

Coefficients supplémentaires 0

Indiquez deux valeurs pour déterminer la troisième.

Indiquez une valeur pour afficher un graphique des deux autres.

Différence à détecter 1,1443858024

Taille de l'échantillon 30

Puissance du test 0,95

Taille de l'échantillon EPN

Test pour définir si une moyenne est différente de la valeur de la référence.

Alpha 0,05

Écart-type 1,68

Coefficients supplémentaires 0

Indiquez deux valeurs pour déterminer la troisième.

Indiquez une valeur pour afficher un graphique des deux autres.

Différence à détecter 1 IQS

Taille de l'échantillon 39

Puissance du test 0,95

IQS moyen par espèce 2010-2011

Taille de l'échantillon PIG

Test pour définir si une moyenne est différente de la valeur de la référence.

Alpha 0,05

Écart-type 1,08

Coefficients supplémentaires 0

Indiquez deux valeurs pour déterminer la troisième.

Indiquez une valeur pour afficher un graphique des deux autres.

Différence à détecter 0,6775561372

Taille de l'échantillon 35

Puissance du test 0,95

Taille de l'échantillon PIG

Test pour définir si une moyenne est différente de la valeur de la référence.

Alpha 0,05

Écart-type 1,08

Coefficients supplémentaires 0

Indiquez deux valeurs pour déterminer la troisième.

Indiquez une valeur pour afficher un graphique des deux autres.

Différence à détecter 1 IQS

Taille de l'échantillon 18

Puissance du test 0,95

IQS moyen par espèce et domaine climatique 2010-2011

Taille de l'échantillon EPN pessière

Test pour définir si une moyenne est différente de la valeur de la référence.

Alpha 0,05

Écart-type 1,44

Coefficients supplémentaires 0

Indiquez deux valeurs pour déterminer la troisième.

Indiquez une valeur pour afficher un graphique des deux autres.

Différence à détecter 3,173548978

Taille de l'échantillon 5

Puissance du test 0,95

Taille de l'échantillon EPN pessière

Test pour définir si une moyenne est différente de la valeur de la référence.

Alpha 0,05

Écart-type 1,44

Coefficients supplémentaires 0

Indiquez deux valeurs pour déterminer la troisième.

Indiquez une valeur pour afficher un graphique des deux autres.

Différence à détecter 1 IQS

Taille de l'échantillon 29

Puissance du test 0,95

IQS moyen par espèce et domaine climatique 2010-2011

Taille de l'échantillon EPN sapinière

Test pour définir si une moyenne est différente de la valeur de la référence.

Alpha 0,05

Écart-type 1,66

Coefficients supplémentaires 0

Indiquez deux valeurs pour déterminer la troisième.

Indiquez une valeur pour afficher un graphique des deux autres.

Différence à détecter 1,2480098128

Taille de l'échantillon 25

Puissance du test 0,95

Taille de l'échantillon EPN sapinière

Test pour définir si une moyenne est différente de la valeur de la référence.

Alpha 0,05

Écart-type 1,66

Coefficients supplémentaires 0

Indiquez deux valeurs pour déterminer la troisième.

Indiquez une valeur pour afficher un graphique des deux autres.

Différence à détecter 1 IQS

Taille de l'échantillon 38

Puissance du test 0,95

IQS moyen par espèce et domaine climatique 2010-2011

Taille de l'échantillon PIG pessière

Test pour définir si une moyenne est différente de la valeur de la référence.

Alpha 0,05

Écart-type 0,53

Coefficients supplémentaires 0

Indiquez deux valeurs pour déterminer la troisième.

Indiquez une valeur pour afficher un graphique des deux autres.

Différence à détecter 0,5533657136

Taille de l'échantillon 14

Puissance du test 0,95

Taille de l'échantillon PIG pessière

Test pour définir si une moyenne est différente de la valeur de la référence.

Alpha 0,05

Écart-type 0,53

Coefficients supplémentaires 0

Indiquez deux valeurs pour déterminer la troisième.

Indiquez une valeur pour afficher un graphique des deux autres.

Différence à détecter 1 IQS

Taille de l'échantillon 6

Puissance du test 0,95

IQS moyen par espèce et domaine climatique 2010-2011

Taille de l'échantillon PIG sapinière

Test pour définir si une moyenne est différente de la valeur de la référence.

Alpha	0,05
Écart-type	1,33
Coefficients supplémentaires	0

Indiquez deux valeurs pour déterminer la troisième.

Indiquez une valeur pour afficher un graphique des deux autres.

