



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada



**Validation de composantes individuelles de FVS<sup>Ontario</sup>  
à l'aide d'ensembles de données indépendantes  
provenant de placettes-échantillons permanentes du Québec**

**Projet numéro 130-107**

**Valérie Lacerte, Guy R. Larocque**

Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts  
Centre de foresterie des Laurentides  
Québec (Québec)

**Murray Woods**

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario  
Section des sciences et de l'information du Centre-Sud  
North Bay (Ontario)

**W. John Parton**

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario  
Section des sciences et de l'information du Nord-Est  
South Porcupine (Ontario)

**Rapport d'information LAU-X-133F  
2008**

Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts  
Centre de foresterie des Laurentides

Canada



**Validation de composantes individuelles de FVS<sup>Ontario</sup> à l'aide  
d'ensembles de données indépendantes provenant de  
placettes-échantillons permanentes  
du Québec**

**Projet numéro 130-107**

**Valérie Lacerte, Guy R. Larocque**

Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts  
Centre de foresterie des Laurentides  
Québec (Québec)

**Murray Woods**

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario  
Section des sciences et de l'information du Centre-Sud  
North Bay (Ontario)

**W. John Parton**

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario  
Section des sciences et de l'information du Nord-Est  
South Porcupine (Ontario)

Rapport d'information LAU-X-133F

2008

Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts  
Centre de foresterie des Laurentides

## CATALOGAGE AVANT PUBLICATION DE BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA

Validation de composantes individuelles de FVS<sup>Ontario</sup> à l'aide d'ensembles de données indépendantes provenant de placettes-échantillons permanentes du Québec [Ressources électronique] / V. Lacerte... [et al.]

(Rapport d'information 0835-1589; LAU-X-133)

Monographie électronique en version PDF.

Mode d'accès : World Wide Web.

Publ. aussi en anglais sous le titre : Validating FVS<sup>Ontario</sup> individual model components using independent datasets based on permanent sample plots located in Quebec.

ISBN 978-0-662-07685-8

No de cat. : Fo113-3/133F-PDF

1. FVS Ontario (Fichier d'ordinateur).
2. Arbres—Croissance—Mesure.
3. Arbres—Croissance—Simulation par ordinateur.
4. Dendrométrie.
5. Foresterie—Simulation par ordinateur.
6. Forêts—Gestion—Ontario.
7. Écologie forestière—Ontario.

I. Lacerte, V. (Valérie)

II. Centre de foresterie des Laurentides

III. Coll. : rapport d'information (Centre de foresterie des Laurentides : En ligne); LAU-X-133.

SD555.V3414 2008

634.9'285

C2007-980272-9

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada 2008

Numéro de catalogue Fo113-3/133F-PDF

ISBN 978-0-662-07685-8

ISSN 0835-1589

Cette publication est disponible sans frais en format PDF sur le site Web de la Librairie du Service canadien des forêts : <http://librairie.scf.rncan.gc.ca>.

ATS : (613) 996-4397 (appareil de télécommunication pour sourds).

This publication is also available in English under the title "Validating FVS<sup>Ontario</sup> individual model components using independent datasets based on permanent sample plots located in Quebec" (Catalog No. Fo113-3/133E-PDF).

## TABLE DES MATIÈRES

<b>RÉSUMÉ / ABSTRACT</b> .....	v
<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>MATÉRIEL ET MÉTHODES</b> .....	1
Description de la base de données utilisée à des fins de validation .....	1
Calcul des variables de peuplements de l'ensemble de données utilisé à des fins de validation .....	6
Description des nouvelles équations de la variante ontarienne de FVS .....	7
<b>RÉSULTATS</b> .....	14
Pourcentage moyen de différence .....	14
Taux de croissance du dhp .....	14
Taux de survie .....	17
Équation hauteur-dhp .....	18
Indice de densité du groupe d'essences .....	18
Efficacité du modèle.....	18
Taux de croissance du dhp .....	18
Taux de survie.....	21
Équation hauteur-dhp.....	21
Indice de densité du groupe d'essences .....	21
Rapport de variance.....	21
Taux de croissance du dhp .....	21
Taux de survie .....	22
Équations hauteur-dhp .....	22
Indice de densité du groupe d'essences .....	22
Résultats de la comparaison de la croissance prédite et observée du dhp des tiges individuelles .....	25
<b>DISCUSSION</b> .....	25
<b>CONCLUSION</b> .....	27
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	27
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	27
<b>LISTE DES ANNEXES</b>	
<b>Annexe 1</b> : Procédure SAS utilisée pour estimer la hauteur dominante des placettes-échantillons de l'ensemble de données du Québec .....	29
<b>Annexe 2.1</b> : Diagrammes de type <i>Box Plot</i> du PMD des modèles de taux de croissance du dhp pour différentes essences et classes d'intervalle de projection .....	30
<b>Annexe 2.2</b> : Moyenne des valeurs du PMD des modèles de taux de survie pour différentes essences et classes d'intervalle de projection .....	34

## LISTE DES ANNEXES (Suite)

<b>Annexe 2.3 :</b> Diagrammes de type <i>Box Plot</i> du PMD des modèles hauteur–dhp pour différentes essences et classes d'intervalle de projection .....	37
<b>Annexe 2.4 :</b> Diagrammes de type <i>Box Plot</i> du PMD des modèles de l'indice de densité du groupe d'essences pour différentes essences et classes d'intervalle de projection.....	41
<b>Annexe 3 :</b> Moyennes des valeurs du PMD obtenues pour les modèles de taux de croissance du dhp, de taux de survie, de hauteur–dhp et d'indice de densité du groupe d'essences pour différentes essences croissant dans différentes combinaisons de classes de densité de peuplement et d'indice de site .....	43
<b>Annexe 4 :</b> Moyennes des valeurs de l'EFM obtenues pour les modèles de taux de croissance du dhp, de taux de survie, de hauteur–dhp et d'indice de densité du groupe d'essences pour différentes essences croissant dans différentes combinaisons de classes de densité de peuplement et d'indice de site .....	47
<b>Annexe 5 :</b> Moyennes des valeurs du RV obtenues pour les modèles de taux de croissance du dhp, de taux de survie, de hauteur–dhp et d'indice de densité du groupe d'essences pour différentes essences croissant dans différentes combinaisons de classes de densité de peuplement et d'indice de site .....	51
<b>Annexe 6.1 :</b> Diagrammes de dispersion illustrant la corrélation entre les valeurs prédites et observées du taux de croissance du dhp (cm/an) pour les essences de l'ensemble de données du Québec selon différentes classes d'intervalle de projection .....	55
<b>Annexe 6.2 :</b> Diagrammes de dispersion illustrant la corrélation entre les valeurs prédites et observées du taux de croissance du dhp (cm/an) pour les essences de l'ensemble de données du Québec selon différentes classes d'indice de site .....	70

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1.</b> Sommaire de l'ensemble de données du Québec utilisé lors de la validation de FVS <sup>Ontario</sup> à l'aide de données indépendantes .....	2
<b>Tableau 2.</b> Sommaire des nouveaux modèles étalonnés pour FVS <sup>Ontario</sup> .....	8
<b>Tableau 3.</b> Valeurs des classes de données et limites inférieure et supérieure utilisées pour grouper les valeurs observées et prédites des données sur les tiges individuelles de l'ensemble de données du Québec .....	13
<b>Tableau 4.</b> Sommaire des valeurs du PMD obtenues pour chaque essence de l'ensemble de données du Québec .....	15
<b>Tableau 5.</b> Sommaire des valeurs de l'EFM obtenues pour chaque essence de l'ensemble de données du Québec. ....	19
<b>Tableau 6.</b> Sommaire des valeurs du RV obtenues pour chaque essence de l'ensemble de données du Québec .....	23

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1.</b> PMD du taux de croissance du dhp en fonction du dhp observé chez l'épinette noire dans différentes classes d'intervalle de projection.....	17
---	----

## RÉSUMÉ

Le développement de modèles du taux de croissance du diamètre à hauteur de poitrine (dhp), du taux de survie, de la hauteur de la tige et de l'index de densité de groupe d'essences (IDGE) pour la variante ontarienne du modèle « Forest Vegetation Simulator » (FVS<sup>Ontario</sup>) a été complété à partir de données de parcelles-échantillons permanentes situées en Ontario. Un exercice indépendant de validation a été réalisé avec des données de parcelles-échantillons permanentes du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. Les essences impliquées incluaient l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.), le pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.), le sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.), le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.), le bouleau blanc (*Betula papyrifera* Marsh.), l'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.), le pin blanc (*Pinus strobus* L.), le pin rouge (*Pinus resinosa* Ait.), le hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia* Ehrh.), le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.), le tilleul (*Tilia americana* L.), l'ostryer de Virginie (*Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch), l'érable argenté (*Acer saccharinum* L.), le peuplier baumier (*Populus balsamifera* L.), le chêne rouge (*Quercus rubra* L.), le cerisier tardif (*Prunus serotina* Ehrh.), le caryer cordiforme (*Carya cordiformis* (Wangenh.) K. Koch) et le frêne blanc (*Fraxinus americana* L.). Pour chaque modèle, les prédictions et les observations ont été comparées et trois statistiques basées sur les résidus ont été calculées pour toutes les variables dépendantes : (1) pourcentage moyen de différence, (2) efficacité du modèle et (3) rapport de variance. En général, les modèles de taux de croissance en dhp et de hauteur-dhp ont sous-prédict le taux de croissance en dhp et la hauteur de la tige en fonction du dhp pour la plupart des essences dans l'ensemble de données du Québec, tandis que le taux de survie et l'IDGE étaient légèrement surprédits. En dépit de ces résultats, les nouveaux modèles dérivés pour FVS<sup>Ontario</sup> se sont comportés de façon cohérente avec la banque de données indépendantes.

## ABSTRACT

The development of models for diameter at breast height (dbh) growth rate, survival rate, stem height and species group density index for the Ontario variant of the Forest Vegetation Simulator (FVS<sup>Ontario</sup>) was completed using data from permanent sample plots located in Ontario. An independent validation exercise was conducted using permanent sample plot data maintained by the ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. The species involved included black spruce (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.), jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.), balsam fir (*Abies balsamea* (L.) Mill.), trembling aspen (*Populus tremuloides* Michx.), white birch (*Betula papyrifera* Marsh.), sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.), white pine (*Pinus strobus* L.), red pine (*Pinus resinosa* Ait.), American beech (*Fagus grandifolia* Ehrh.), yellow birch (*Betula alleghaniensis* Britt.), basswood (*Tilia americana* L.), ironwood (*Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch), soft maple (*Acer saccharinum* L.), balsam poplar (*Populus balsamifera* L.), red oak (*Quercus rubra* L.), black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.), bitternut hickory (*Carya cordiformis* (Wangenh.) K. Koch) and white ash (*Fraxinus americana* L.). For each model, predictions and observations were compared and three statistics based on residuals were calculated for all dependent variables: (1) mean percentage of difference, (2) model efficiency and (3) variance ratio. In general, the dbh growth rate and height-dbh models underpredicted dbh growth rate and predicted height from dbh for most species in the Quebec dataset, while survival rate and species group density index were slightly overpredicted. Despite these results, the new models derived for FVS<sup>Ontario</sup> behaved consistently with the independent dataset.



## INTRODUCTION

De nouveaux modèles du taux de croissance du diamètre à hauteur de poitrine (dhp), du taux de survie, de la hauteur de tige et de l'indice de densité du groupe d'essences (IDGE) ont été étalonnés pour la variante ontarienne du « Forest Vegetation Simulator » (FVS<sup>Ontario</sup>) (Lacerte et collab., 2007). Une fois l'élaboration de ces modèles terminée, un exercice de validation du modèle avec un ensemble de données indépendantes a été effectué afin d'accroître le niveau de confiance des nouveaux modèles, comme le recommandent plusieurs auteurs (p. ex., Holdaway et Brand, 1983, 1986; Vanclay, 1994; Farnden, 1997). Des recherches ont été effectuées pour examiner la possibilité d'utiliser des ensembles de données d'inventaire comportant des données sur la croissance de types forestiers semblables à ceux pour lesquels les nouveaux modèles ont été élaborés. Il s'est avéré que l'ensemble de données d'inventaire élaboré et tenu à jour par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec se prêterait bien à un tel exercice de validation. Cet ensemble de données répertorie de nombreuses placettes-échantillons qui ont été remesurées et comporte donc des données sur des peuplements appartenant à des types forestiers semblables à ceux de l'Ontario.

Les ensembles de données utilisés pour valider les nouveaux modèles de la variante ontarienne de FVS incluait les essences suivantes du Québec: épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.), pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.), sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.), peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.), bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marsh.), érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.), pin blanc (*Pinus strobus* L.), pin rouge (*Pinus resinosa* Ait.), hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia* Ehrh.), bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.), tilleul d'Amérique (*Tilia americana* L.), ostryer de Virginie (*Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch), érable argenté (*Acer saccharinum* L.), peuplier baumier (*Populus balsamifera* L.), chêne rouge (*Quercus rubra* L.), cerisier tardif (*Prunus serotina* Ehrh.), caryer cordiforme (*Carya cordiformis* (Wangenh.) K. Koch) et frêne blanc (*Fraxinus americana* L.). L'objectif de cette étude était de présenter les résultats de l'exercice de validation des nouveaux modèles élaborés pour FVS<sup>Ontario</sup> à partir de données indépendantes.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Description de la base de données utilisée à des fins de validation

L'ensemble de données du Québec contenait des inscriptions à long terme sur l'épinette noire, le pin gris, le sapin baumier, le peuplier faux-tremble, le bouleau à papier, l'érable à sucre, le pin blanc, le pin rouge, le hêtre à grandes feuilles, le bouleau jaune, le tilleul d'Amérique, l'ostryer de Virginie, l'érable argenté, le peuplier baumier, le chêne rouge, le cerisier tardif, le caryer cordiforme et le frêne blanc provenant de placettes-échantillons permanentes (tableau 1). Il se composait de peuplements naturels purs et mixtes dont l'âge, la densité, le diamètre quadratique moyen (DQM), l'indice de site (IS), la surface terrière (g) et la hauteur dominante présentaient des conditions différentes. La variation la plus importante des attributs du peuplement a été observée chez l'épinette noire, suivie du pin gris, du sapin baumier, du pin blanc, du peuplier faux-tremble, de l'érable à sucre, du hêtre à grandes feuilles, du bouleau à papier, du bouleau jaune, du chêne rouge, du pin rouge, du tilleul d'Amérique, de l'érable argenté, de l'ostryer de Virginie, du peuplier baumier, du frêne blanc et du cerisier tardif.

**Tableau 1.** Sommaire de l'ensemble de données du Québec utilisé lors de la validation de FVS<sup>Ontario</sup> à l'aide de données indépendantes

Essence dominante	Proportion de l'essence dominante par surface terrière (%)	Âge (ans)	Densité du peuplement (tiges/hectare)	DQM (cm)	IS (m)	Surface terrière (m <sup>2</sup> /hectare)	Hauteur dominante (m)	Nombre d'arbres
<b>Épinette noire</b>	>70	95 (14, 221)*	1382 (200, 3950)	14,0 (3,4, 26,3)	10 (1, 23)	20,0 (1,8, 52,5)	13,7 (6,0, 24,0)	245 373
<b>Épinette noire – autres conifères**</b>	>50	78 (18, 210)	1408 (275, 3275)	14,2 (5,7, 25,6)	11 (3, 22)	22,0 (1,6, 52,1)	14,1 (6,0, 22,0)	38 664
<b>Épinette noire – autres feuillus<sup>£</sup></b>	>50	60 (24, 164)	1380 (275, 2925)	15,1 (6,6, 23,8)	15 (3, 21)	23,8 (2,3, 50,4)	15,9 (7,1, 23,0)	10 778
<b>Pin gris</b>	>70	53 (13, 136)	1414 (250, 3000)	13,8 (6,7, 25,5)	15 (5, 23)	20,6 (1,7, 47,0)	15,1 (6,2, 25,0)	41 144
<b>Pin gris – autres conifères</b>	>50	61 (18, 126)	1397 (275, 3150)	14,3 (8,7, 25,7)	14 (8, 25)	22,1 (2,3, 44,6)	15,1 (9,0, 24,0)	9 242
<b>Pin gris – autres feuillus</b>	>50	50 (15, 84)	1490 (300, 2800)	15,7 (9,0, 23,9)	18 (12, 24)	27,3 (2,9, 44,6)	17,9 (8,0, 24,9)	2 661
<b>Sapin baumier</b>	>70	66 (13, 195)	1610 (150, 4450)	15,3 (4,9, 32,4)	13 (2, 29)	26,8 (1,8, 63,1)	14,3 (6,0, 32,0)	118 849
<b>Sapin baumier – autres conifères</b>	>50	69 (16, 197)	1384 (275, 2925)	15,1 (6,0, 29,9)	13 (5, 26)	24,3 (2,0, 56,2)	14,3 (7,0, 25,0)	39 885
<b>Sapin baumier – autres feuillus</b>	>50	52 (21, 156)	1263 (275, 3675)	15,6 (5,9, 29,9)	16 (6, 31)	23,1 (2,5, 56,1)	15,4 (8,0, 24,0)	44 161
<b>Peuplier faux-tremble</b>	>70	47 (16, 155)	1272 (200, 2925)	16,2 (5,2, 36,2)	20 (5, 38)	24,3 (2,0, 64,9)	18,5 (8,0, 31,0)	26 296
<b>Peuplier faux-tremble – autres conifères</b>	>50	49 (16, 112)	1364 (300, 3050)	16,0 (9,5, 33,1)	19 (11, 30)	25,8 (2,8, 55,7)	17,7 (8,0, 29,0)	18 282
<b>Peuplier faux-tremble – autres feuillus</b>	>50	51 (18, 114)	1142 (275, 2800)	15,9 (7,0, 33,8)	19 (9, 28)	22,0 (2,6, 47,7)	18,4 (8,0, 28,0)	14 710
<b>Bouleau à papier</b>	>70	61 (18, 143)	1170 (275, 2450)	15,4 (5,0, 38,8)	15 (8, 23)	20,1 (1,9, 40,3)	15,7 (7,0, 23,0)	27 503
<b>Bouleau à papier – autres conifères</b>	>50	59 (20, 140)	1173 (275, 2750)	15,5 (6,2, 31,6)	15 (8, 22)	21,3 (2,2, 43,9)	15,6 (8,0, 23,0)	26 974

Essence dominante	Proportion de l'essence dominante par surface terrière (%)	Âge (ans)	Densité du peuplement (tiges/hectare)	DQM (cm)	IS (m)	Surface terrière (m <sup>2</sup> /hectare)	Hauteur dominante (m)	Nombre d'arbres
<b>Bouleau à papier – autres feuillus</b>	>50	54 (21, 130)	1124 (275, 2125)	15,6 (6,5, 27,6)	16 (8, 27)	20,2 (2,6, 36,3)	16,6 (9,0, 27,0)	12 905
<b>Érable à sucre</b>	>70	63 (19, 182)	692 (225, 1475)	22,1 (8,6, 49,6)	18 (9, 33)	23,8 (2,8, 51,1)	20,2 (10,0, 32,0)	30 879
<b>Érable à sucre – autres conifères</b>	>50	55 (25, 110)	800 (275, 1575)	19,5 (11,2, 32,0)	17 (11, 27)	22,5 (6,7, 38,0)	17,5 (12,0, 24,0)	3 226
<b>Érable à sucre – autres feuillus</b>	>50	60 (21, 153)	812 (275, 1775)	19,8 (6,8, 42,8)	18 (9, 34)	23,3 (2,6, 48,0)	19,2 (11,0, 29,0)	22 474
<b>Pin blanc</b>	>70	68 (22, 201)	846 (325, 1925)	22,7 (8,8, 36,1)	17 (7, 40)	31,3 (6,6, 65,3)	21,2 (9,0, 32,0)	2 907
<b>Pin blanc – autres conifères</b>	>50	57 (21, 138)	951 (325, 1650)	19,0 (7,6, 30,0)	17 (6, 29)	25,7 (2,5, 55,1)	18,6 (9,0, 27,0)	3 591
<b>Pin blanc – autres feuillus</b>	>50	61 (25, 120)	926 (275, 2000)	19,8 (13,4, 33,5)	17 (7, 38)	27,2 (6,6, 45,2)	19,5 (10,0, 26,0)	2 982
<b>Pin rouge</b>	>70	45 (23, 106)	1653 (700, 2875)	17,0 (12,2, 25,9)	20 (15, 23)	35,0 (12,5, 57,2)	15,9 (8,0, 26,0)	488
<b>Pin rouge – autres conifères</b>	>50	60 (32, 90)	1118 (550, 1475)	21,9 (19,3, 28,4)	18 (13, 27)	41,3 (30,3, 58,7)	21,0 (16,0, 31,0)	430
<b>Pin rouge – autres feuillus</b>	>50	57 (45, 69)	988 (300, 1325)	18,6 (15,7, 20,3)	17 (11, 20)	27,2 (6,7, 42,3)	19,6 (15,0, 22,0)	220
<b>Hêtre à grandes feuilles</b>	>70	80 (39, 158)	697 (200, 1050)	21,8 (12,3, 40,7)	-	22,0 (5,6, 37,9)	20,0 (11,0, 28,0)	1 796
<b>Hêtre à grandes feuilles – autres conifères</b>	>50	86 (52, 120)	704 (500, 875)	21,3 (17,5, 26,1)	-	25,0 (17,4, 37,5)	19,4 (16,0, 23,0)	210
<b>Hêtre à grandes feuilles – autres feuillus</b>	>50	70 (21, 130)	744 (275, 1500)	21,2 (8,7, 31,4)	-	24,0 (3,9, 45,8)	19,6 (13,0, 27,0)	3 843
<b>Bouleau jaune</b>	>70	65 (17, 157)	624 (225, 1725)	22,9 (7,8, 40,0)	16 (9, 34)	21,8 (2,4, 40,0)	17,6 (11,0, 25,0)	6 741
<b>Bouleau jaune – autres conifères</b>	>50	61 (21, 118)	777 (275, 1575)	20,1 (9,1, 33,1)	16 (10, 30)	23,9 (3,4, 46,4)	17,2 (10,0, 23,0)	8 614