Différence à détecter	1,1006831696
Taille de l'échantillon	21
Puissance du test	0,95

Taille de l'échantillon

Test pour définir si une moyenne est différente de la valeur de la référence.

Alpha	0,05
Écart-type	1,33
Coefficients supplémentaires	0

Indiquez deux valeurs pour déterminer la troisième.

Indiquez une valeur pour afficher un graphique des deux autres.

Différence à détecter	1 IQS
Taille de l'échantillon	25
Puissance du test	0,95

Annexe 5.
Statistiques sur la distribution des valeurs d'IQS
pour les analyses de puissance

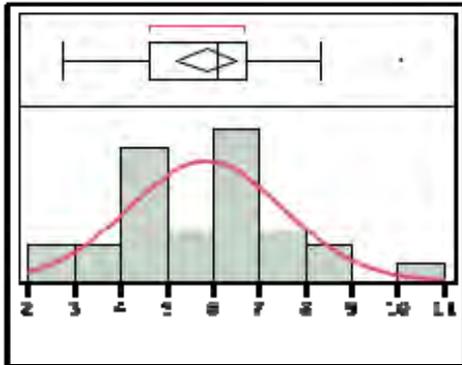
(C. Krause - Pierre-Y. Plourde - Jean-P. Girard - D. Walsh - D. Lord - S. Rossi, 2012. Rendement anticipé des plantations d'épinette noire et de pin gris dans la région du Saguenay - Lac-Saint-Jean 2012, Université du Québec à Chicoutimi)

Rendement des plantations Forêt modèle

IQS moyen par espèce

Distributions Espece=EPN

IQSPre25BB



Normale(5,86167,1,6805)

Moments

Moyenne	5,8616702
Écart-type	1,6805023
Erreur standard de la moyenne	0,3068163
Moyenne : Limite de confiance supérieure à 95 %	6,4891801
Moyenne : Limite de confiance inférieure à 95 %	5,2341603
Nombre d'observations	30

Ajustement normal

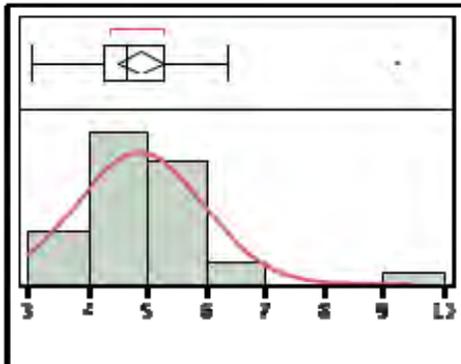
Estimations des coefficients

Type	Coefficient	Estimation	Inférieur à 95 %	Supérieur à 95 %
			%	%
Position	μ	5,8616702	5,2341603	6,4891801
Dispersion	σ	1,6805023	1,3383637	2,2591248

-2log(vraisemblance) = 115,281876248447

Distributions Espece=PIG

IQSPre25BB



Normale(4,88611,1,07511)

Moments

Moyenne	4,8861074
Écart-type	1,0751132
Erreur standard de la moyenne	0,1817273
Moyenne : Limite de confiance supérieure à 95 %	5,2554217
Moyenne : Limite de confiance inférieure à 95 %	4,5167931
Nombre d'observations	35

Ajustement normal

Estimations des coefficients

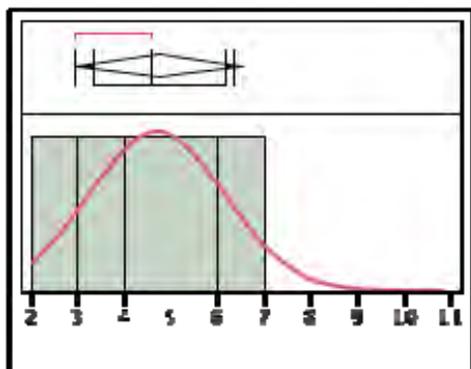
Type	Coefficient	Estimation	Inférieur à 95 %	Supérieur à 95 %
Position	μ	4,8861074	4,5167931	5,2554217
Dispersion	σ	1,0751132	0,8696291	1,4086156

$-2\log(\text{vraisemblance}) = 103,395516576286$

IQS moyen par espèce et domaine écologique

Distributions Espece=EPN, Dombio=Pessiere

IQSPre25BB



Normale(4,72223,1,43658)

Moments

Moyenne	4,7222255
Écart-type	1,436582
Erreur standard de la moyenne	0,642459
Moyenne : Limite de confiance supérieure à 95 %	6,5059776
Moyenne : Limite de confiance inférieure à 95 %	2,9384733
Nombre d'observations	5

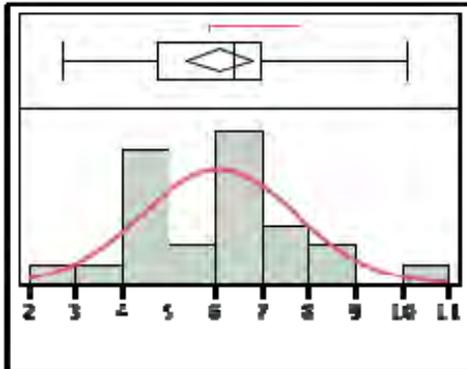
Ajustement normal

Estimations des coefficients

Type	Coefficient	Estimation	Inférieur à 95 %	Supérieur à 95 %
Position	μ	4,7222255	2,9384733	6,5059776
Dispersion	σ	1,436582	0,8607039	4,1280983

$-2\log(\text{vraisemblance}) = 16,8120521179332$

**Distributions Espece=EPN, Dombio=Sapiniere
IQSPre25BB**



Normale(6,08956,1,65647)

Moments

Moyenne	6,089591
Écart-type	1,6564706
Erreur standard de la moyenne	0,3312941
Moyenne : Limite de confiance supérieure à 95 %	6,7733166
Moyenne : Limite de confiance inférieure à 95 %	5,4058017
Nombre d'observations	25

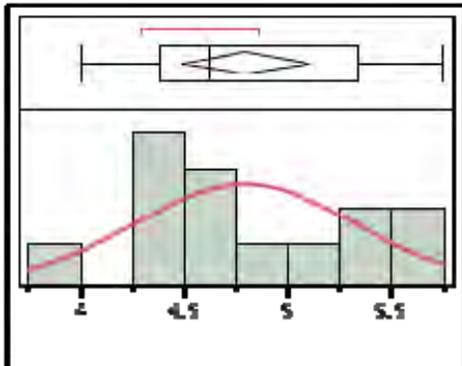
Ajustement normal

Estimations des coefficients

Type	Coefficient	Estimation	Inférieur à 95 %	Supérieur à 95 %
Position	μ	6,089591	5,4058017	6,7733166
Dispersion	σ	1,6564706	1,2934192	2,3044026

$-2\log(\text{vraisemblance}) = 95,1813857534349$

Distributions Espece=PIG, Dombio=Pessiere
IQSPre25BB



Normale(4,79702,0,52721)

Moments

Moyenne	4,797017
Écart-type	0,5272057
Erreur standard de la moyenne	0,1409017
Moyenne : Limite de confiance supérieure à 95 %	5,1014166
Moyenne : Limite de confiance inférieure à 95 %	4,4926175
Nombre d'observations	14

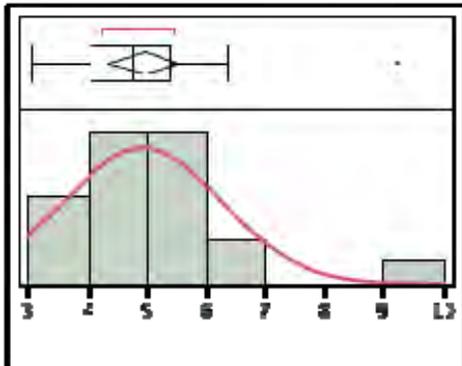
Ajustement normal

Estimations des coefficients

Type	Coefficient	Estimation	Inférieur à 95 %	Supérieur à 95 %
Position	μ	4,797017	4,4926175	5,1014166
Dispersion	σ	0,5272057	0,3821999	0,8493508

$-2\log(\text{vraisemblance}) = 20,8056748093545$

**Distributions Espece=PIG, Dombio=Sapiniere
IQSPre25BB**



Normale(4,9455,1,33231)

Moments

Moyenne	4,9455009
Écart-type	1,3323106
Erreur standard de la moyenne	0,290734
Moyenne : Limite de confiance supérieure à 95 %	5,5519615
Moyenne : Limite de confiance inférieure à 95 %	4,3390404
Nombre d'observations	21

Ajustement normal

Estimations des coefficients

Type	Coefficient	Estimation	Inférieur à 95 %	Supérieur à 95 %
Position	μ	4,9455009	4,3390404	5,5519615
Dispersion	σ	1,3323106	1,0192964	1,9239491

$-2\log(\text{vraisemblance}) = 70,6458381384026$