Essence dominante	Proportion de l'essence dominante par surface terrière (%)	Âge (ans)	Densité du peuplement (tiges/hectare)	DQM (cm)	IS (m)	Surface terrière (m <sup>2</sup> /hectare)	Hauteur dominante (m)	Nombre d'arbres
<b>Bouleau jaune – autres feuillus</b>	>50	62 (18, 139)	786 (275, 1850)	20,2 (7,8, 34,9)	17 (8, 28)	22,8 (2,5, 44,6)	17,8 (8,0, 26,0)	8 062
<b>Tilleul d'Amérique</b>	>70	109 (58, 119)	1239 (275, 1425)	13,4 (13,0, 16,1)	12 (11, 16)	16,7 (5,6, 18,8)	18,2 (18,0, 19,0)	68
<b>Tilleul d'Amérique – autres conifères</b>	>50	60 (49, 66)	416 (350, 475)	17,2 (15,8, 18,1)	15 (14, 17)	9,7 (9,0, 11,0)	18,0 (18,0, 18,0)	40
<b>Tilleul d'Amérique – autres feuillus</b>	>50	49 (23, 69)	866 (275, 1400)	19,7 (8,6, 31,7)	19 (14, 31)	25,5 (3,7, 37,6)	19,3 (13,0, 25,0)	722
<b>Ostryer de Virginie – autres feuillus</b>	>50	85 (85, 85)	939 (925, 950)	15,0 (14,5, 15,8)	-	16,7 (15,6, 18,2)	17,3 (16,0, 19,0)	66
<b>Érable argenté</b>	>70	49 (22, 102)	732 (300, 1075)	22,3 (12,0, 38,1)	-	24,2 (9,1, 44,7)	21,3 (15,0, 33,0)	409
<b>Érable argenté – autres feuillus</b>	>50	49 (45, 52)	720 (275, 875)	19,6 (16,3, 28,5)	-	21,3 (14,4, 34,3)	20,5 (16,0, 25,0)	209
<b>Peuplier baumier</b>	>70	40 (18, 71)	1098 (375, 1625)	18,2 (10,0, 29,2)	-	27,0 (5,3, 57,4)	18,8 (10,0, 24,0)	914
<b>Peuplier baumier – autres conifères</b>	>50	53 (28, 65)	1106 (650, 1775)	17,8 (14,5, 25,5)	-	26,5 (12,1, 35,7)	17,1 (12,0, 23,0)	565
<b>Peuplier baumier – autres feuillus</b>	>50	40 (33, 50)	893 (550, 1150)	19,2 (17,5, 23,7)	-	24,6 (20,3, 27,7)	17,9 (17,0, 21,0)	98
<b>Chêne rouge</b>	>70	58 (24, 114)	835 (300, 1400)	18,3 (10,2, 33,3)	16 (9, 24)	21,4 (3,7, 34,5)	16,9 (9,0, 21,0)	1 815
<b>Chêne rouge – autres conifères</b>	>50	57 (31, 103)	909 (475, 1525)	18,1 (13,6, 23,8)	16 (12, 20)	22,2 (11,2, 31,4)	16,2 (11,0, 21,0)	821
<b>Chêne rouge – autres feuillus</b>	>50	62 (20, 133)	897 (350, 1775)	19,3 (8,5, 35,1)	17 (11, 29)	25,0 (4,7, 37,6)	18,3 (10,0, 25,0)	2 008
<b>Cerisier tardif</b>	>70	-	1450 (1450, 1450)	12,3 (12,3, 12,3)	-	17,3 (17,3, 17,3)	15,0 (15,0, 15,0)	58
<b>Cerisier tardif – autres feuillus</b>	>50	56 (30, 96)	934 (400, 1350)	14,8 (10,6, 19,0)	15 (10, 22)	15,3 (4,5, 22,8)	15,0 (10,0, 21,0)	348
<b>Frêne blanc</b>	>70	58 (55, 62)	575 (300, 800)	16,7 (14,1, 22,2)	13 (9, 16)	11,2 (8,9, 12,4)	14,3 (10,0, 18,0)	50

Essence dominante	Proportion de l'essence dominante par surface terrière (%)	Âge (ans)	Densité du peuplement (tiges/hectare)	DQM (cm)	IS (m)	Surface terrière (m <sup>2</sup> /hectare)	Hauteur dominante (m)	Nombre d'arbres
<b>Frêne blanc – autres feuillus</b>	>50	51 (31, 94)	878 (550, 1175)	16,7 (12,1, 20,8)	16 (13, 19)	18,9 (6,5, 28,0)	19,0 (14,0, 25,0)	217
<b>Feuillus d'ombre – autres feuillus<sup>§</sup></b>	>50	61 (17, 132)	827 (350, 1475)	19,7 (10,0, 32,9)	18 (8, 39)	24,4 (6,6, 51,1)	19,3 (10,0, 26,0)	4 352
<b>Conifères mélangés<sup>¶</sup></b>	>50	58 (18, 180)	1197 (275, 2825)	16,5 (6,7, 34,1)	15 (6, 37)	24,8 (2,2, 63,8)	16,2 (7,0, 27,0)	40 592
<b>Feuillus mélangés<sup>‡</sup></b>	>50	54 (17, 137)	1117 (275, 2725)	16,5 (5,5, 34,5)	17 (3, 35)	22,8 (3,1, 57,8)	17,1 (3,0, 26,0)	51 182

\*Les valeurs entre parenthèses correspondent aux valeurs minimales et maximales obtenues.

*Légende :*

\*\*Plus de 30 % de la surface terrière se composait d'autres conifères.

‡Plus de 30 % de la surface terrière se composait de feuillus intolérants ou de feuillus tolérants.

§L'érable à sucre, le hêtre à grandes feuilles et l'érable argenté formaient plus de 50 % de la surface terrière, tandis que le peuplier faux-tremble, le bouleau à papier, le bouleau jaune, le tilleul d'Amérique, l'ostryer de Virginie, l'érable argenté, le peuplier baumier, le chêne rouge, le cerisier tardif, le caryer cordiforme et le frêne blanc formaient plus de 30 % de la surface terrière.

¶L'épinette noire, le pin gris, le sapin baumier, le pin blanc, le pin rouge et le mélèze laricin formaient plus de 50 % de la surface terrière.

‡Le peuplier faux-tremble, le bouleau à papier, l'érable à sucre, le hêtre à grandes feuilles, le bouleau jaune, le tilleul d'Amérique, l'ostryer de Virginie, l'érable argenté, le peuplier baumier, le chêne rouge, le cerisier tardif, le caryer cordiforme et le frêne blanc formaient plus de 50 % de la surface terrière.

## Calcul des variables de peuplements de l'ensemble de données utilisé à des fins de validation

Différentes variables de peuplements ont été calculées pour chaque placette-échantillon afin de s'assurer qu'elles soient compatibles avec le type de données d'entrée nécessaires pour exécuter FVS<sup>Ontario</sup>. Étant donné que l'indice de site de chaque placette-échantillon de l'ensemble de données du Québec devait être calculé à l'aide des modèles d'indice de site de Carmean (1996), la hauteur dominante de chaque placette a été calculée à l'aide du modèle tiré de Bégin et Raulier (1995) :

$$H_{ij} = 1.3 + \left[ \frac{D_{ij}}{\left( \frac{\bar{D}_i}{\bar{H}_i - 1.3} \right) + \beta_2 (D_{ij} - \bar{D}_i)} \right] \quad (1)$$

où :  $H_{ij}$  : hauteur totale courante de l'arbre-échantillon j de la placette i (m);

$D_{ij}$  : dhp courant de l'arbre-échantillon j de la placette i (cm);

$\bar{H}_i$  : hauteur totale moyenne des arbres-échantillons de la placette i (m);

$\bar{D}_i$  : dhp moyen des arbres-échantillons de la placette i (cm); et

$\beta_2$  : coefficient de régression estimé.

La procédure « model » de SAS (SAS Institute Inc., 2001) a été utilisée pour estimer le coefficient de régression  $\beta_2$  pour chaque essence (annexe 1). La hauteur dominante de chaque placette-échantillon a été calculée à l'aide du modèle (1) en substituant à  $D_{ij}$  une valeur de dhp égale au diamètre moyen des quatre plus gros arbres présents dans une placette de 0,04 ha (Pothier et Savard, 1998). Cette façon de procéder permet de garantir que la hauteur dominante calculée soit fondée sur la hauteur moyenne des 100 plus gros arbres (dhp) par hectare (Pothier et Savard, 1998). L'indice de site a été estimé pour l'épinette noire, le pin gris, le sapin baumier, le peuplier faux-tremble, le bouleau à papier, l'érable à sucre, le pin blanc, le pin rouge, le bouleau jaune, le tilleul d'Amérique, le chêne rouge et le cerisier tardif à l'aide des équations d'indice de site étalonnées pour l'Ontario par Carmean (1996).

Pour chaque tige, le taux de croissance du dhp, le taux de survie et la surface terrière ont été calculés pour toutes les tiges plus grosses que la tige visée (gsup) dans chaque placette-échantillon. Pour calculer le taux de croissance du dhp et le taux de survie, il fallait disposer d'au moins deux mesures des tiges visées dans une placette-échantillon. Le taux de croissance annuel observé du dhp des tiges individuelles a été calculé de la façon suivante :

$$\Delta dhp = \frac{dhp_2 - dhp_1}{T_2 - T_1} \quad (2)$$

où  $\Delta dhp$  est le taux de croissance annuel du dhp (cm/an) et  $dhp_2$  et  $dhp_1$  sont le dhp au temps  $T_2$  et  $T_1$ , respectivement.

Le taux de survie observé des tiges individuelles a été calculé à l'aide de l'équation proposée par Buchman (1983), Buchman et collab. (1983) et Buchman (1985) :

$$TS = \left[ \frac{\sum_i X_i}{\sum_i N_i} \right]^{\left[ \frac{\sum_i N_i}{\sum_i N_i} \right]} \quad (3)$$

où TS est le taux de survie (entre 0 et 1),  $N_i$  et  $X_i$  sont le nombre de tiges vivantes au début et à la fin de l'intervalle d'observation, respectivement, et  $i$  est la durée de l'intervalle (ans).

Pour chaque tige, la surface terrière de toutes les tiges d'un peuplement dont le dhp était supérieur à la tige visée ( $gsup [m^2/ha]$ ) a été calculée. Cette variable a servi de variable indépendante dans les modèles établis pour le taux de survie. Selon d'autres chercheurs (p. ex., Monserud et Sterba, 1999; Eid et Tuhus, 2001), la  $gsup$  est une variable indépendante significative lors du calcul du taux de survie.

## **Description des nouvelles équations de la variante ontarienne de FVS**

On peut trouver une description complète des nouveaux modèles établis à partir des données de l'Ontario dans un rapport complémentaire (Lacerte et collab., 2007). Comme l'indique le tableau 2, de nouveaux modèles ont été étalonnés pour les gros arbres (dhp supérieur à 7,5 cm) et les petits arbres (dhp inférieur à 7,5 cm). Dans le cas des gros arbres, des modèles de taux de croissance du dhp, de taux de survie, de la hauteur de tige et de l'IDGE ont été établis. Dans le cas des petits arbres, des modèles de la hauteur de tige et du taux de croissance du dhp ont été établis. Tous les modèles étaient statistiquement significatifs et étaient caractérisés par des patrons de changement logiques sur le plan biologique.

**Tableau 2.** Sommaire des nouveaux modèles étalonnés pour FVS<sup>Ontario</sup> (adapté de Lacerte et collab., 2007)

Essence	Origine	Modèle
<b>Modèles des gros arbres</b> <b><u>Taux de croissance du dhp</u> *</b>		
Épinette noire	Naturelle	$(\exp(-1.3894\text{dbh}^{-0.0538} + \text{si}^{0.1535} / \exp(0.1273(\text{dbh}/\text{mean\_dbh}) + 0.0219\text{ba}))) - 1$
Épinette noire	Plantation	$(\exp(0.6533\text{dbh}^{-0.7031} / \exp(-1.0769(\text{dbh}/\text{mean\_dbh}) + 0.00431\text{ba}^{1.6318}))) - 1$
Pin gris	Naturelle	$(\exp((2.2952\text{mean\_dbh}^{-1.4313} + 0.000064\text{si}^2) / (\exp(-0.039\text{dbh})))) - 1$
Sapin baumier	Naturelle	$(\exp(0.0578\text{ba} + 0.2131\text{dbh} / \exp(\text{dbh ba}^{0.1886}))) - 1$
Épinette blanche	Plantation	$(\exp((\text{dbh}^{0.2628}) / (\exp((-0.1522(\text{dbh}/\text{mean\_dbh})) + ((\text{ba dbh})^{0.1490})))) - 1$
Peuplier faux-tremble	Naturelle	$(\exp((\text{dbh ba})^{-0.3447} / \exp(-0.3333(\text{dbh}/\text{mean\_dbh})))) - 1$
Bouleau à papier	Naturelle	$(\exp(\text{dbh}^{-1.2617} + 0.000072\text{mean\_dbh dbh} / \exp(-0.6411(\text{dbh}/\text{mean\_dbh})))) - 1$
Érable à sucre	Naturelle	$(\exp((\text{dbh ba})^{-0.1885} / \exp(-0.0657(\text{dbh}/\text{mean\_dbh}) + 0.0137\text{ba}))) - 1$
Pin blanc	Naturelle	$(\exp((\text{dbh ba})^{-0.2537} / \exp(-0.2010(\text{dbh}/\text{mean\_dbh}) + 0.0072\text{ba}))) - 1$
Pin blanc	Plantation	$(\exp(0.00356\text{mean\_dbh} / \exp(-1.1527(\text{dbh}/\text{mean\_dbh})))) - 1$
Pin rouge	Plantation	$(\exp(-0.00863\text{dbh} + 1.9255\text{ba}^{-0.4378} / \exp(-0.1322(\text{dbh}/\text{mean\_dbh})))) - 1$
Hêtre à grandes feuilles	Naturelle	$(\exp(\text{dbh}^{-0.2821} / \exp(-0.1282(\text{dbh}/\text{mean\_dbh}) + 0.0284\text{ba}))) - 1$
Bouleau jaune	Naturelle	$(\exp(-0.00003\text{dbh}^2 + 0.1136\text{mean\_dbh}^{-0.1915} / \exp(-0.3248(\text{dbh}/\text{mean\_dbh})))) - 1$
Tilleul d'Amérique	Naturelle	$(\exp((\text{dbh ba})^{-0.0234} / \exp(-0.1686(\text{dbh}/\text{mean\_dbh}) + 0.0555\text{ba}))) - 1$
Érable argenté	Naturelle	$(\exp(\text{ba dbh}^{-0.2875} / \exp(-0.4235(\text{dbh}/\text{mean\_dbh})))) - 1$
Peuplier baumier	Naturelle	$(\exp(-4.3221\text{dbh}^{-0.4410} + \text{si}^{0.2004} / \exp(\text{dbh}/\text{mean\_dbh}))) - 1$
Chêne rouge	Naturelle	$(\exp(\text{dbh}^{-0.5068} / \exp(-0.2577(\text{dbh}/\text{mean\_dbh}) + 0.000297\text{ba}^2))) - 1$
Cerisier tardif	Naturelle	$(\exp(0.0109\text{dbh} / \exp(0.0429\text{mean\_dbh ba}))) - 1$
Caryer cordiforme	Naturelle	$(\exp(0.021\text{dbh mean\_dbh} / \exp(0.2949\text{mean\_dbh}))) - 1$

**Taux de survie**

Épinette noire	Naturelle	$(1+(1/(\exp(-0.00051\text{dbh}^2+183.0/\text{bal}+26.3716\text{dbh\_growth\_rate dbh}))))^{-1}$
Pin gris	Naturelle	$(1+(1/(\exp(-0.00069\text{dbh}^2+135.3/\text{bal}+8.3767\text{dbh\_growth\_rate dbh}))))^{-1}$
Sapin baumier	Naturelle	$(1+(1/(\exp(0.8038\text{dbh}+-0.0315\text{bal}+677.8\text{dbh\_growth\_rate}))))^{-1}$
Épinette blanche	Plantation	$(1+(1/(\exp(0.2273\text{dbh}+-0.2412\text{bal}+496.7\text{dbh\_growth\_rate}))))^{-1}$
Peuplier faux-tremble	Naturelle	$(1+(1/(\exp(0.00952\text{dbh}^2+119.7/\text{bal}+285.6\text{dbh\_growth\_rate}^2))))^{-1}$
Bouleau à papier	Naturelle	$(1+(1/(\exp(0.0142\text{dbh}^2+662.9\text{dbh\_growth\_rate}))))^{-1}$
Érable à sucre	Naturelle	$(1+(1/(\exp(9.8728\text{dbh}+65.5455/\text{bal}+26.7809\text{dbh\_growth\_rate}))))^{-1}$
Pin blanc	Naturelle	$(1+(1/(\exp(176.9/\text{bal}+1.0844\text{dbh\_growth\_rate dbh}))))^{-1}$
Pin rouge	Naturelle	$(1+(1/(\exp(0.0639\text{dbh}^2+605.3/\text{bal}+51.2761\text{dbh\_growth\_rate}^2))))^{-1}$
Pin rouge	Plantation	$(1+(1/(\exp(0.0168\text{dbh}^2+77.1451/\text{bal}+123.0\text{dbh\_growth\_rate}^2))))^{-1}$
Hêtre à grandes feuilles	Naturelle	$(1+(1/(\exp(0.00609\text{dbh bal}+430.2/\text{bal}+1.5572\text{dbh\_growth\_rate bal}))))^{-1}$
Peuplier baumier	Naturelle	$(1+(1/(\exp(4.6209\text{dbh}+-0.0841\text{bal}+393.7\text{dbh\_growth\_rate}^2))))^{-1}$

**Équation hauteur-dhp**

Épinette noire	Naturelle	$32.3853((1-\exp(-0.0200\text{dbh}))^{1.0299}) \text{ si}^{0.2006}$
Pin gris	Naturelle	$6.0237((1-\exp(-0.0601\text{dbh}))^{0.6449}) \text{ si}^{0.3941} \text{ ba}^{0.0719}$
Sapin baumier	Naturelle	$(1-\exp(-0.1035\text{dbh})) (\text{dbh ba})^{0.4373}$
Épinette blanche	Plantation	$(27.7353\text{ba}^{0.0931}) ((1-\exp(-0.0310\text{dbh}))^{1.5241})$
Peuplier faux-tremble	Naturelle	$(1-\exp(-0.1583\text{dbh})) \text{ ba}^{0.3929} (\text{si dbh})^{0.2676}$
Bouleau à papier	Naturelle	$10.1815(1-\exp(-0.0677\text{dbh})) \text{ si}^{0.2824}$
Érable à sucre	Naturelle	$(0.8924\text{qdbh}) ((1-\exp(-0.0689\text{dbh}))^{1.2318})$
Pin blanc	Naturelle	$(26.2624\text{ba}^{0.1295}) ((1-\exp(-0.0168\text{dbh}))^{0.7809})$
Pin rouge	Naturelle	$(10.4580\text{ba}^{0.3511}) ((1-\exp(-0.0395\text{dbh}))^{1.1475})$
Pin rouge	Plantation	$(0.6980\text{ba}) ((1-\exp(-0.0619\text{dbh}))^{1.8594})$
Hêtre à grandes feuilles	Naturelle	$(0.8867\text{ba}) ((1-\exp(-0.0647\text{dbh}))^{1.0707})$
Bouleau jaune	Naturelle	$19.8091((1-\exp(-0.00153\text{dbh}^2))^{0.3354})$
Tilleul d'Amérique	Naturelle	$(1-\exp(-0.2011\text{dbh})) (\text{dbh ba})^{0.4314}$
Ostryer de Virginie/Frêne/Érable argenté	Naturelle	$(\text{ba}^{0.9439}) ((1-\exp(-0.0401\text{dbh}))^{0.7052})$
Chêne rouge	Naturelle	$24.8731((1-\exp(-0.0533\text{dbh}))^{1.1757})$

**Indice de densité du groupe d'essences**<sup>s</sup>

<b>Groupe d'essences</b>		
Épinette noire		$(0.0693prop\ ba^2)/(exp(0.00337ba\ mean\_dbh))$
Pin gris		$-0.0074prop^2\ qdbh+8.5315ba+13.1703prop+0.1126prop^2$
Épinette blanche		$((ba^2\ prop^2)^{0.4785})+(-4.83E-6mean\_dbh\ prop^2\ ba^2)$
Peuplier faux-tremble		$-0.0119mean\_dbh\ prop^2+7.0235ba+0.2940prop^2$
Bouleau à papier		$0.1929prop\ ba+-62.982qdbh+14.8358prop$
Pin rouge et pin blanc		$-0.00695prop^2\ mean\_dbh+0.000046ba^2\ prop^2+19.511prop$
Feuillus nordiques		$-0.00091mean\_dbh\ prop^2+0.00114ba\ prop^2+4.4842prop$
Chêne rouge		$-0.0103mean\_dbh\ prop^2+1.3357ba+0.3092prop^2$

**Modèles des petits arbres**  
**Taux de croissance en hauteur**

Épinette noire	Naturelle	$-0.6337+((\log(bal)ht)^{-0.0617})$
Sapin baumier	Naturelle	$(exp(0.0108ht\ \log(bal)+\log(bal)^{-2.6830}))^{-1}$
Épinette blanche	Plantation	$0.2351+0.1435ht+-0.0241ht^2+-0.0192bal$
Pin blanc	Naturelle	$(exp(0.0704\log(ht)^2+-0.00233ht\ bal+0.0180\log(bal)^2))-1$

**Taux de croissance du dhp**

Épinette noire	Naturelle	$0.6944+0.0838dbh+-0.00942dbh^2+-0.2548\log(bal)$
Sapin baumier	Naturelle	$0.1683\log(dbh)+-0.0001bal^2$
Épinette blanche	Plantation	$0.7164+0.0165dbh+-0.2132\log(bal)$
Pin blanc	Naturelle	$dbh^{-3.0397}+bal^{-0.8391}$

## \*Légende

dbh	dhp : diamètre à hauteur de poitrine (cm)
si	IS : indice de site (m)
mean_dbh	dhp moyen du peuplement (cm)
ba	g : surface terrière du peuplement (m <sup>2</sup> /hectare)
bal	gsup : surface terrière des tiges du peuplement qui sont plus grosses que la tige visée (m <sup>2</sup> /hectare)
dbh_growth_rate	taux de croissance annuel du dhp (cm/an)
ht	h : hauteur de tige – 1,3 (m)
qdbh	DQM : diamètre quadratique moyen (cm)
prop	pourcentage de l'essence basé sur le nombre d'arbres par ha (%)
age	âge (ans)

## §Essences des différents groupes d'essences

Groupe d'essences	Essence(s)
Épinette noire	Épinette noire, sapin baumier et mélèze laricin
Pin gris	Pin gris
Épinette blanche	Épinette blanche, thuya occidental et tous les thuyas
Peuplier faux-tremble	Peuplier faux-tremble, peuplier baumier, érable de Pennsylvanie
Bouleau à papier	Bouleau à papier
Pin rouge et pin blanc	Pin rouge, pin blanc
Feuillus nordiques	Frêne noir, érable argenté, cerisier tardif, essences d'orme, bouleau jaune, tilleul d'Amérique, érable à sucre, hêtre à grandes feuilles, frêne blanc and caryer cordiforme
Chêne rouge	Chêne rouge et ostryer de Virginie

Les nouveaux modèles établis à partir de FVS<sup>Ontario</sup> ont été utilisés pour calculer le taux de croissance du dhp, le taux de survie, la hauteur de tige et l'IDGE (tableau 2) pour chaque tige de chaque placette-échantillon de l'ensemble de données du Québec (tableau 1). Ensuite, les variables dépendantes prédites pour chaque tige ont été appariées avec les données individuelles mesurées dans chaque placette-échantillon afin d'évaluer le degré de concordance entre les prédictions et les observations. À partir des résidus, les statistiques suivantes ont été calculées pour les variables de peuplement (Vanclay, 1994; Gadow et Hui, 1999) :

<b>Statistique</b>	<b>Formule</b>	<b>Valeur idéale</b>
Pourcentage moyen de différence (PMD)	$\sum (100*(y_{obs} - y_{pred})/y_{obs})/n$	0
Efficacité du modèle (EFM)	$\sum (y_{obs} - y_{pred})^2 / \sum (y_{obs} - y_{mean(obs)})^2$	0
Rapport de variance (RV)	$\sum (y_{pred} - y_{mean(pred)})^2 / \sum (y_{obs} - y_{mean(obs)})^2$	1

Le pourcentage moyen de différence (PMD) est une mesure de l'erreur moyenne du modèle, l'efficacité du modèle (EFM) fournit une mesure relative de la performance et le rapport de variance (RV) mesure la variance estimée en proportion de la variance observée. Ces statistiques ont été calculées pour chaque essence et pour différentes conditions de densité de peuplement, d'indice de site et d'intervalle de projection. La base de données contenait de nombreuses données pour différentes valeurs de dhp, de densité de peuplement, d'indice de site et d'intervalle de projection. Des classes de données ont donc été établies afin de faciliter la présentation des données et le calcul de ces statistiques (tableau 3).

**Tableau 3.** Valeurs des classes de données et limites inférieure et supérieure utilisées pour grouper les valeurs observées et prédites des données sur les tiges individuelles de l'ensemble de données du Québec

<b>dhp (cm)</b>		<b>Intervalle de projection (an)</b>		<b>Indice de site (m)</b>		<b>Densité de peuplement (arbres/ha)</b>	
<b>Valeur de la classe</b>	<b>Limites de la classe</b>	<b>Valeur de la classe</b>	<b>Limites de la classe</b>	<b>Valeur de la classe</b>	<b>Limites de la classe</b>	<b>Valeur de la classe</b>	<b>Limites de la classe</b>
5	0-10	0	0*	12,5	10-15	250	1-500
15	11-20	2,5	1-5	17,5	16-20	750	501-1000
25	21-30	7,5	6-10	22,5	21-25	1250	1001-1500
35	31-40	12,5	11-15	27,5	25 et plus	1750	1501-2000
45	41 et plus	17,5	16 et plus			2250	2001-2500
						2750	2501-3000
						3250	3001-3500
						3750	3501-4000
						4750	4000 et plus

\* La classe de projection 0 représente les statistiques calculées lors du premier mesurage.

## RÉSULTATS

### Pourcentage moyen de différence (PMD)

L'annexe 2 présente les graphiques des valeurs du PMD. Le tableau 4 en présente un résumé et l'annexe 3 énumère les valeurs du PMD associées à chaque variable.

#### *Taux de croissance du dhp*

Les valeurs du PMD du taux de croissance du dhp ont été calculées chez l'épinette noire, le pin gris, le sapin baumier, le peuplier faux-tremble, le bouleau à papier, l'érable à sucre, le pin blanc, le hêtre à grandes feuilles, le bouleau jaune, le tilleul d'Amérique, l'érable argenté, le peuplier baumier, le chêne rouge, le cerisier tardif et le caryer cordiforme. Chez toutes ces essences, la plupart des valeurs du PMD oscillaient entre -30 et 30 % (tableau 4 et annexes 2.1 et 3). La densité de peuplement avait un effet significatif sur le PMD associé au taux de croissance du dhp de la plupart des essences. Chez l'épinette noire, le pin gris, l'érable à sucre, le hêtre à grandes feuilles et le bouleau jaune, une tendance à la hausse du PMD (en valeur absolue) s'observait à mesure que la classe de densité de peuplement augmentait. En revanche, le PMD (en valeur absolue) diminuait généralement avec l'augmentation de la densité de peuplement du peuplier faux-tremble et du bouleau à papier. Aucune tendance significative n'a été observée chez les autres essences.

Une tendance à la hausse du taux de croissance du dhp de l'épinette noire, du pin gris, du sapin baumier, du peuplier faux-tremble, du bouleau à papier, du bouleau jaune, du tilleul d'Amérique et du peuplier baumier a été observée à mesure que l'indice de site de ces peuplements augmentait (Lacerte et collab., 2007). Chez toutes ces essences, le PMD en valeur absolue avait tendance à augmenter avec l'indice de site. Par exemple, la moyenne du PMD pour les peuplements de pins gris était de 12 % pour les classes d'indice de site de 12,5 et de 17,5 m et de 14 % pour la classe d'indice de site de 22,5 m. Dans le cas de l'épinette noire, cette moyenne était de 17 % pour la classe de 12,5 m, de -12 % pour la classe de 17,5 m et de -28 % pour les classes de 22,5 et de 27,5 m (annexe 3).

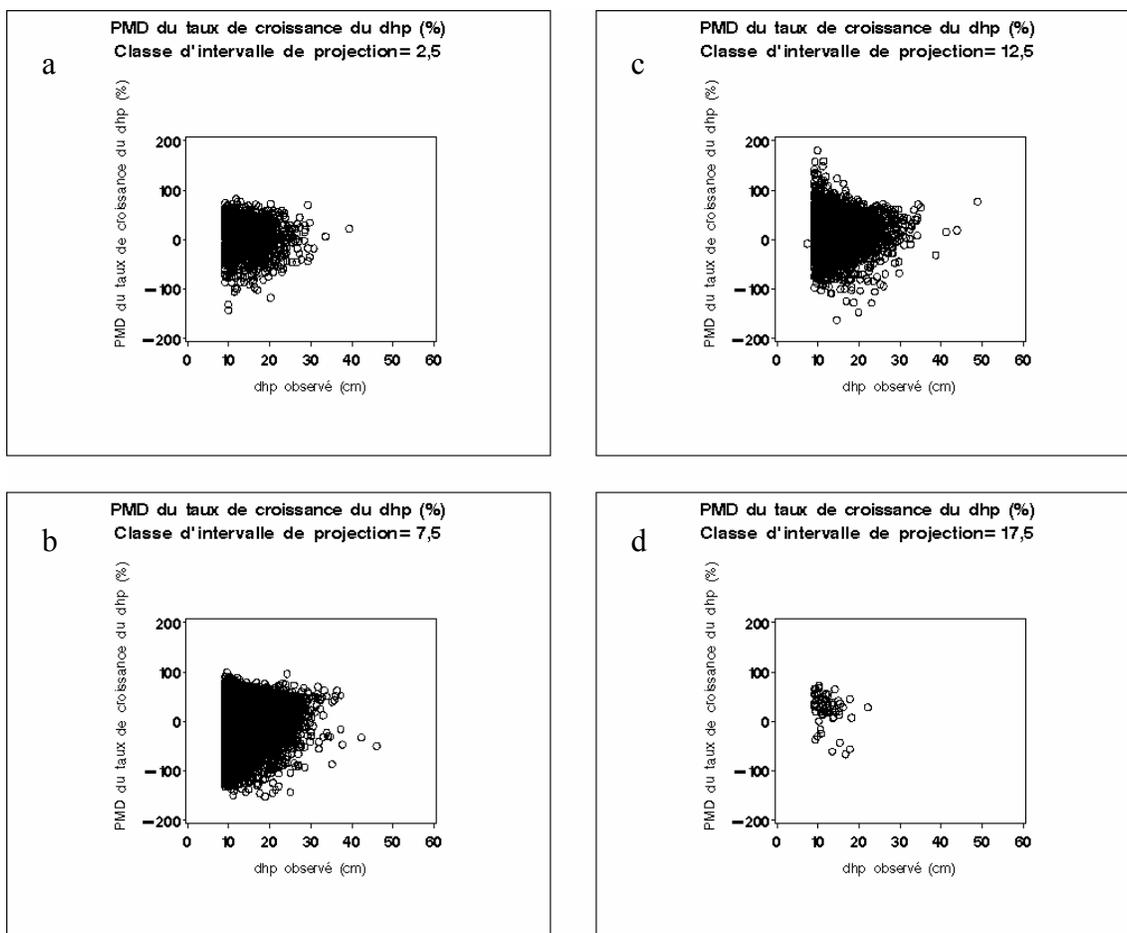
Aucune tendance significative générale du PMD en fonction de l'intervalle de projection n'a été observée (annexe 2). Chez pratiquement toutes les essences, à l'exception du bouleau à papier et du tilleul d'Amérique, les valeurs du PMD étaient relativement proches dans les différentes classes d'intervalle de projection. Dans le cas du bouleau à papier, le PMD était relativement proche dans les trois premières classes d'intervalle de projection, mais diminuait brusquement pour la classe de 17,5 ans. Dans le cas du tilleul d'Amérique, le PMD était positif pour les classes de 2,5 et 12,5 ans, alors qu'il était négatif pour la classe de 7,5 ans.

**Tableau 4.** Sommaire des valeurs du PMD (%) obtenues pour chaque essence de l'ensemble de données du Québec

<b>Essence</b>	<b>Taux de croissance du dhp (cm/an)</b>	<b>Taux de survie (proportion)</b>	<b>Équation hauteur-dhp (m)</b>	<b>Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)</b>
<b>Épinette noire</b>	8 (-163, 180)*	0 (-7, 0)	-30 (-172, 54)	20 (-579, 93)
<b>Pin gris</b>	1 (-717, 81)	0 (-7, 0)	-37 (-261, 20)	-83 (-1189, 31)
<b>Sapin baumier</b>	-24 (-400, 85)	0 (-8, 0)	-1 (-190, 83)	-2 (-3576, 93)
<b>Peuplier faux-tremble</b>	1 (-1957, 94)	0 (-7, 0)	5 (-410, 56)	-42 (-8977, 58)
<b>Bouleau à papier</b>	33 (-2521, 93)	0 (-15, 0)	-21 (-178, 31)	27 (-3330, 100)
<b>Érable à sucre</b>	-30 (-430, 83)	0 (-6, 0)	13 (-83, 73)	6 (-682, 82)
<b>Pin blanc</b>	17 (-370, 83)	0 (0, 0)	-14 (-122, 27)	-169 (-3131, 15)
<b>Pin rouge</b>	.	0 (0, 0)	-17 (-62, 20)	-128 (-2050, 12)
<b>Hêtre à grandes feuilles</b>	-20 (-437, 80)	0 (0, 0)	5 (-96, 67)	-5 (-1358, 73)
<b>Bouleau jaune</b>	-35 (-3344, 93)	.	-10 (-153, 32)	5 (-2830, 81)
<b>Tilleul d'Amérique</b>	-58 (-796, 87)	.	12 (-45, 54)	14 (-315, 63)
<b>Ostryer de Virginie</b>	.	.	19 (-64, 73)	-12 (-452, 69)

<b>Essence</b>	<b>Taux de croissance du dhp (cm/an)</b>	<b>Taux de survie (proportion)</b>	<b>Équation hauteur–dhp (m)</b>	<b>Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)</b>
<b>Érable argenté</b>	-41 (-339, 55)	.	28 (-20, 65)	-6 (-2095, 41)
<b>Peuplier baumier</b>	50 (-50, 92)	0 (0, 0)	.	-43 (-1102, 49)
<b>Chêne rouge</b>	-35 (-292, 83)	.	-13 (-156, 35)	-28 (-762, 69)
<b>Cerisier tardif</b>	100 (100, 100)	.	.	24 (-360, 74)
<b>Caryer cordiforme</b>	64 (45,75)	.	.	24 (-38, 44)
<b>Frêne blanc</b>	.	.	30 (-23, 75)	0 (-928, 77)

\*Les valeurs entre parenthèses correspondent aux valeurs minimales et maximales obtenues.



**Figure 1.** PMD du taux de croissance du dhp (%) en fonction du dhp observé chez l'épinette noire dans différentes classes d'intervalle de projection.

La comparaison du pourcentage moyen de différence entre les valeurs prédites et observées du taux de croissance du dhp donne un aperçu de la capacité du nouveau modèle à prédire le taux de croissance du dhp de petites et de grosses épinettes noires (figure 1). Le PMD diminuait généralement avec l'augmentation du dhp pour les classes d'intervalle de projection de 2,5, 7,5 et 12,5 ans (figure 1). Ainsi, le PMD associé à la classe de 7,5 ans variait entre -143 et 73 % pour la classe de dhp de 7,5 cm, tandis qu'il oscillait respectivement entre -106 et 83 % et entre -18 et 22 % pour les classes de dhp de 15 et 35 cm (figure 1b). Aucun profil général de variation du PMD n'a été observé pour la classe d'intervalle de projection de 17,5 ans (figure 1c). Toutefois, la plage de variation du dhp était relativement faible en comparaison des autres classes d'intervalle de projection.

### *Taux de survie*

Le PMD de taux de survie a été calculé chez l'épinette noire, le pin gris, le sapin baumier, le peuplier faux-tremble, le bouleau à papier, l'érable à sucre, le pin blanc, le pin rouge, le hêtre à grandes feuilles et le peuplier baumier (tableau 4, annexes 2.2 et 3). Chez toutes les essences, la plupart des valeurs du PMD variaient entre 0 et -10 % (tableau 4 et annexes 2.2 et 3). Comme la plupart des valeurs du PMD étaient proches de 0 %, aucune tendance significative n'a été observée en fonction de la densité de peuplement, de l'indice de site (annexe 3) ou de l'intervalle de projection (annexe 2.2).

### *Équation hauteur–dhp*

Même si les valeurs négatives et positives du PMD étaient relativement élevées, la plupart des valeurs associées à l'équation hauteur–dhp variaient entre -50 et 30 % chez toutes les essences (tableau 4, annexes 2.3 et 3). Chez toutes les essences, les valeurs du PMD (en valeur absolue) affichaient une tendance à la baisse à mesure qu'augmentait la densité de peuplement (annexe 3). Par exemple, la moyenne du PMD pour l'épinette noire de la classe d'indice de site de 12,5 m est passée de -40 à -10 % entre la classe de densité de peuplement de 250 tiges/ha et celle de 3 250 tiges/ha (annexe 3). Des profils comparables ont été obtenus chez le pin gris et le bouleau à papier. Chez la plupart des essences, les valeurs du PMD changeaient sensiblement avec l'indice de site. Une tendance à la hausse significative du PMD (en valeur absolue) a été observée avec l'augmentation de l'indice de site de l'épinette noire, du pin gris et du sapin baumier. Chez le peuplier faux-tremble, le bouleau à papier et le bouleau jaune, le PMD en valeur absolue diminuait généralement à mesure que l'indice de site augmentait. Aucune tendance évolutive significative du PMD n'a été observée en fonction de l'intervalle de projection (annexe 2.3).

### *Indice de densité du groupe d'essences (IDGE)*

Chez toutes les essences, la plupart des valeurs du PMD associées à l'IDGE variaient entre -200 et 35 %, alors que 61 % d'entre elles étaient positives (tableau 4, annexes 2.4 et 3).

La densité de peuplement avait un effet important sur les valeurs du PMD de tous les groupes d'essences, à l'exception de ceux de l'épinette noire, du sapin baumier, de l'ostryer de Virginie, de l'érable argenté, du peuplier baumier, du chêne rouge, du cerisier tardif, du caryer cordiforme et du frêne blanc (annexe 3). Par exemple, le PMD (en valeur absolue) diminuait généralement à mesure qu'augmentait la densité de peuplement du pin gris, du peuplier faux-tremble, du pin blanc et du pin rouge. Chez le bouleau à papier, l'érable à sucre, le hêtre à grandes feuilles, le bouleau jaune et le tilleul d'Amérique, une tendance générale à la hausse du PMD (en valeur absolue) a été observée à mesure qu'augmentait la densité de peuplement. L'indice de site avait également un effet évident sur le PMD de certaines essences. Le PMD (en valeur absolue) diminuait généralement à mesure qu'augmentait l'indice de site de l'épinette noire, du pin gris, du peuplier faux-tremble, du bouleau à papier, du pin rouge et de l'érable à sucre. L'indice de site avait l'effet contraire sur le sapin baumier, le pin blanc et le bouleau jaune. Chez toutes les essences, à l'exception des groupes du pin rouge et du pin blanc, le PMD variait très peu avec la classe d'intervalle de projection.

### **Efficacité du modèle (EFM)**

Le tableau 5 présente un sommaire des valeurs de l'EFM pour chaque essence de l'ensemble de données du Québec, tandis que l'annexe 4 énumère les valeurs de l'EFM en fonction de chaque variable. Plusieurs de ces valeurs oscillaient autour de la valeur idéale (0) (tableau 5 et annexe 4).

### *Taux de croissance du dhp*

L'EFM à l'égard du taux de croissance du dhp a été calculée pour toutes les essences, à l'exception du pin rouge, de l'ostryer de Virginie, de l'érable argenté et du frêne blanc. Malgré la variation importante de l'EFM chez toutes les essences, la plupart des valeurs de l'EFM oscillaient entre 0 et 3 (tableau 5 et annexe 4). Certaines valeurs de l'EFM étaient très élevées chez le bouleau à papier en comparaison des autres essences. Chez la plupart des essences, la densité de peuplement et l'indice de site n'avaient aucun effet significatif sur l'EFM à l'égard du taux de croissance du dhp (annexe 4).

**Tableau 5.** Sommaire des valeurs de l'EFM obtenues pour chaque essence de l'ensemble de données du Québec.

Essence	Taux de croissance du dhp (cm/an)	Taux de survie (proportion)	Équation hauteur-dhp (m)	Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)
Épinette noire	5 (1, 217)*	1 (1, 1)	16 (0, 848)	20 (0, 2291)
Pin gris	17 (0, 937)	1 (1, 1)	30 (0, 1476)	51 (0, 1475)
Sapin baumier	10 (1, 589)	1 (1, 2)	16 (0, 2638)	152 (0, 30 324)
Peuplier faux-tremble	21 (0, 1612)	1 (1, 1)	14 (0, 760)	6 (0, 88)
Bouleau à papier	3,14+27 (1, 3,93E+29)	1 (1, 2)	9 (0, 308)	29 (0, 1561)
Érable à sucre	2 (0, 17)	1 (1, 1)	382 (0, 22 926)	5 (0, 93)
Pin blanc	7 (0, 166)	.	10 (0, 208)	42 (0, 348)
Pin rouge	.	.	13 (0, 48)	9 (0, 38)
Hêtre à grandes feuilles	21 (1, 1087)	.	52 (0, 2960)	5 (0, 82)
Bouleau jaune	6 (1, 169)	.	24 (0, 2100)	10 (0, 517)
Tilleul d'Amérique	13 (1, 96)	.	18 (0, 356)	10 (0, 113)
Ostryer de Virginie	.	.	416 (0, 7405)	3 (0, 46)
Érable argenté	.	.	.	.
Peuplier baumier	3 (1, 5)	2 (1, 3)	.	22 (0, 237)

<b>Essence</b>	<b>Taux de croissance du dhp (cm/an)</b>	<b>Taux de survie (proportion)</b>	<b>Équation hauteur-dhp (m)</b>	<b>Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)</b>
<b>Chêne rouge</b>	21 (1, 552)	.	110 (0, 3779)	51 (0, 969)
<b>Cerisier tardif</b>	23 (4, 161)	.	.	4 (0, 51)
<b>Caryer cordiforme</b>	1 986 (1986, 1986)	.	.	1 (0, 1)
<b>Frêne blanc</b>	.	.	602 (2, 9221)	2 (0, 12)

\* Les valeurs entre parenthèses correspondent aux valeurs minimales et maximales obtenues.

### *Taux de survie*

L'EFM à l'égard du taux de survie a été calculée pour des peuplements d'épinette noire, de pin gris, de sapin baumier, de peuplier faux-tremble, de bouleau à papier, d'érable à sucre et de peuplier baumier (tableau 5 et annexe 4). Chez la majorité des essences, la plupart des valeurs de l'EFM variaient entre 1 et 3 (tableau 5 et annexe 4). Aucune tendance évolutive significative de l'EFM n'a été observée d'une classe à l'autre de densité de peuplement ou d'indice de site (annexe 4).

### *Équation hauteur-dhp*

L'EFM a été calculée pour toutes les essences, à l'exception de l'érable argenté, du peuplier baumier, du cerisier tardif et du caryer cordiforme (tableau 5 et annexe 4). Malgré une variabilité importante, la plupart des valeurs de l'EFM oscillaient entre 0 et 12 (tableau 5 et annexe 4). Chez toutes les essences, aucune tendance évolutive significative de l'EFM n'a été observée pour aucune variable (annexe 4). Dans le cas du pin gris, du peuplier faux-tremble, de l'érable à sucre, du pin blanc et de l'ostryer de Virginie, l'EFM affichait des valeurs plus élevées dans les classes de densité de peuplement inférieures ou égales à 1 250 tiges/ha. Dans le cas de l'épinette noire, du sapin baumier, du pin rouge, du hêtre à grandes feuilles, du bouleau jaune, du tilleul d'Amérique, du chêne rouge et du frêne blanc, l'EFM affichait généralement des valeurs plus élevées dans les classes d'indice de site inférieures à 17,5 m.

### *Indice de densité du groupe d'essences (IDGE)*

L'EFM à l'égard de l'IDGE a été calculée pour toutes les essences, à l'exception de l'érable argenté (tableau 5, annexe 4). Aucune tendance évolutive significative de l'EFM n'a été observée avec l'augmentation de la densité de peuplement ou de l'indice de site de l'épinette noire, du sapin baumier, du peuplier faux-tremble, du bouleau à papier, de l'érable à sucre, du bouleau jaune, de l'ostryer de Virginie, du peuplier baumier, du cerisier tardif, du caryer cordiforme et du frêne blanc. Chez le pin blanc, le pin rouge et le hêtre à grandes feuilles, l'EFM affichait une tendance à la baisse avec l'augmentation de la densité de peuplement. Par exemple, lorsque la classe de densité de peuplement du pin blanc augmentait de 250 à 1 750 tiges/ha, l'EFM passait en moyenne de 134 à 4. L'EFM affichait une tendance à la hausse lorsque l'indice de site du pin gris et du tilleul d'Amérique augmentait, alors qu'elle affichait une tendance à la baisse chez le chêne rouge. Dans le cas du pin gris, du peuplier faux-tremble, de l'érable à sucre, du pin blanc, du pin rouge, du hêtre à grandes feuilles, du bouleau jaune, du tilleul d'Amérique, de l'ostryer de Virginie, du peuplier baumier, du chêne rouge, du cerisier tardif et du frêne blanc, l'EFM présentait la plupart de ses valeurs les plus élevées dans la classe de densité de peuplement de 750 tiges/ha.

## **Rapport de variance (RV)**

Le tableau 6 présente un résumé du RV et l'annexe 5 énumère les valeurs détaillées de chaque variable. La plupart des valeurs du RV oscillaient autour de la valeur idéale (1) (tableau 6 et annexe 5).

### *Taux de croissance du dhp*

Le RV a été calculé pour toutes les essences, à l'exception de l'ostryer de Virginie, de l'érable argenté et du frêne blanc. Malgré l'importante variation observée, la plupart des valeurs du RV oscillaient entre 0 et 1. Toutes les valeurs calculées pour le sapin baumier, le peuplier baumier et le cerisier tardif étaient égales à 0 (tableau 6 et annexe 5). La densité de peuplement et l'indice de site n'avaient aucun effet observable sur le RV de toutes les essences.

### *Taux de survie*

Toutes les valeurs du RV associées au taux de survie étaient égales à 0 chez toutes les essences (tableau 6 et annexe 5).

### *Équations hauteur–dhp*

Le RV associé aux équations hauteur–dhp a été calculé pour toutes les essences, à l'exception de l'érable argenté, du peuplier baumier, du cerisier tardif et du caryer cordiforme. La plupart des valeurs du RV oscillaient entre 0 et 3 (tableau 6 et annexe 5). La densité de peuplement et l'indice de site n'avaient aucun effet significatif sur le RV de toutes les essences (annexe 5).

### *Indice de densité du groupe d'essences (IDGE)*

Le RV associé à l'IDGE a été calculé pour toutes les essences, à l'exception de l'érable argenté (tableau 6 et annexe 5). La plupart des valeurs du RV se situaient entre 0 et 3. Chez la plupart des essences, la densité de peuplement et l'indice de site n'avaient aucun effet observable sur le RV. Chez le pin gris, le RV passait en moyenne de 10 à 0 lorsque la classe de densité de peuplement augmentait de 250 à 2 750 tiges/ha (annexe 5). Une tendance similaire a été observée chez le peuplier faux-tremble : lorsque la classe de densité de peuplement augmentait de 250 à 2 750 tiges/ha, le RV passait en moyenne de 9 à 0 (annexe 5). Chez le pin blanc, le RV diminuait en moyenne de 14 à 2 lorsque la classe de densité de peuplement passait de 250 à 1 750 tiges/ha. L'indice de site avait un effet significatif sur le RV uniquement chez le sapin baumier: le RV passait en moyenne de 9 à 2 lorsque la classe de site augmentait de 12,5 à 27,5 m. Chez toutes les essences, la plupart des valeurs du RV supérieures à 3 ont été observées dans les classe de densité de peuplement inférieures à 1 250 tiges/ha.

**Tableau 6.** Sommaire des valeurs du RV obtenues pour chaque essence de l'ensemble de données du Québec

Essence	Taux de croissance du dhp (cm/an)	Taux de survie (proportion)	Équation hauteur-dhp (m)	Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)
Épinette noire	0 (0, 22)*	0 (0, 0)	3 (0, 174)	2 (0, 177)
Pin gris	2 (0, 68)	0 (0, 0)	1 (0, 11)	4 (0, 24)
Sapin baumier	0 (0, 5)	0 (0, 0)	2 (0, 168)	6 (0, 693)
Peuplier faux-tremble	1 (0, 121)	0 (0, 0)	8 (0, 678)	3 (0, 46)
Bouleau à papier	1,16E+24 (0, 1,45E+26)	0 (0, 0)	2 (0, 83)	4 (0, 35)
Érable à sucre	0 (0, 1)	0 (0, 0)	48 (0, 5 810)	1 (0, 5)
Pin blanc	1 (0, 10)	.	2 (0, 18)	8 (0, 70)
Pin rouge	6 (0, 59)	.	5 (0, 31)	3 (0, 10)
Hêtre à grandes feuilles	0 (0, 4)	0 (0, 0)	2 (0, 14)	1 (0, 12)
Bouleau jaune	2 (0, 57)	.	1 (0, 12)	2 (0, 85)
Tilleul d'Amérique	5 (0, 73)	.	1 (0, 8)	2 (0, 27)
Ostryer de Virginie	.	.	124 (0, 2208)	2 (0, 14)
Érable argenté	.	.	.	.
Peuplier baumier	0 (0, 0)	0 (0, 0)	.	2 (0, 11)

Essence	Taux de croissance du dhp (cm/an)	Taux de survie (proportion)	Équation hauteur-dhp (m)	Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)
<b>Chêne rouge</b>	0 (0, 2)	.	1 (0, 9)	11 (0, 228)
<b>Cerisier tardif</b>	0 (0, 0)	.	.	0 (0, 1)
<b>Caryer cordiforme</b>	2 (2, 2)	.	.	1 (0, 1)
<b>Frêne blanc</b>	.	.	59 (0, 962)	1 (0, 5)

\* Les valeurs entre parenthèses correspondent aux valeurs minimales et maximales obtenues.

## Résultats de la comparaison de la croissance prédite et observée du dhp des tiges individuelles

Pour les nouveaux modèles étalonnés de croissance du dhp, les prédictions et les observations ont été comparées sur toutes les essences à différents intervalles de projection et d'indices de site (annexes 6.1 et 6.2). Les différences entre le taux de croissance prédit et observé du dhp variaient entre 0 et 1 cm en valeur absolue. Cependant, les différences supérieures à 0,3 cm en valeur absolue étaient exceptionnelles. En fait, 75 % des différences entre les prédictions et les observations se situaient entre 0 et 0,15 cm/an. Les différences les plus importantes ont été obtenues pour le tilleul d'Amérique. Dans le cas de l'épinette noire et du pin gris, environ 80 % des différences entre les prédictions et les observations étaient inférieures à 0,1 cm/an en valeur absolue. Cette proportion était d'environ 50 % dans le cas du sapin baumier, du peuplier faux-tremble, du bouleau à papier, de l'érable à sucre, du hêtre à grandes feuilles, du bouleau jaune et du chêne rouge, alors qu'elle était de 37 % dans le cas du pin blanc, du tilleul d'Amérique, de l'érable argenté et du peuplier baumier. Seulement 0,01 % des différences entre les prédictions et les observations à l'égard du cerisier tardif étaient inférieures à 0,1 cm/an en valeur absolue. Les modèles avaient visiblement tendance à surestimer les classes inférieures de dhp de toutes les essences et à sous-estimer les classes supérieures. Ces tendances étaient cependant moins évidentes chez le pin gris, le hêtre à grandes feuilles et le tilleul d'Amérique que chez les autres essences (annexes 6.1 et 6.2).

Les différences entre les prédictions et les observations ne présentaient aucune tendance évolutive significative d'une classe d'intervalle de prédiction à l'autre, sauf que leur amplitude diminuait. Chez toutes les essences, environ 80 % des différences entre les prédictions et les observations étaient inférieures à 0,15 cm/an en valeur absolue pour l'intervalle de projection de 2,5 ans. Ce pourcentage était assez semblable pour les classes de 7,5 et de 12,5 ans (73 et 80 %). Toutes les différences entre les prédictions et les observations étaient inférieures à 0,15 cm/an pour la classe de 17,5 ans. Cependant, les données pour la classe de 17,5 ans étaient peu nombreuses (annexe 6.1).

Les différences entre les prédictions et les observations ne présentaient aucune tendance évolutive significative d'une classe d'indice de site à l'autre, sauf que leur amplitude diminuait (annexe 6.2). Environ 80 % des différences entre les prédictions et les observations étaient inférieures à 0,15 cm/an en valeur absolue pour la classe d'indice de site de 12,5 m. Les pourcentages de différences inférieures à 0,15 cm/an étaient respectivement de 74 et 61 % pour les classes d'indice de site de 17,5 et de 22,5 m (annexe 6.2).

## DISCUSSION

La validation des modèles à l'aide d'ensembles de données indépendantes est une étape essentielle de l'élaboration d'un modèle. La présente étude a présenté différentes statistiques sur les prédictions du taux de croissance du dhp, du taux de survie, de l'équation hauteur-dhp et de l'IDGE obtenues à l'aide des nouveaux modèles étalonnés pour le FVS<sup>Ontario</sup>. L'exercice de validation a été effectué à l'aide d'un ensemble de données indépendantes qui englobait les essences de la banque de données d'inventaire forestier du Québec.

En règle générale, les prédictions du taux de croissance du dhp, du taux de survie, de l'équation hauteur-dhp et de l'IDGE obtenues à l'aide des nouveaux modèles étalonnés de FVS<sup>Ontario</sup> à partir des données forestières du Québec ont été satisfaisantes. Cependant, les valeurs du PMD laissaient voir que le taux de croissance du dhp de la plupart des essences, sauf celui de l'érable à sucre, du hêtre à grandes feuilles, du bouleau jaune, du tilleul d'Amérique et du chêne rouge, était sous-estimé (tableau 4 et annexes 2 et 3). D'autres études portant sur l'application de FVS à

différents types forestiers (Guertin et Ramm, 1996; Canavan et Ramm, 2000; Lessard et collab., 2001) ont obtenu des résultats similaires. Dans le cadre de la présente étude, peu de valeurs extrêmes du PMD ont été calculées pour le taux de croissance du dhp. Des valeurs extrêmes ont été essentiellement obtenues pour le pin gris, le peuplier faux-tremble, le bouleau à papier, le bouleau jaune et le tilleul d'Amérique. Elles étaient associées à de faibles classes de surface terrière (<10 m<sup>2</sup>/ha) et de dhp (<15 cm). La figure 1 présente un bon exemple de la capacité prédictive du nouveau modèle étalonné pour l'épinette noire. De façon générale, l'amplitude de la variation du PMD mettait en évidence un problème en ce qui concerne la prédiction des petits dhp, même si la moyenne du PMD se situait autour de 0 % (tableau 4). Les différences de densité de peuplement peuvent expliquer la proportion relativement élevée de taux de croissance du dhp sous-estimés. Les plages de densité de peuplement des données de l'Ontario qui ont servi à étalonner les nouveaux modèles de croissance du dhp étaient différentes de celles des données du Québec, qui incluaient des peuplements à densité plus faible. De plus, les erreurs d'estimation de l'indice de site sont un autre facteur qui peut entrer en ligne de compte. Comme mentionné précédemment, des équations de l'indice de site de l'Ontario ont été utilisées pour estimer l'indice de site des peuplements inclus dans l'ensemble de données du Québec. Étant donné que l'âge du peuplement est une variable nécessaire à l'évaluation de l'indice de site, des erreurs d'estimation de l'âge des peuplements de l'ensemble de données du Québec pourraient se traduire par un manque de précision de l'indice de site estimé, occasionnant ainsi des erreurs de prédiction du taux de croissance du dhp.

À l'exception de quelques surestimations, les valeurs du PMD associé au taux de survie étaient proches ou égales à 0 % chez la plupart des essences (tableau 4 et annexes 2 et 3). Les résultats de la présente étude soutiennent la comparaison avec ceux obtenus par Buchman et collab. (1983); ces auteurs avaient constaté une légère surestimation du taux de survie. Les résultats d'une autre étude menée par Eid et Tuhus (2001) ont mis en évidence des tendances à la surestimation et à la sous-estimation des taux de mortalité. En comparaison de ces deux autres études, les essences de l'ensemble de données du Québec ont donné de très bons résultats avec le modèle du taux de survie.

Le PMD associé à l'équation hauteur–dhp laissait supposer que les nouveaux modèles étaient bien adaptés aux conditions du Québec. Chez la plupart des essences, le modèle hauteur–dhp en fonction du dhp a sous-estimé la hauteur de tige (tableau 6 et annexes 2 et 3). Une tendance similaire a été observée par McClellan et Biles (2003), qui ont évalué la performance de FVS-SEAPROG en comparant les prédictions des modèles aux hauteurs observées chez les 40 plus gros arbres par acre. Les résidus qu'ils ont obtenus se situaient entre -7,6 et 7,9 m, avec une moyenne de sous-estimation de la hauteur de tige de 0,55 m. Un petit nombre de valeurs extrêmes du PMD associé à l'équation hauteur–dhp a été obtenu uniquement pour le pin gris, le sapin baumier et le peuplier faux-tremble, alors que ces valeurs étaient associées à une surface terrière (<10 m<sup>2</sup>/ha) et un dhp (<15 cm) plus faibles.

Le modèle d'IDGE a surestimé l'IDGE chez la plupart des types forestiers du Québec. Les tendances observées dans le cadre de la présente étude n'allaient cependant pas à l'encontre des résultats d'autres études portant sur des variables similaires associées à la densité de peuplement. Lors de leur étude de la performance de FVS-SEAPROG, McClellan et Biles (2003) ont constaté que le nombre d'arbres par acre (NAA) était généralement surestimé, sauf dans les peuplements denses. En revanche, Canavan et Ramm (2000), qui ont vérifié le modèle du NAA de la variante Lake States de FVS (LS-FVS) en utilisant un intervalle de projection de 10 ans et trois niveaux de simulation, ont constaté que le modèle produisait des sous-estimations pour toutes les essences combinées et tous les niveaux de simulation. Plusieurs valeurs extrêmes du PMD ont été calculées dans le cadre de cette étude et ont été associées à une surface terrière (<15 m<sup>2</sup>/ha) et à un indice de site (<15 m) plus faibles.

Sauf pour quelques valeurs extrêmes, les valeurs de l'EFM laissent généralement voir que le nouveau modèle de FVS<sup>Ontario</sup> permettrait d'obtenir de bonnes prédictions des variables des peuplements pour de nombreuses placettes-échantillons de l'ensemble de données du Québec. Les valeurs du RV, qui est une mesure de la variance estimée par rapport à la variance observée, laissent voir que FVS<sup>Ontario</sup> pouvait être relativement précis. Dans le cas de l'EFM et du RV, c'est avec le taux de survie que les meilleurs résultats ont été obtenus. Les valeurs extrêmes obtenues pour le taux de croissance du dhp, l'équation hauteur-dhp et l'IDGE ont été associées à des conditions particulières, comme une densité de peuplement (<1 250 tiges/ha) et un indice de site (<15 m) plus faibles. Le petit nombre de données utilisé lors de l'exercice de validation pourrait en être la cause.

## CONCLUSION

La validation des modèles récemment élaborés pour FVS<sup>Ontario</sup> à l'aide de données indépendantes du Québec a donné des résultats consistants. Cependant, la proportion de taux de croissance du dhp qui a été sous-estimée était passablement élevée chez toutes les essences. Les différences entre les caractéristiques de l'ensemble de données d'étalonnage (données sur des peuplements situés en Ontario) et l'ensemble de données de validation ainsi que des erreurs d'estimation de l'indice de site pourraient en être à l'origine. Même si les nouveaux modèles ont donné des résultats constants avec un ensemble de données indépendantes, les résultats obtenus montrent cependant que les modèles obtenus empiriquement par des méthodes statistiques doivent être utilisés avec prudence lorsqu'il s'agit de peuplements forestiers dont les caractéristiques peuvent différer de celles de l'ensemble de données d'étalonnage.

## REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier sincèrement le Fonds du Patrimoine vital de l'Ontario, le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, le Partenariat pour la recherche forestière de Tembec et le Centre écologique du Canada pour l'aide financière apportée à ce projet. La contribution du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec a été exceptionnelle, puisque celui-ci nous a fourni l'ensemble de données qui a rendu possible ce volet du projet d'élaboration de FVS<sup>Ontario</sup>. Nous désirons également remercier Erin E. Smith-Mateja du USDA Forest Service et Abdel-Azim Zumrawi de la Direction de la recherche du ministère des Forêts de la Colombie-Britannique pour leurs observations judicieuses sur une précédente version du manuscrit. Nous sommes très reconnaissants à Pamela Cheers, réviseure anglaise du Centre de foresterie des Laurentides, pour sa révision du manuscrit.

## BIBLIOGRAPHIE

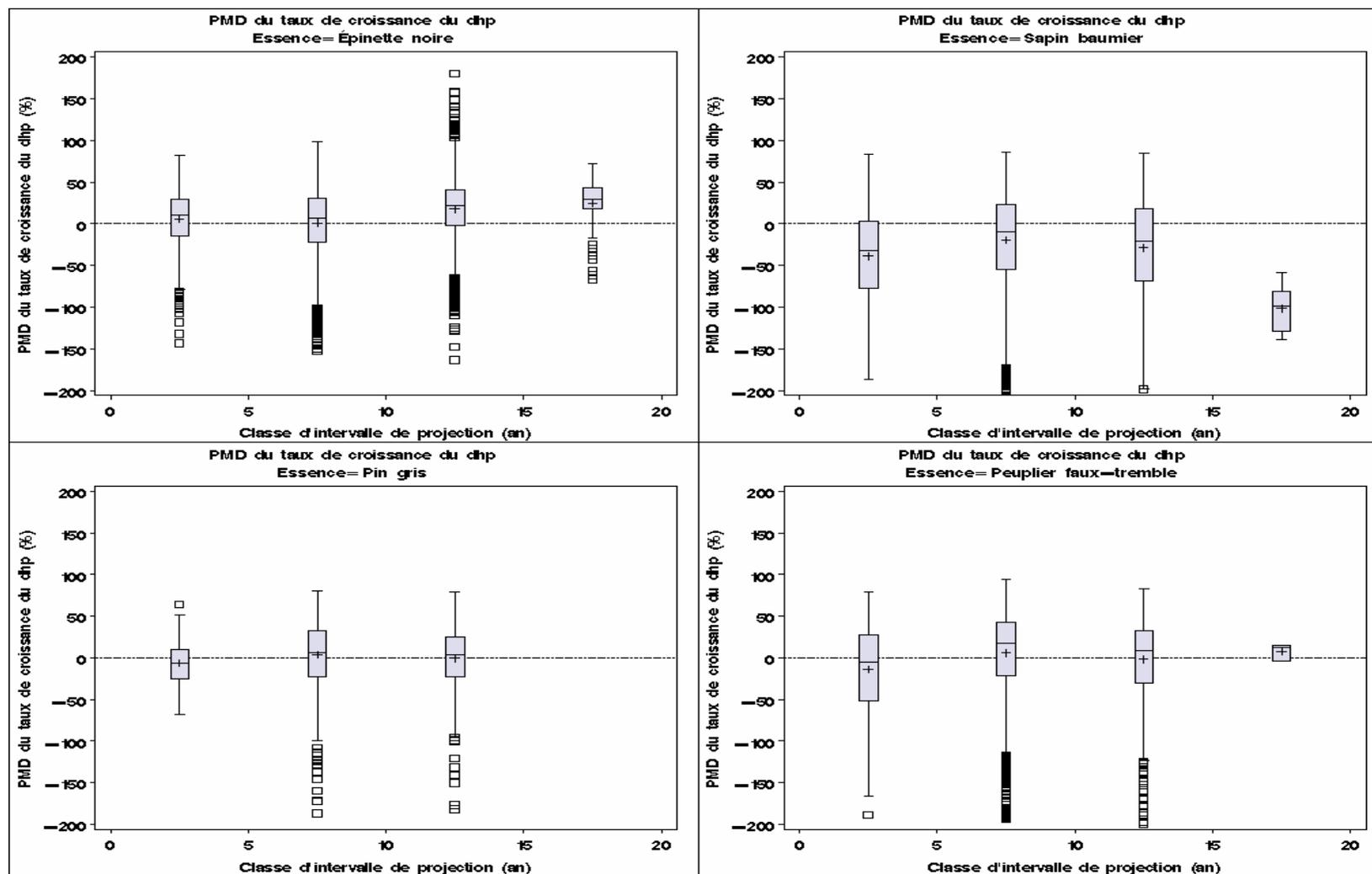
- Bégin, J.; Raulier, F. 1995. Comparaison de différentes approches, modèles et tailles d'échantillons pour l'établissement de relations hauteur-diamètre locales. *Can. J. For. Res.* 25:1303-1312.
- Buchman, R.G. 1983. Survival predictions for major Lake States tree species. USDA For. Serv., North Central For. Exp. Stn., Res. Pap. NC-233.
- Buchman, R.G.; Pederson, S.P.; Walters, N.R. 1983. A tree survival model with application to species of the Great Lakes region. *Can. J. For. Res.* 13:601-608.
- Buchman, R.G. 1985. Performance of a tree survival model on national forests. *North. J. Appl. For.* 2:114-116.
- Canavan, S.J.; Ramm, C.W. 2000. Accuracy and precision of 10 year predictions for Forest Vegetation Simulator - Lake States. *North. J. Appl. For.* 17(2):62-70.

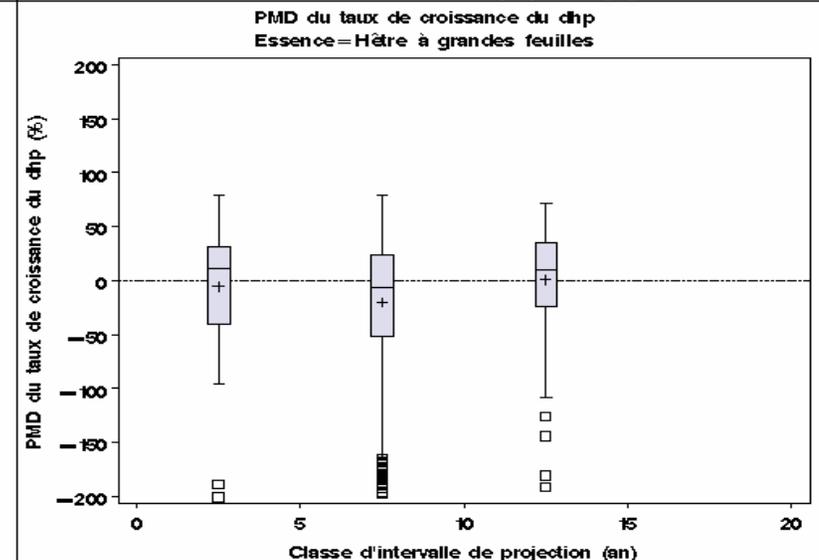
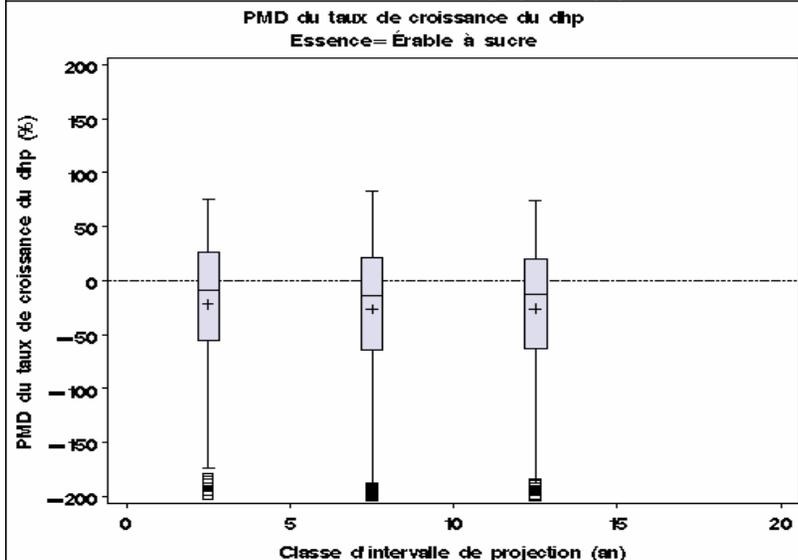
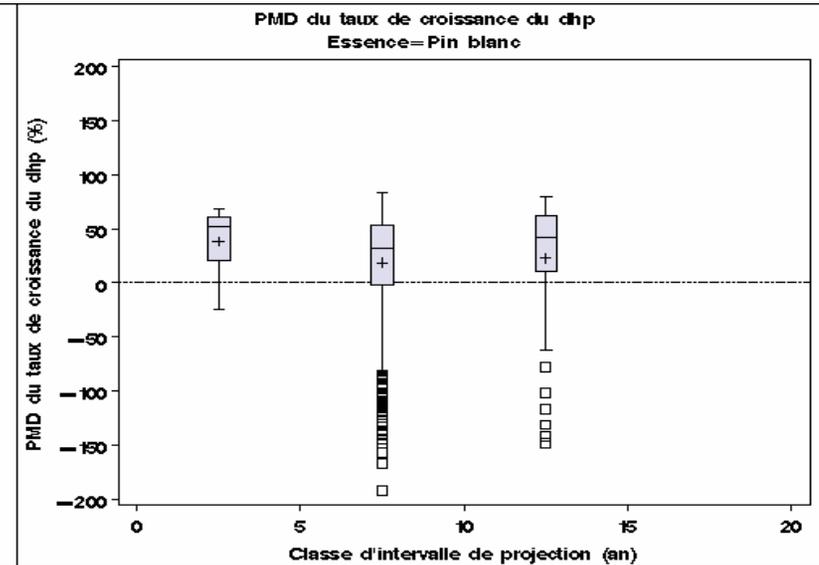
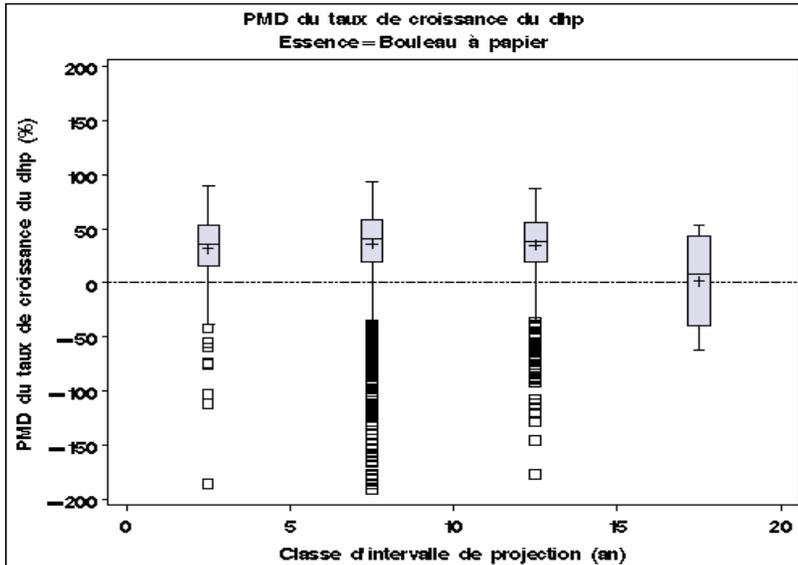
- Carmean, W.H. 1996. Site-quality evaluation, site-quality maintenance, and site-specific management for forest land in northwest Ontario. Ont. Minist. Nat. Resour., NWST, Thunder Bay, Ontario, Tech. Rep. TR-105.
- Eid, T.; Tuhus, E. 2001. Models for individual tree mortality in Norway. *For. Ecol. Manag.* 154:69-84.
- Farnden, C. 1997. Calibration and use of FVS for simulating stand dynamics of multi-storied wet-belt white spruce/subalpine fir stands near Prince George, BC. McGregor Model Forest Association, Prince George, BC, Canada.
- Gadow, K.V.; Hui, G. 1999. Modelling forest development. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Guertin, P.J.; Ramm, C.W. 1996. Testing Lake States TWIGS: five-year growth projections for upland hardwoods in northern Lower Michigan. *North. J. Appl. For.* 13:182-188.
- Holdaway, M.R.; Brand, G.J. 1983. An evaluation of the STEMS tree growth projection system. USDA For. Serv., North Central For. Exp. Stn., Res. Pap. NC-234.
- Holdaway, M.R.; Brand, G.J. 1986. An evaluation of Lake States STEMS85. USDA For. Serv., North Central For. Exp. Stn., Res. Pap. NC-269.
- Lacerte, V.; Larocque, G.R.; Woods, M.; Parton, W.J. 2007. Forest Vegetation Simulator model calibration for Ontario (FVS<sup>Ontario</sup>). Project number 130-107. Nat. Resour. Can., Can. For. Serv., Laurentian For. Cent., Information Report LAU-X-
- Lessard, V.C.; McRoberts, R.E.; Holdaway, M.R. 2001. Diameter growth models using Minnesota Forest Inventory and Analysis data. *For. Sci.* 47:301-310.
- McClellan, M.H.; Biles, F.E. 2003. Performance of the SEAPROG prognosis variant of the forest vegetation simulator. USDA For. Serv., Pacific Northwest Res. Stn., Res. Pap. PNW-RP-555.
- Monserud, R. A.; Sterba, H. 1999. Modeling individual tree mortality for Austrian forest species. *For. Ecol. Manag.* 113:109-123.
- Pothier, D.; Savard, F. 1998. Actualisation des tables de production pour les principales essences forestières du Québec. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction des inventaires forestiers.
- SAS Institute Inc. 2001. Commercial Computer Software (release 8.02). Cary, NC, USA.
- Vanclay, J.K. 1994. Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests. CAB International, Wallingford, UK.

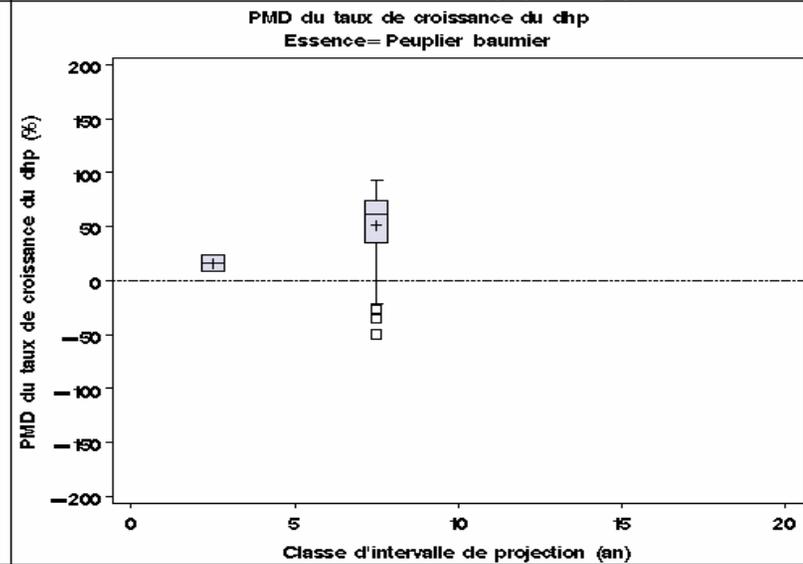
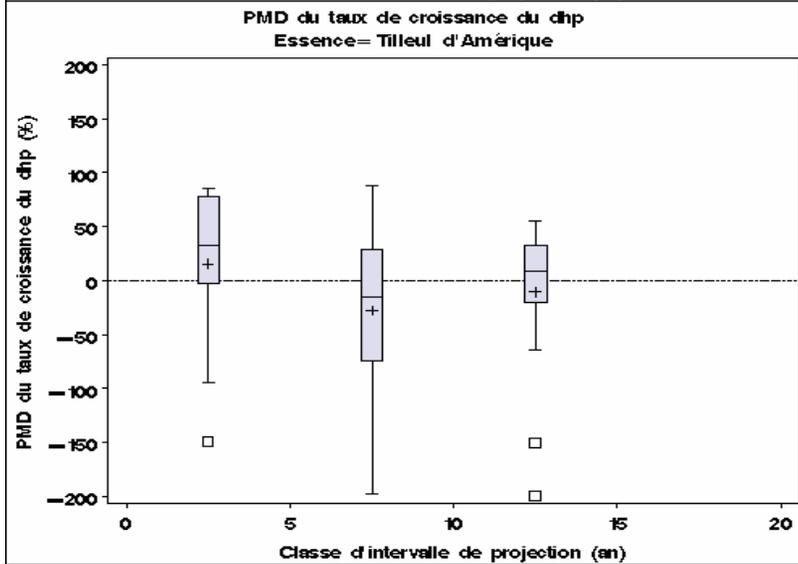
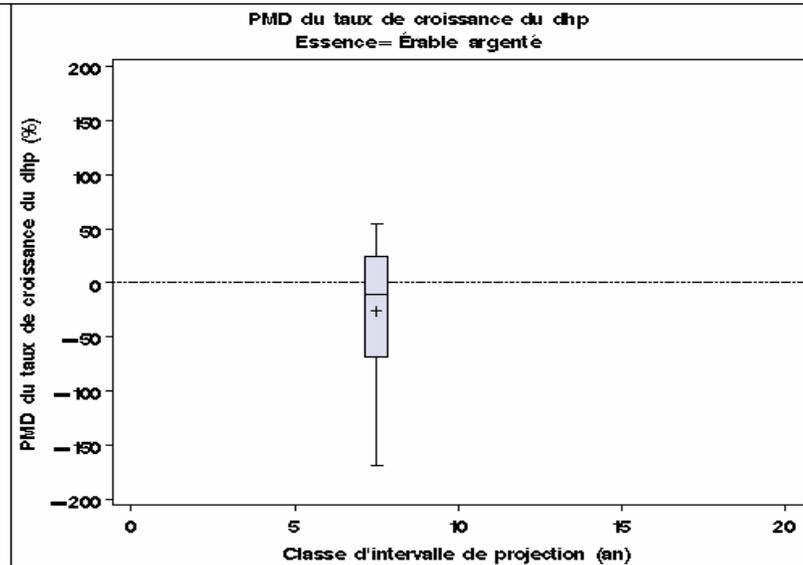
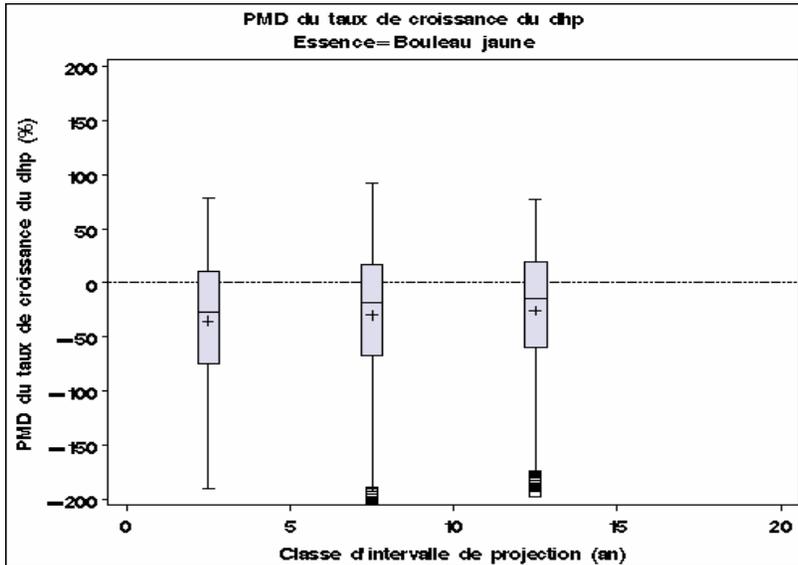
**Annexe 1** : Procédure SAS utilisée pour estimer la hauteur dominante des placettes-échantillons de l'ensemble de données du Québec. L'équation élaborée par Bégin et Raulier (1996) a été utilisée.

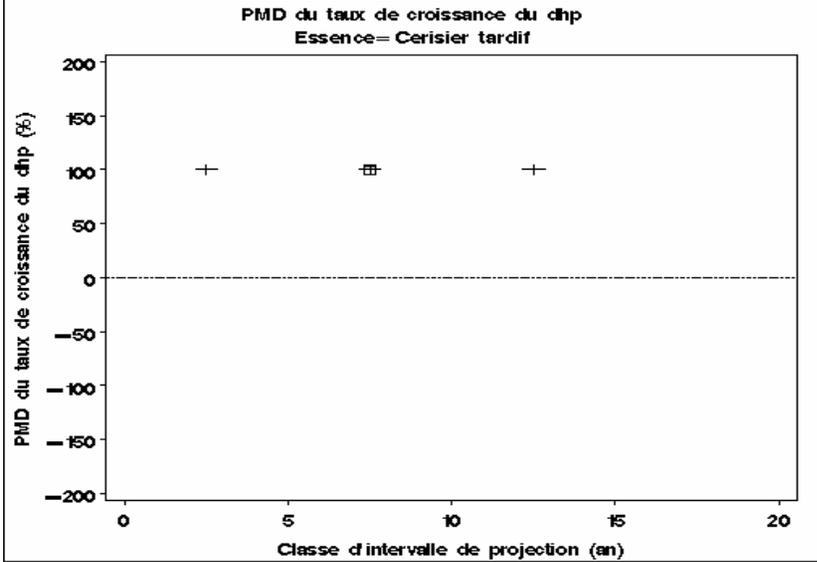
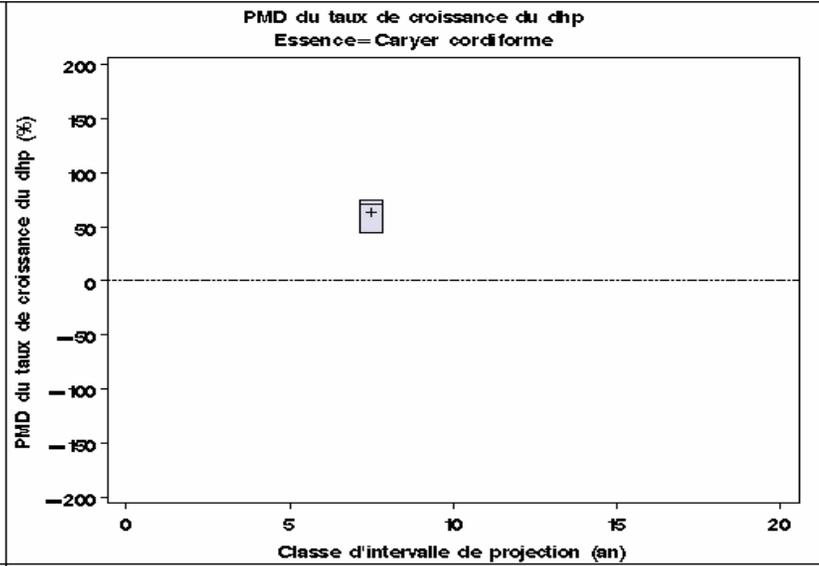
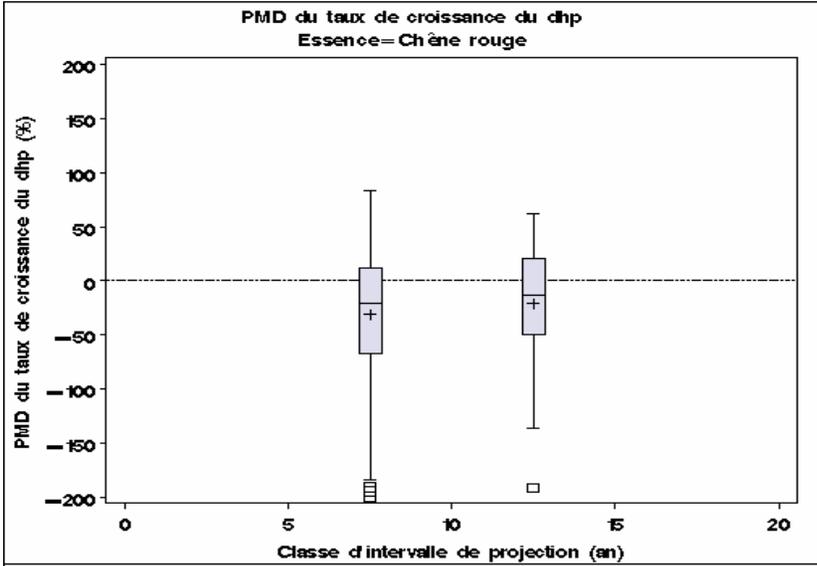
```
proc model data=HAUTEUR2;
BY ESSENCE;
TITLE1 "HAUTEUR";
ID IDPEP NOARBRE MEAN_DBH DHPCM MEAN_DBH ESSENCE MEAN_H;
parms B2=0 TO 20 BY 0.1;
HT=1.3+(DHPCM/((MEAN_DBH/(MEAN_H-1.3)))+(B2*(DHPCM-MEAN_DBH)) ) );
fit HT START=(B2 0) CORR OUT=RESULTS_HAUT
CONVERGE=0.000001 MAXITER=1000 PRL=WALD OUTEST=TEST.HAUT OUTALL;
ODS OUTPUT ParameterEstimates=TEST.ParameterEstimatesHT;
ODS OUTPUT ResidSummary=TEST.ResidSummaryHT;
run;
quit;
```

**Annexe 2.1** : Diagrammes de type *Box Plot* du pourcentage moyen de différence (PMD) des modèles de taux de croissance du dhp pour différentes essences et classes d'intervalle de projection

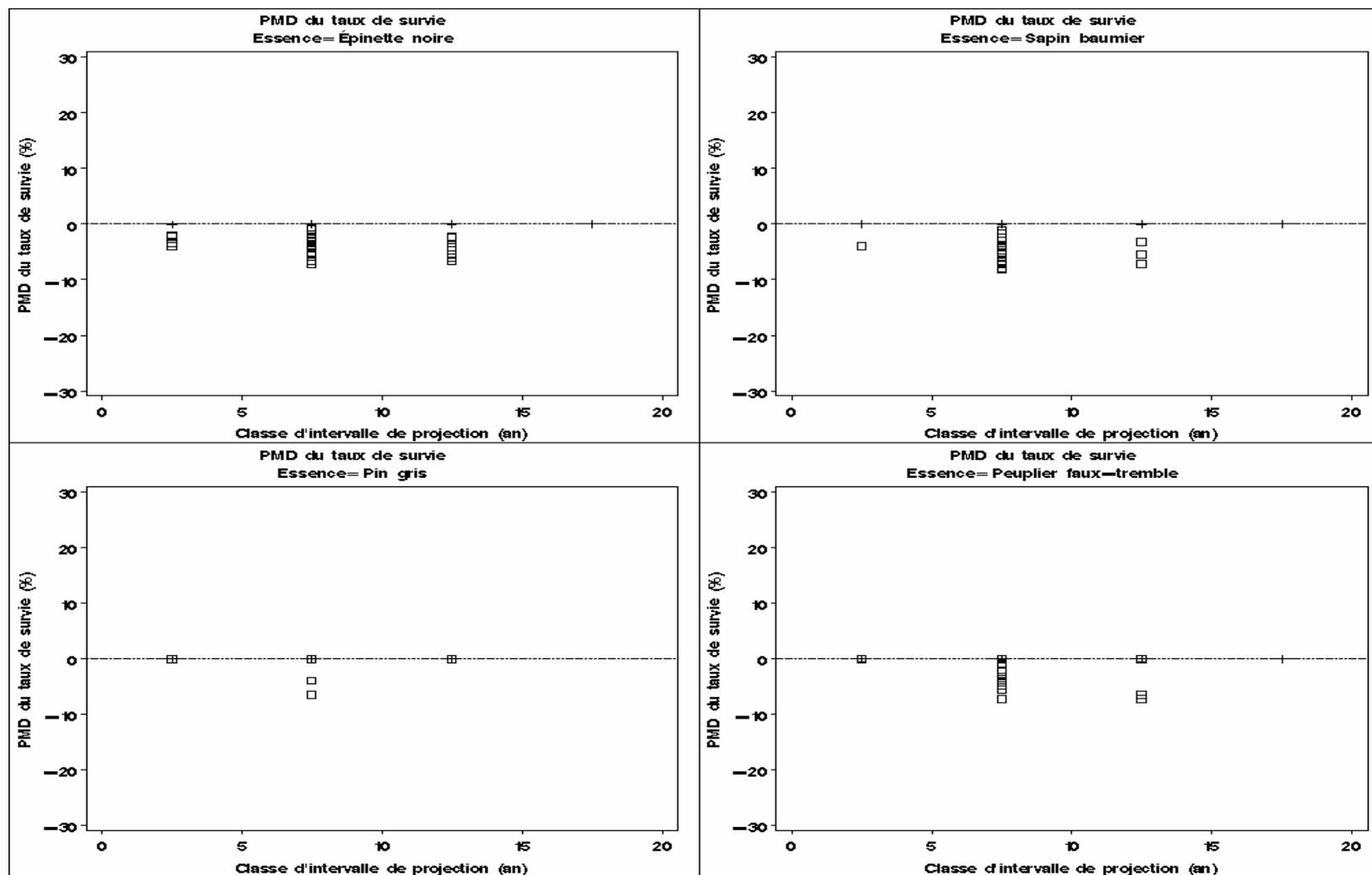


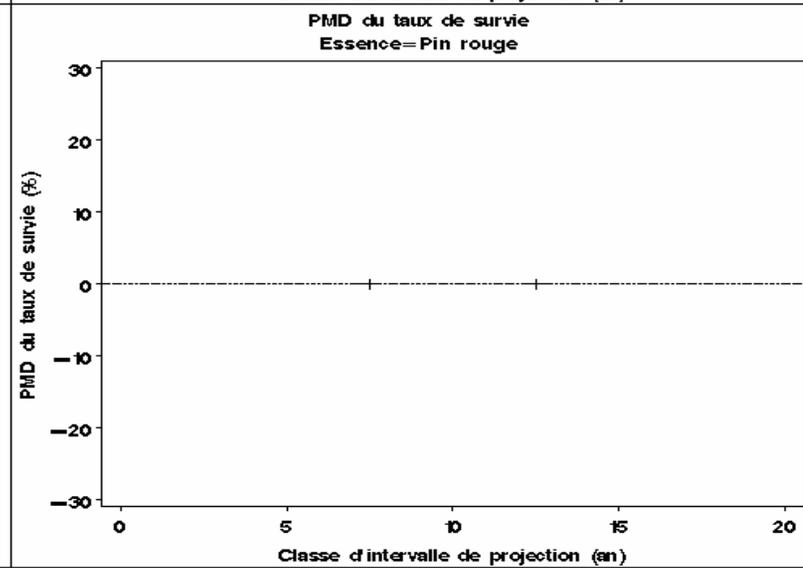
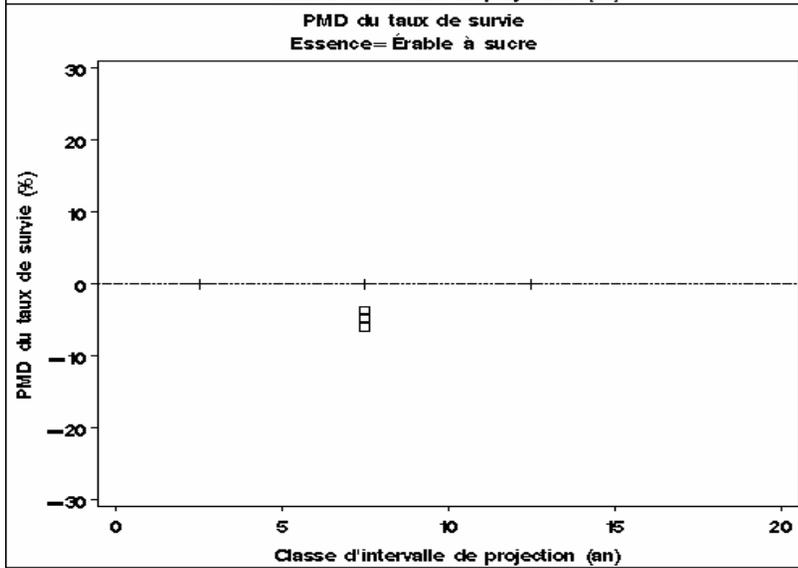
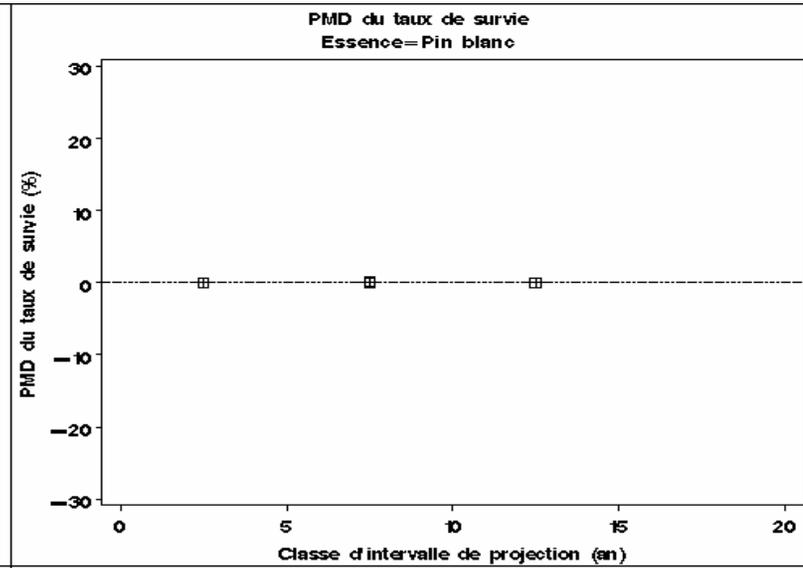
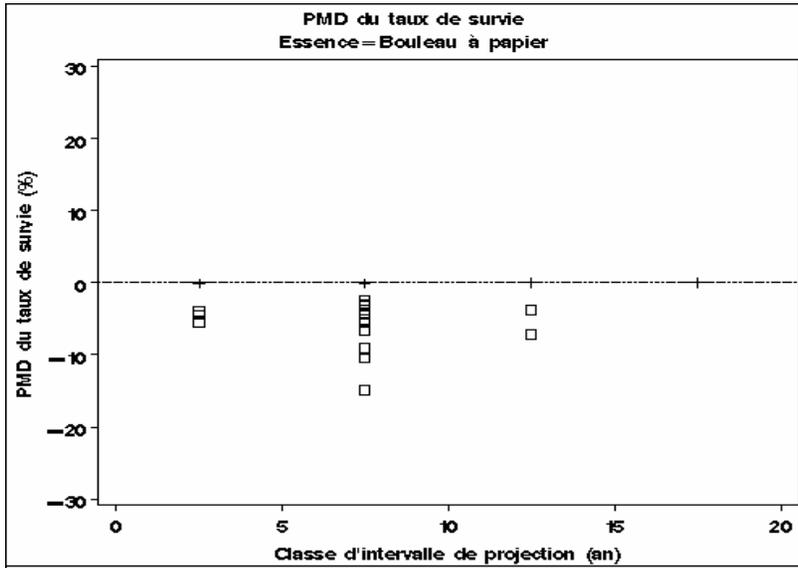


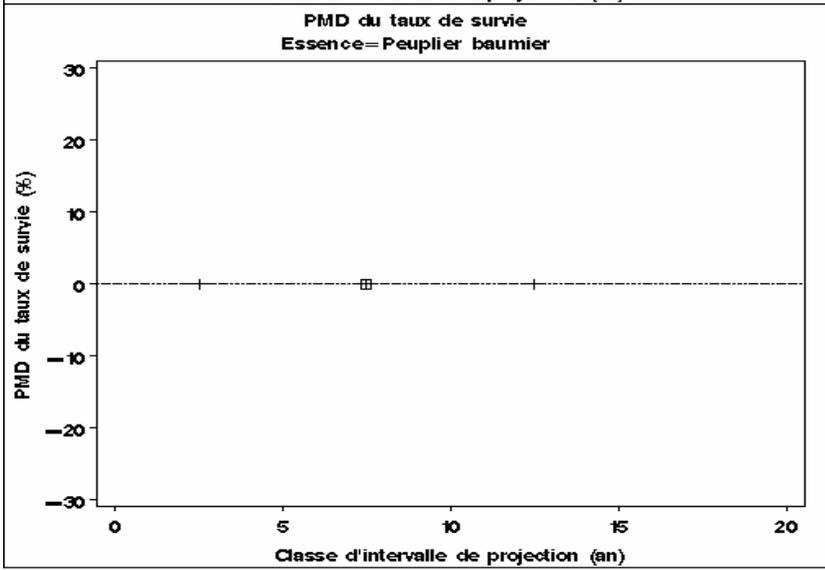
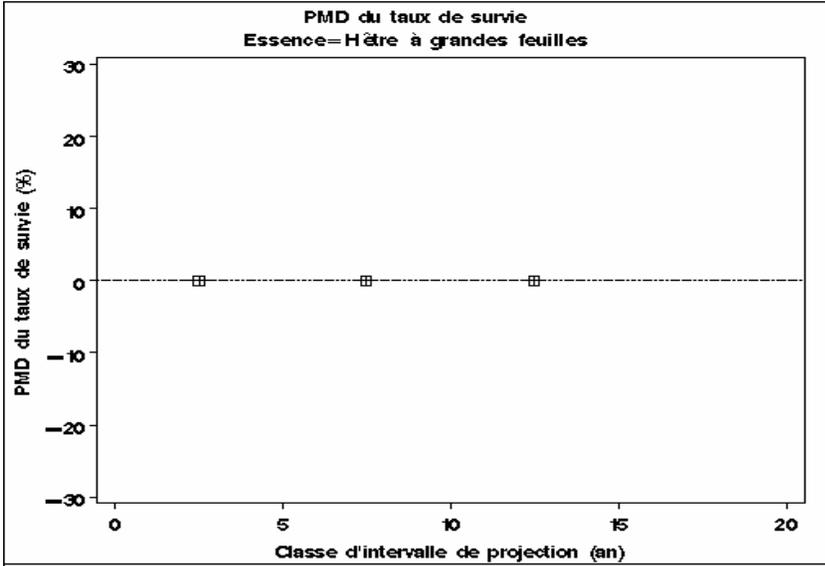




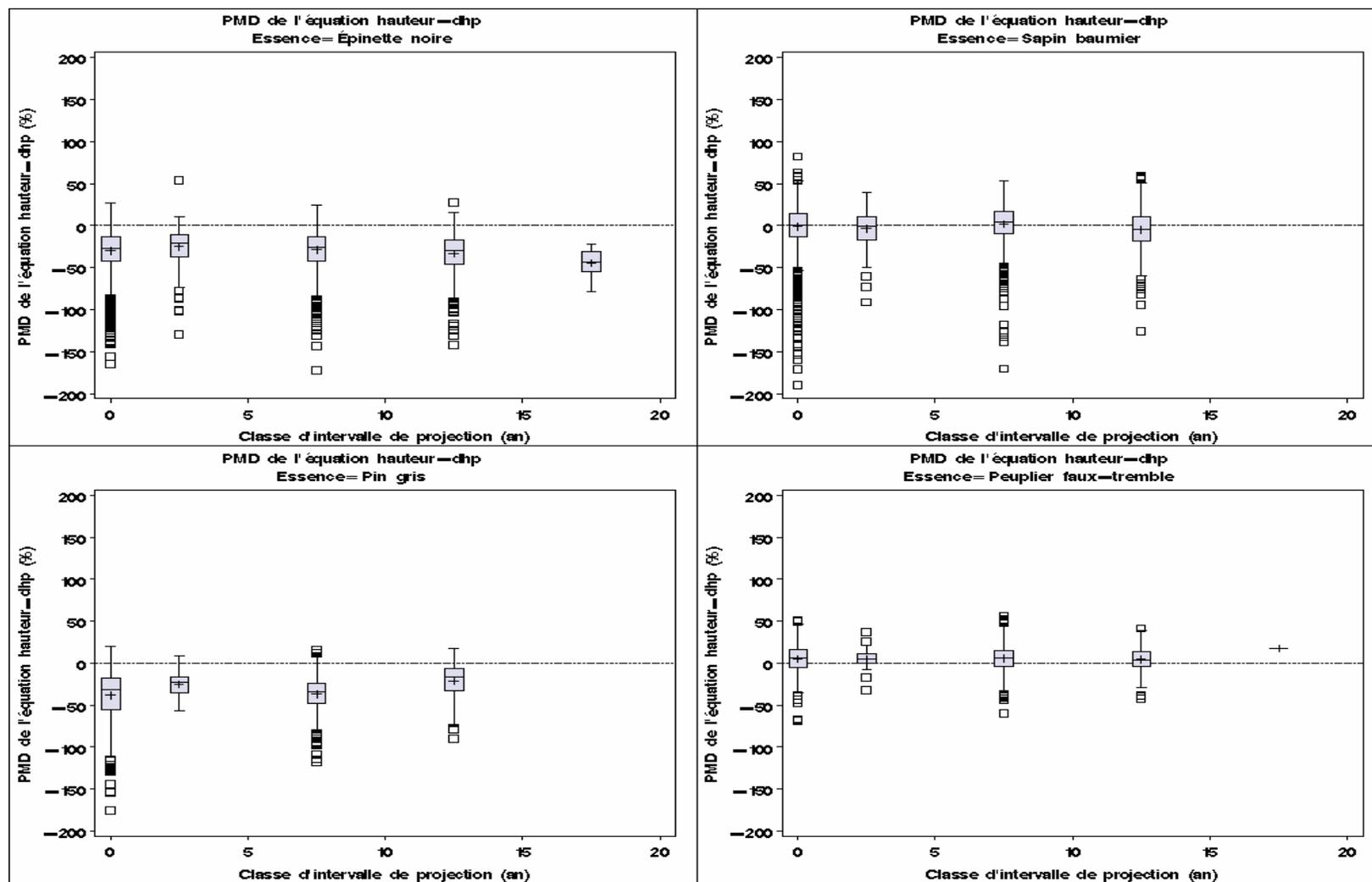
**Annexe 2.2** : Moyenne des valeurs du pourcentage moyen de différence (PMD) des modèles de taux de survie pour différentes essences et classes d'intervalle de projection

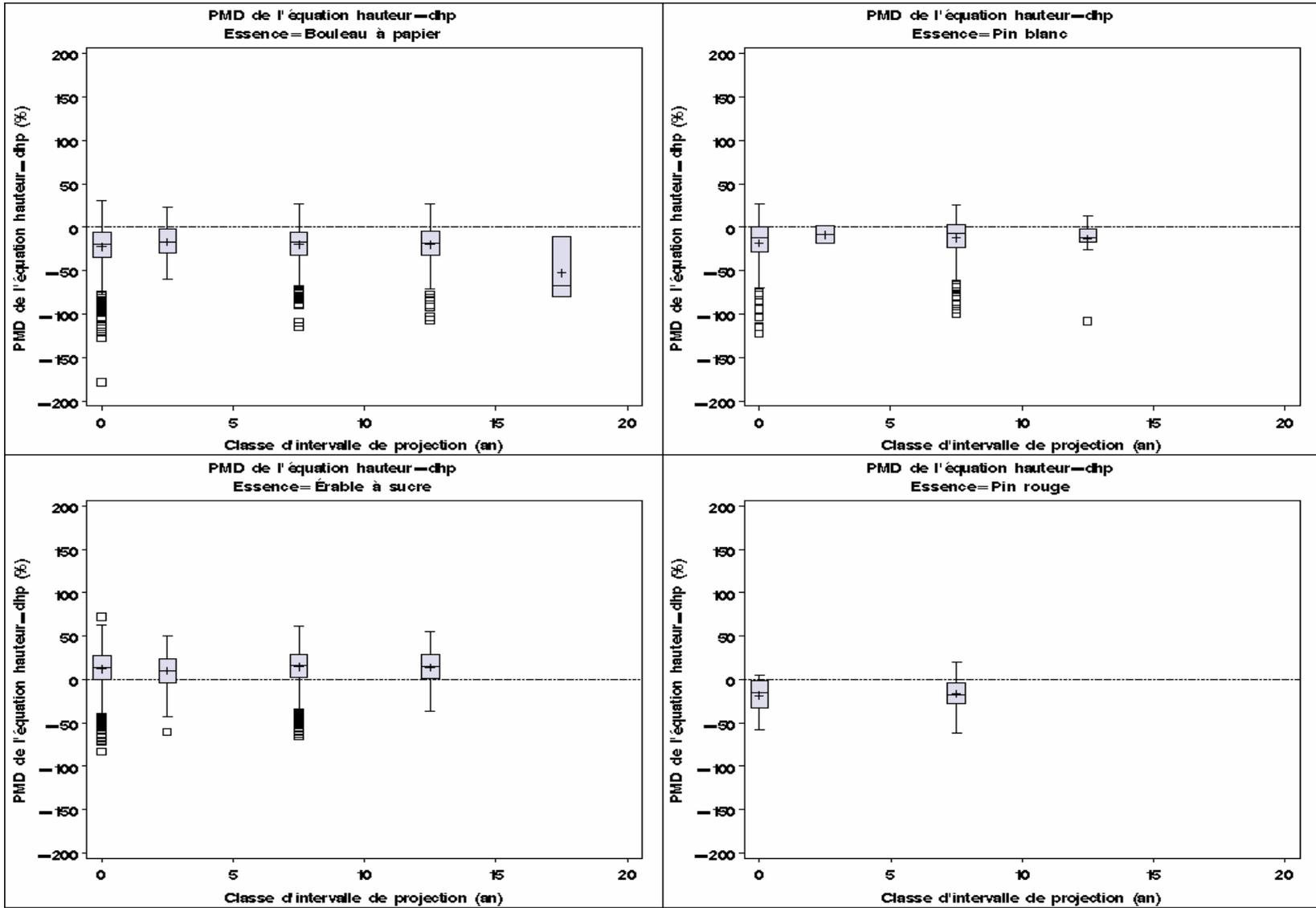


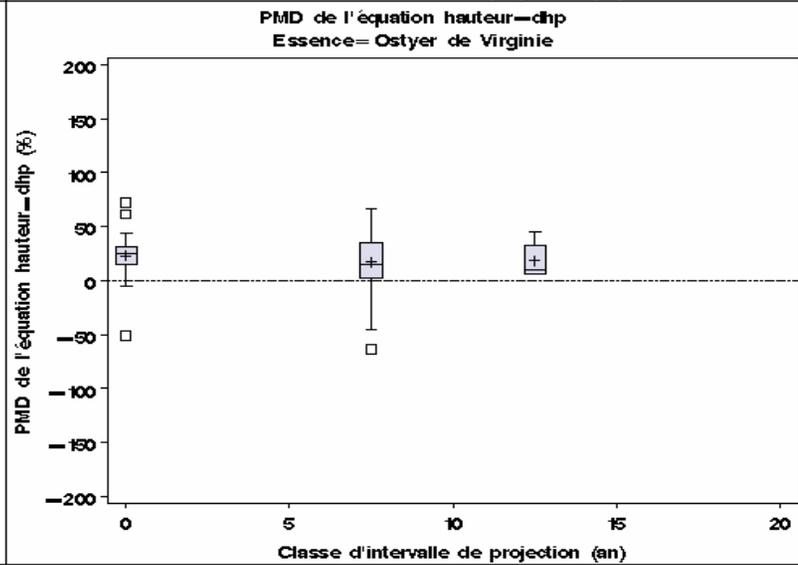
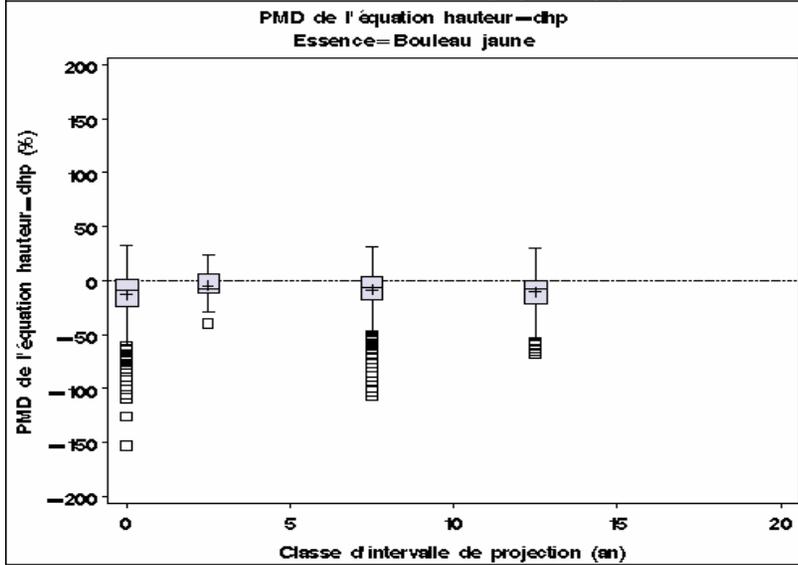
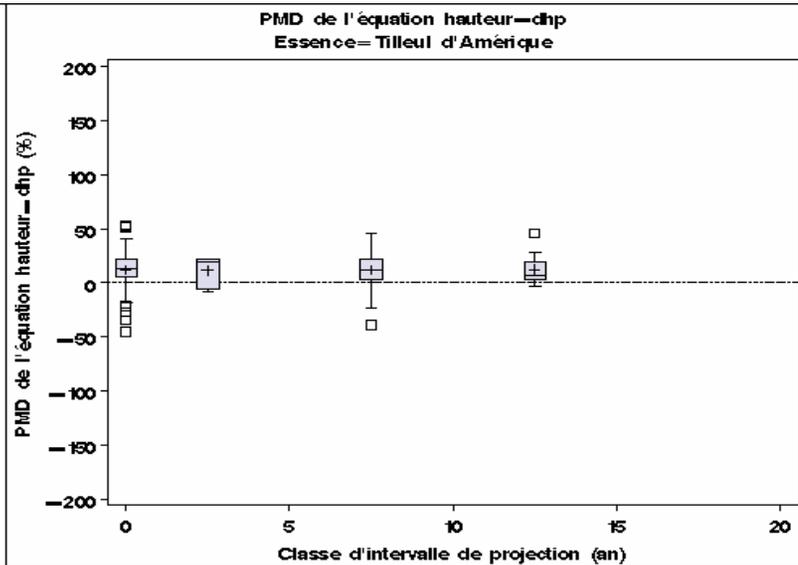
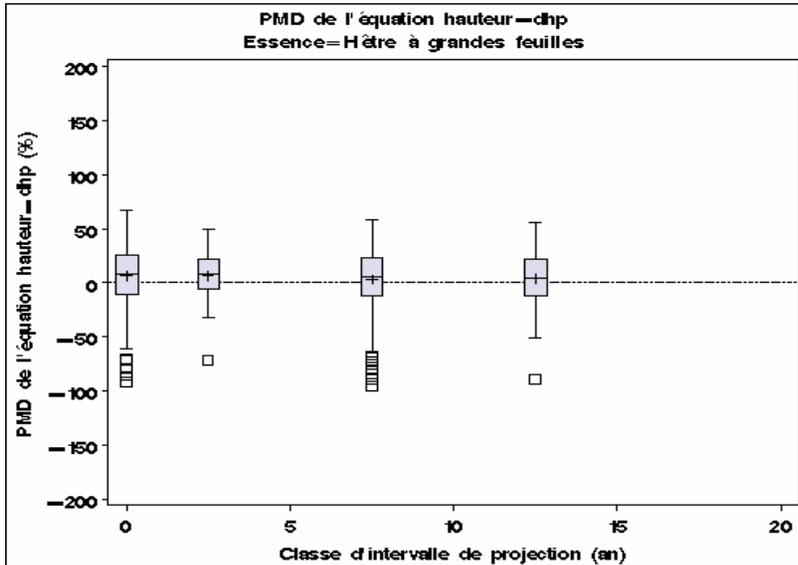


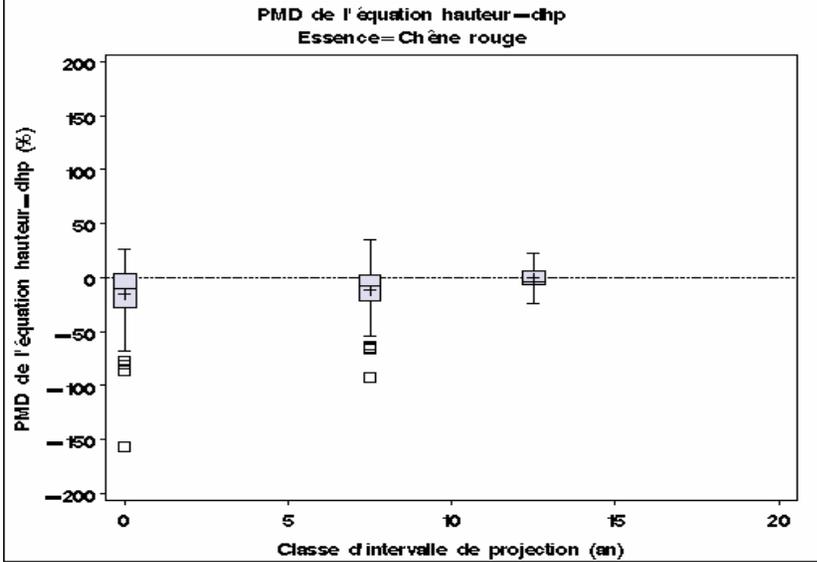
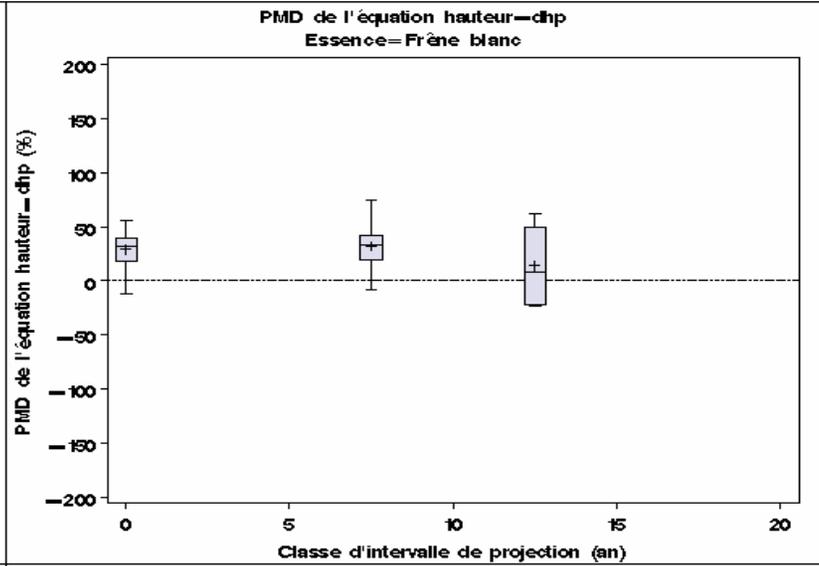
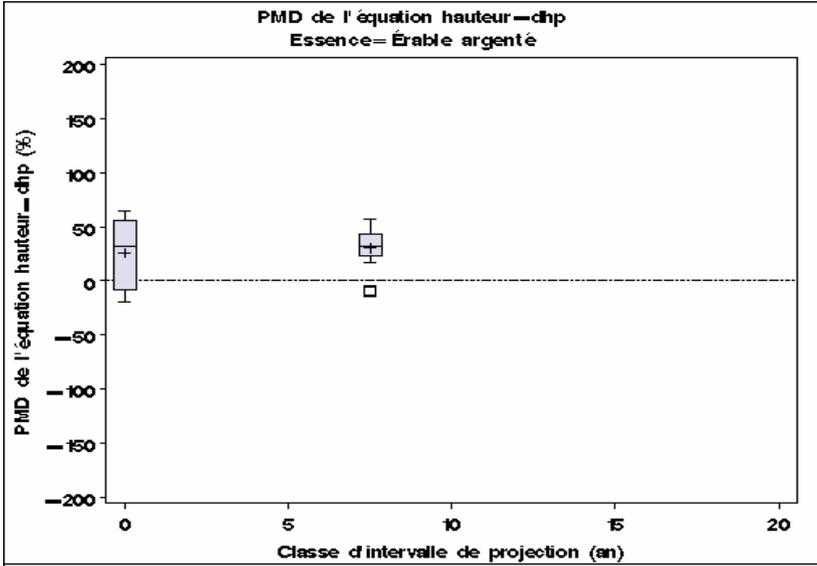


**Annexe 2.3** : Diagrammes de type *Box Plot* du pourcentage moyen de différence (PMD) des modèles hauteur–dhp pour différentes essences et classes d'intervalle de projection

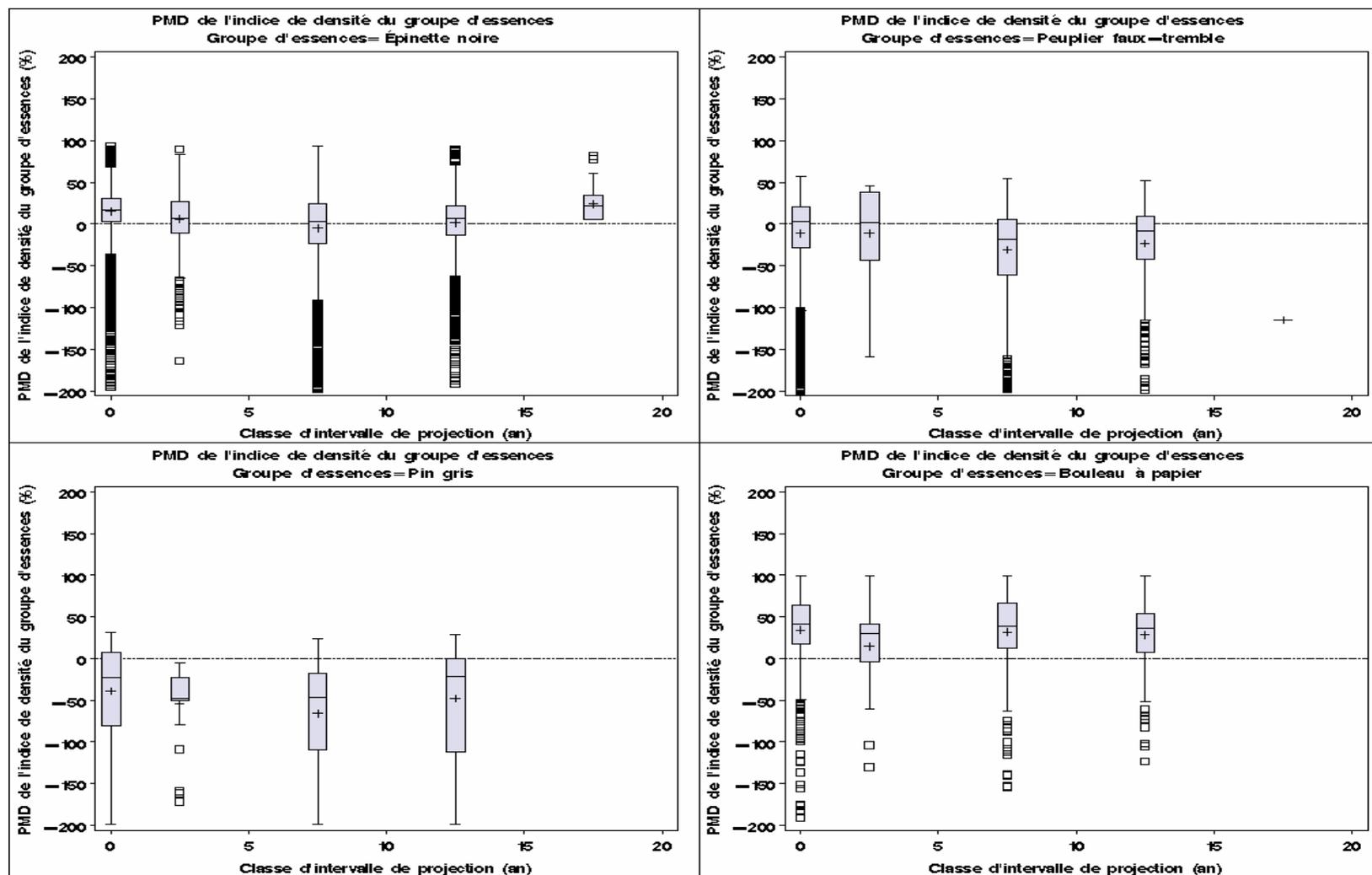


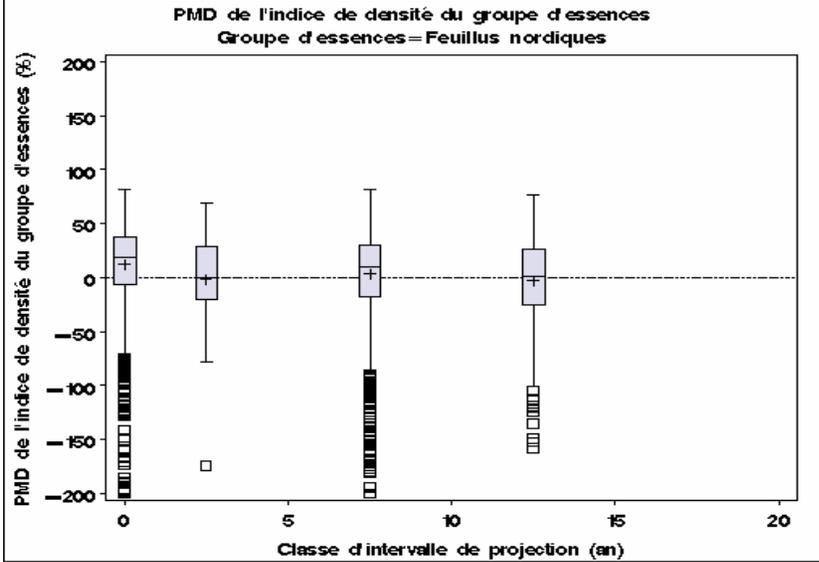
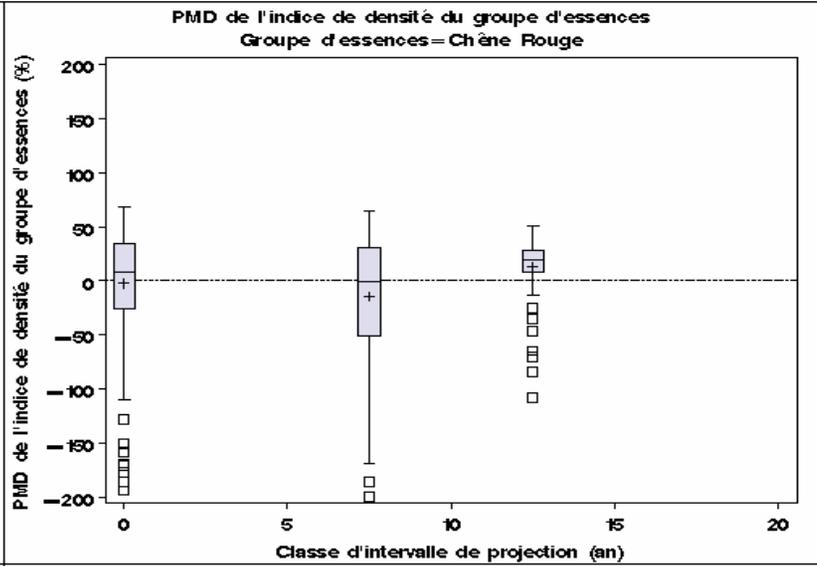
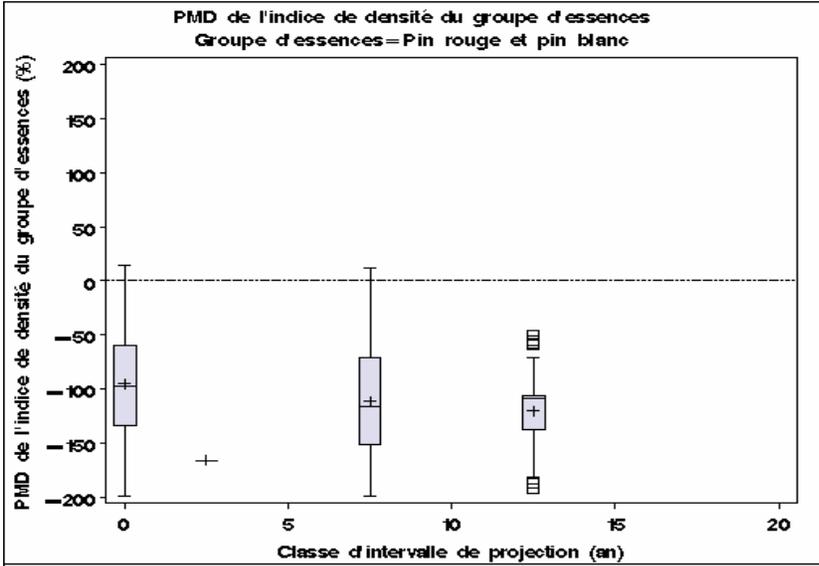






**Annexe 2.4 :** Diagrammes de type *Box Plot* du pourcentage moyen de différence (PMD) des modèles de l'indice de densité du groupe d'essences pour différentes essences et classes d'intervalle de projection





**Annexe 3** : Moyennes des valeurs du pourcentage moyen de différence (PMD) obtenues pour les modèles de taux de croissance du dhp, de taux de survie, de hauteur–dhp et d’indice de densité du groupe d’essences pour différentes essences croissant dans différentes combinaisons de classes de densité de peuplement et d’indice de site

		Taux de croissance du dhp (cm/ha)				Taux de survie (proportion)				Hauteur–dhp (m)				Indice de densité du groupe d’essences (arbres/ha)			
		Classe d’indice de site (m)															
		12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Essence	Densité de peuplement																
Épinette noire	250	5	-22	19	.	0	0	0	.	-40	-47	-48	-57	53	23	8	-45
	750	10	-10	-24	-26	0	0	0	0	-33	-35	-45	-46	25	7	-15	-55
	1 250	13	-9	-36	.	0	0	0	.	-26	-30	-31	.	17	9	-7	.
	1 750	15	-6	-15	.	0	0	0	.	-21	-25	-15	.	20	12	3	10
	2 250	18	-3	5	.	0	0	0	.	-21	-18	.	.	25	22	11	.
	2 750	19	10	.	.	0	0	.	.	-15	-22	.	.	28	25	.	.
	3 250	25	47	.	.	0	0	.	.	-10	-47	.	.	32	-39	.	.
	4 750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	54	.	.	.
Pin gris	250	20	38	31	.	0	0	0	.	-47	-62	-51	.	-306	-308	-291	.
	750	14	10	7	.	0	0	0	.	-36	-40	-45	.	-142	-137	-105	-160
	1 250	-20	-2	3	.	0	0	0	.	-26	-28	-33	.	-61	-49	-43	.
	1 750	-7	-8	-20	.	0	0	0	.	-15	-18	-26	.	-10	-7	-23	.
	2 250	-2	-16	-22	.	0	0	0	.	-15	-19	-16	.	-4	13	7	.
	2 750	-20	-18	.	.	0	0	.	.	.	-13	.	.	-16	5	.	.
	3 250	-25	.	.	.	0	.	.	.	-10	.	.	.	1	.	.	.
Sapin baumier	250	-37	-6	17	-21	0	0	0	0	14	17	19	6	12	-6	-32	-55
	750	-31	-7	-10	-9	0	0	0	0	-2	7	12	16	1	-18	-26	-37
	1 250	-36	-11	-16	-9	0	0	0	0	-10	2	5	-3	8	-6	-10	-14
	1 750	-39	-16	-27	-15	0	0	0	0	-11	-2	3	1	16	5	9	8
	2 250	-40	-24	-26	.	0	0	0	.	-14	-7	-5	.	22	21	23	.
	2 750	-39	-28	.	.	0	0	.	.	-20	-4	.	.	33	31	.	.
	3 250	-39	-20	.	.	0	-1	.	.	-8	-5	.	.	34	23	.	.

		Taux de croissance du dhp (cm/ha)				Taux de survie (proportion)				Hauteur-dhp (m)				Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)			
		Classe d'indice de site (m)															
		12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Essence	Densité de peuplement																
	3750	-19	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	32	.	.	.
	4 750	.	.	.	.	.	.	.	.	-28	.	.	.	54	.	.	.
Peuplier faux-tremble	250	-57	-11	-11	16	0	0	0	0	25	22	16	20	-158	-136	-118	-105
	750	-13	3	15	14	0	0	0	0	7	7	8	8	-68	-52	-61	-54
	1 250	6	-8	10	19	0	0	0	0	-9	1	1	4	-45	-28	-14	-14
	1 750	15	-14	10	29	0	0	0	0	-3	-4	-3	-9	-52	-8	12	0
	2 250	-5	8	9	.	0	0	0	.	-33	-12	-5	-5	-31	29	21	38
	2 750	.	-4	.	.	.	0	.	.	-20	-18	.	.	34	33	.	.
	3 250	-27	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	7	.	.	.
Bouleau à papier	250	43	45	20	-67	0	0	0	0	-34	-26	-30	-49	-59	26	-17	.
	750	36	37	44	43	0	0	0	0	-27	-21	-18	-45	12	33	37	.
	1 250	31	30	34	43	0	0	0	0	-23	-14	-12	-20	28	39	50	.
	1 750	29	32	31	17	0	0	0	.	-21	-12	-14	-9	48	47	49	94
	2 250	29	33	28	.	0	0	0	.	-14	-12	-7	.	81	75	70	.
	2 750	34	16	.	.	0	0	.	.	-16	-17	.	.	.	.	.	.
	3 250	.	-68	.	.	.	0	.	.	.	-37	.	.	.	75	.	.
Érable à sucre	3750	.	.	.	.	.	.	.	.	-14	.	.	.	.	.	.	.
	250	-24	-17	-14	6	0	0	0	0	-5	0	6	6	-35	-29	-24	-19
	750	-46	-28	-21	-27	0	0	0	0	11	16	22	26	10	12	13	8
	1 250	-78	-42	-27	-54	0	0	0	0	25	32	38	38	46	41	40	40
	1 750	-87	-39	-32	.	0	0	0	.	29	36	34	.	59	57	55	.
	2 250	.	-30	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	71	.	.
Pin blanc	2 750	.	-67	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	82	.	.
	250	-5	0	37	23	0	0	0	0	-15	-16	-19	-16	-356	-276	-295	-453
	750	11	22	29	20	0	0	0	0	-24	-15	-5	-3	-155	-162	-184	-214

		Taux de croissance du dhp (cm/ha)				Taux de survie (proportion)				Hauteur-dhp (m)				Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)			
		Classe d'indice de site (m)															
		12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Essence	Densité de peuplement																
	1 250	11	22	31	.	0	0	0	.	-24	-22	2	.	-100	-88	-102	-115
	1 750	.	6	-5	.	.	0	0	.	-11	-4	4	-13	-37	-46	-12	7
	2 250	.	.	76	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	4	.
Pin rouge	250	.	.	-150	.	.	.	0	.	.	-6	-19	.	-343	-246	-264	.
	750	-35	-28	8	79	0	0	0	0	-17	-12	-3	-24	-266	-148	-112	-123
	1 250	-159	-3	-111	.	0	0	0	.	-17	-35	20	.	-55	-56	-96	.
	1 750	.	27	.	.	.	0	.	.	-31	-30	.	.	2	-17	.	.
Hêtre à grandes feuilles	2 250	.	55	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.
	250	-3	-9	-54	.	0	0	0	.	3	12	20	4	-63	-34	-21	-8
	750	-25	-16	-10	-26	0	0	0	0	-5	1	-3	3	-8	6	6	10
	1 250	-17	-31	-66	.	0	0	0	.	-26	11	20	.	33	42	39	44
Bouleau jaune	1 750	.	-4	-80	.	.	0	0	.	.	.	.	.	51	59	68	.
	250	-17	-15	-33	39	.	.	.	.	-18	-10	-7	-11	-36	-31	-20	-34
	750	-33	-38	-21	-4	.	.	.	.	-15	-7	0	-10	7	14	17	12
	1 250	-92	-47	-18	-4	.	.	.	.	-24	-8	1	-1	30	39	43	42
	1 750	-13	-60	-36	.	.	.	.	.	-18	-11	-5	.	60	57	66	.
Tilleul d'Amérique	2 250	-51	-60	.	.	.	.	.	.	-31	-15	.	.	72	76	.	.
	250	-245	-15	-139	.	.	.	.	.	31	22	18	-6	-45	-27	-17	-14
	750	-66	-56	-39	-6	.	.	.	.	0	9	16	19	15	20	15	6
	1 250	-18	-53	-6	.	.	.	.	.	-3	4	2	23	48	51	46	50
Ostryer de Virginie	1 750	.	31	-16	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	52	61	.
	250	.	.	.	.	.	.	.	.	40	33	44	.	-40	19	-19	-30
	750	.	.	.	.	.	.	.	.	24	18	20	.	9	-8	2	-4
	1 250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	15	.	47	30	33	.
	1 750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-16	.	.	.	13	.	.

		Taux de croissance du dhp (cm/ha)				Taux de survie (proportion)				Hauteur-dhp (m)				Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)			
		Classe d'indice de site (m)															
		12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Essence	Densité de peuplement																
Érable argenté	250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-334	-1	.
	750	.	.	.	.	.	.	.	.	47	.	.	.	.	9	.	.
Peuplier baumier	250	.	27	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	-45	-62	.
	750	91	64	57	.	0	0	0	.	.	.	.	.	-227	-45	-33	.
	1 250	.	46	47	.	.	0	0	.	.	.	.	.	10	-28	-77	-9
	1 750	.	63	-50	49	.	0	0	0	.	.	.	.	-104	34	6	10
	2 250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	48	.	.
	2 750	.	1	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	48	.	.
Chêne rouge	250	-9	-27	.	.	.	.	.	-29	-8	.	-4	-164	-207	8	-54	
	750	-64	-23	-4	-91	.	.	.	-25	-8	3	-9	-46	-11	-25	-20	
	1 250	-41	-54	-30	24	.	.	.	-17	-7	13	21	29	18	2	38	
	1 750	-23	1	-51	.	.	.	.	-41	4	.	.	47	59	-28	.	
Cerisier tardif	250	100	100	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-15	-40	-7	.	
	750	100	100	100	.	.	.	.	.	.	.	.	-8	22	32	25	
	1 250	.	100	100	.	.	.	.	.	.	.	.	58	48	36	.	
	1 750	.	100	100	.	.	.	.	.	.	.	.	.	54	71	.	
Caryer cordiforme	250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-11	.	
	750	.	45	73	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29	38	.	
Frêne blanc	250	.	.	.	.	.	.	.	45	39	33	.	-38	-24	-12	.	
	750	.	.	.	.	.	.	.	35	31	35	.	4	15	10	33	
	1 250	.	.	.	.	.	.	.	.	7	35	.	59	45	41	44	
	1 750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33	69	.	
	2 250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	77	.	.	

**Annexe 4** : Moyennes des valeurs de l'efficacité du modèle (EFM) obtenues pour les modèles de taux de croissance du dhp, de taux de survie, de hauteur-dhp et d'indice de densité du groupe d'essences pour différentes essences croissant dans des différentes combinaisons de classes de densité de peuplement et d'indice de site.

		Taux de croissance du dhp (cm/ha)				Taux de survie (proportion)				Hauteur-dhp (m)				Indice de densité du groupe d'essences (arbre/ha)			
		Classe d'indice de site (m)															
		12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Essence	Densité de peuplement																
Épinette noire	250	2	3	109	.	1	.	.	.	7	6	3	59	11	3	1	3
	750	10	2	2	1	1	1	.	.	28	9	4	15	3	1	3	11
	1 250	6	1	1	.	1	1	1	.	5	3	14	.	4	2	5	.
	1 750	3	1	1	.	1	1	.	.	7	5	283	.	4	0	2	.
	2 250	4	1	14	.	1	1	.	.	5	56	.	.	8	0	0	.
	2 750	3	2	.	.	.	1	.	.	9	13	.	.	344	2	.	.
	3 250	3	.	.	.	.	.	.	.	87	.	.	.	56	.	.	.
	4 750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pin gris	250	2	7	2	.	.	.	.	.	36	21	10	.	62	126	55	.
	750	2	97	36	.	.	.	1	.	11	8	6	.	30	143	107	.
	1 250	6	3	2	.	.	.	1	.	10	152	10	.	3	4	1	.
	1 750	1	96	2	.	.	.	.	.	10	3	13	.	0	0	194	.
	2 250	36	4	3	.	.	.	.	.	.	3	24	.	0	0	6	.
	2 750	1	3	.	.	.	.	.	.	.	36	.	.	3	1	.	.
	3 250	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sapin baumier	250	3	5	15	1	1	1	.	.	4	4	5	1	4	3	15	2
	750	21	1	1	4	.	1	1	.	1	1	1	1	13	1	2	1
	1 250	13	1	1	2	1	1	1	.	2	3	1	69	5	1	1	1
	1 750	10	1	1	3	1	1	1	.	1	2	1	.	3	1	0	0
	2 250	4	1	5	.	1	2	1	.	4	379	7	.	1906	11	3	.
	2 750	4	1	.	.	1	.	.	.	3	2	.	.	63	6	.	.
	3 250	295	1	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.	864	.	.	.
	3750	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4 750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

		Taux de croissance du dhp (cm/ha)				Taux de survie (proportion)				Hauteur-dhp (m)				Indice de densité du groupe d'essences (arbre/ha)			
		Classe d'indice de site (m)															
		12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Essence	Densité de peuplement																
Peuplier faux-tremble	250	6	259	3	2	.	.	.	.	4	9	48	3	18	22	25	11
	750	1	1	2	2	1	1	.	.	18	3	15	2	8	7	5	5
	1 250	3	3	2	2	.	1	1	.	87	12	2	3	1	1	1	0
	1 750	2	24	1	1	.	1	1	.	4	2	2	8	2	1	2	1
	2 250	3	1	1	.	.	.	1	.	.	12	1	1	1	2	3	.
	2 750	.	2	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	1	4	.	.
	3 250	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bouleau à papier	250	5	2	12	.	.	.	.	.	9	4	1	1	17	13	0	.
	750	3	3	3	3	1	1	1	.	3	3	9	8	3	5	5	.
	1 250	3	23	3	1.31E+29	1	1	.	.	16	4	48	3	5	2	23	.
	1 750	2	4	2	.	1	1	.	.	3	6	9	1	4	6	8	.
	2 250	2	4	3	.	1	1	.	.	2	12	38	.	525	25	.	.
	2 750	3	2	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.
	3 250	.	300	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Érable à sucre	250	2	1	1	1	.	.	.	.	793	1	2	1	6	8	6	1
	750	1	1	1	1	.	1	.	.	3	3	3	8	1	2	1	14
	1 250	6	2	2	2	.	.	.	.	1761	18	2882	28	1	11	4	6
	1 750	5	6	6	.	.	.	.	.	.	62	16	.	.	3	2	.
	2 250	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.
	2 750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pin blanc	250	2	1	2	7	.	.	.	.	2	5	55	2	135	106	224	88
	750	2	7	3	2	.	.	.	.	31	11	1	0	34	29	16	60
	1 250	29	2	2	.	.	.	.	.	1	9	1	.	4	4	11	.
	1 750	.	9	1	.	.	.	.	.	0	0	0	10	1	8	0	0
	2 250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pin rouge	250	.	.	75	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	35	.	.
	750	13	2	1	.	.	.	.	.	10	13	12	.	10	17	7	.
	1 250	8	64	0	.	.	.	.	.	48	9	.	.	2	3	5	.
	1 750	.	9	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.

		Taux de croissance du dhp (cm/ha)				Taux de survie (proportion)				Hauteur-dhp (m)				Indice de densité du groupe d'essences (arbre/ha)			
		Classe d'indice de site (m)															
		12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Essence	Densité de peuplement																
	<b>2 250</b>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Hêtre à grandes feuilles</b>	<b>250</b>	2	2	8	.	.	.	.	.	497	5	6	7	8	11	2	3
	<b>750</b>	2	2	2	1	.	.	.	.	2	2	2	2	1	3	2	17
	<b>1 250</b>	1	1	363	.	.	.	.	.	.	5	4	.	2	1	1	.
	<b>1 750</b>	.	1	21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Bouleau jaune</b>	<b>250</b>	3	2	1	25	.	.	.	.	2	4	8	2	3	57	1	12
	<b>750</b>	1	3	2	2	.	.	.	.	1	2	268	1	0	0	1	11
	<b>1 250</b>	12	1	2	1	.	.	.	.	2	2	4	8	1	1	1	0
	<b>1 750</b>	2	19	8	.	.	.	.	.	7	2	.	.	2	3	7	.
	<b>2 250</b>	2	58	.	.	.	.	.	.	24	.	.	.	4	37	.	.
<b>Tilleul d'Amérique</b>	<b>250</b>	48	8	34	.	.	.	.	.	2	4	1	.	9	23	66	.
	<b>750</b>	3	9	6	4	.	.	.	.	0	55	2	.	1	1	1	19
	<b>1 250</b>	56	26	2	.	.	.	.	.	.	1	1	7	1	10	1	13
	<b>1 750</b>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Ostryer de Virginie</b>	<b>250</b>	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	5	.	14	1	.	.
	<b>750</b>	.	.	.	.	.	.	.	.	3	1063	1	.	5	1	0	.
	<b>1 250</b>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	2	4	.
	<b>1 750</b>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.	1	.	.
<b>Érable argenté</b>	<b>250</b>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<b>750</b>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Peuplier baumier</b>	<b>250</b>	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30	.	.
	<b>750</b>	3	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	1	3	.
	<b>1 250</b>	.	4	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	1	0	.
	<b>1 750</b>	.	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	10	.	.
	<b>2 250</b>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<b>2 750</b>	.	1	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	237	.
<b>Chêne rouge</b>	<b>250</b>	4	10	.	.	.	.	.	.	631	4	.	.	291	51	.	.
	<b>750</b>	12	2	2	5	.	.	.	.	2	3	2	.	2	1	6	0
	<b>1 250</b>	5	5	1	552	.	.	.	.	7	1	2	.	2	1	3	1
	<b>1 750</b>	2	1	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	16	.	.

		Taux de croissance du dhp (cm/ha)				Taux de survie (proportion)				Hauteur-dhp (m)				Indice de densité du groupe d'essences (arbre/ha)			
		Classe d'indice de site (m)															
		12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Essence	Densité de peuplement																
Cerisier tardif	250	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	51	0	4	.
	750	12	62	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0	2	2
	1 250	.	8	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	1	.
	1 750	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.
Caryer cordiforme	250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.
	750	.	.	1 986	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Frêne blanc	250	.	.	.	.	.	.	.	.	2	26	41	.	7	2	12	.
	750	.	.	.	.	.	.	.	.	3 090	6	5	.	2	1	1	.
	1 250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	795	.	.	2	4	.
	1 750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2 250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

**Annexe 5** : Moyennes des valeurs du rapport de variance (RV) obtenues pour les modèles de taux de croissance du dhp, de taux de survie, de hauteur–dhp et d'indice de densité du groupe d'essences pour différentes essences croissant dans différentes combinaisons de classes de densité de peuplement et d'indice de site

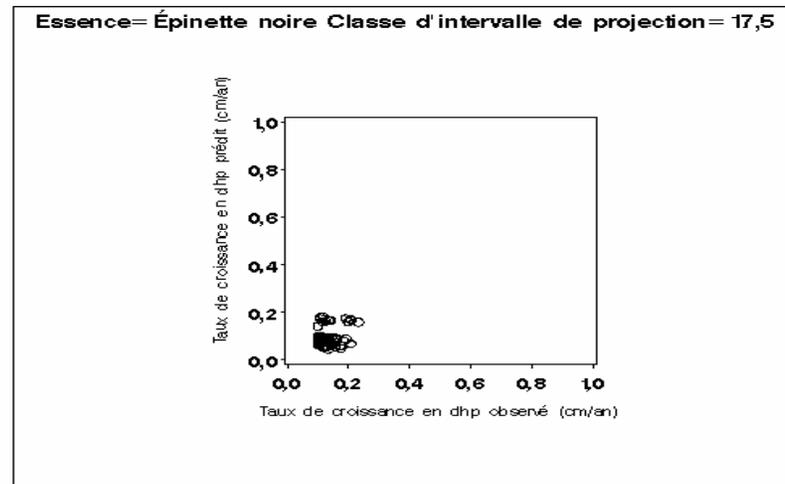
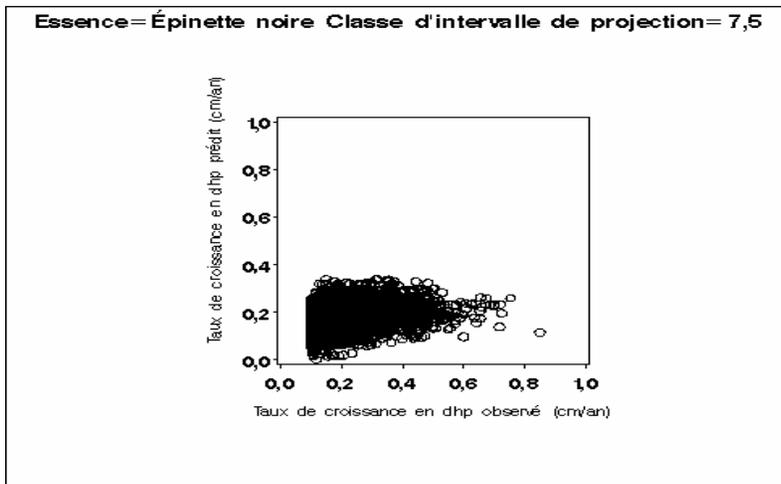
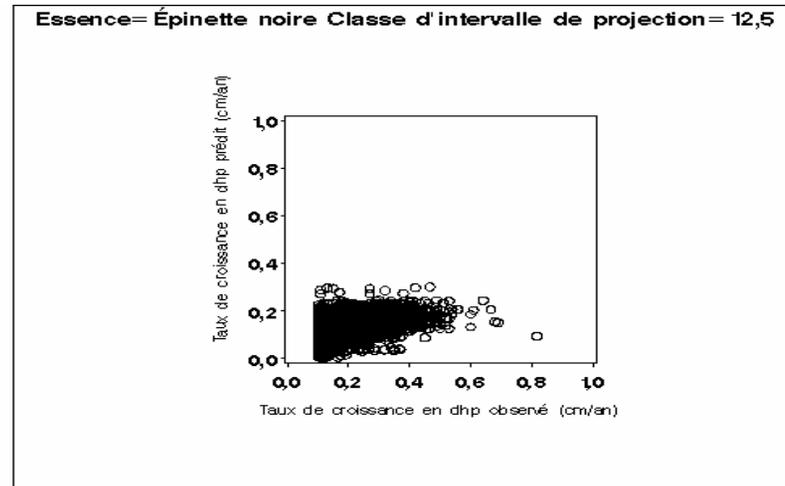
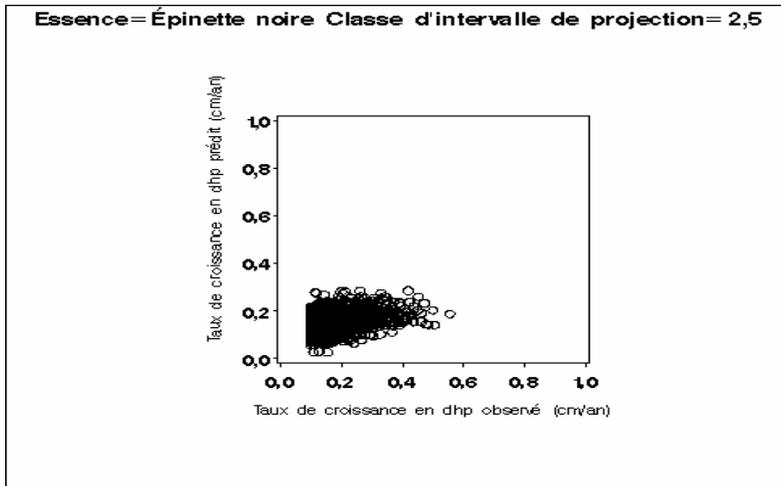
		Taux de croissance du dhp (cm/ha)				Taux de survie (proportion)				Hauteur–dhp (m)				Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)			
		Classe d'indice de site (m)															
		12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Essence	Densité de peuplement																
Épinette noire	250	1	0	0	.	0	.	.	.	2	2	2	1	2	1	1	2
	750	1	0	0	0	0	0	.	.	2	2	1	3	1	2	3	2
	1 250	0	0	0	.	0	0	0	.	1	2	1	.	2	1	1	.
	1 750	0	0	0	.	0	0	.	.	2	2	59	.	1	1	1	.
	2 250	0	0	0	.	0	0	.	.	1	4	.	.	1	1	1	.
	2 750	0	0	.	.	.	0	.	.	3	1	.	.	20	0	.	.
	3 250	0	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	0	.	.	.
	4 750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pin gris	250	0	1	0	.	.	.	.	.	1	1	0	.	13	12	6	.
	750	1	8	12	.	.	.	0	.	1	1	0	.	5	5	1	.
	1 250	2	1	1	.	.	.	0	.	1	2	2	.	2	1	1	.
	1 750	0	1	0	.	.	.	.	.	1	1	0	.	1	1	1	.
	2 250	5	1	0	.	.	.	.	.	.	1	2	.	1	0	1	.
	2 750	0	1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	0	0	.	.
	3 250	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sapin baumier	250	0	0	0	0	0	0	.	.	1	3	1	1	3	3	5	1
	750	0	0	0	0	.	0	0	.	1	1	1	1	8	2	2	2
	1 250	0	0	0	0	0	0	0	.	1	1	2	1	1	2	2	2
	1 750	0	0	0	0	0	0	0	.	1	2	1	.	1	1	1	1
	2 250	0	0	0	.	0	0	0	.	2	26	6	.	44	12	1	.
	2 750	0	0	.	.	0	.	.	.	3	3	.	.	2	1	.	.
	3 250	0	0	.	.	.	0	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.

		Taux de croissance du dhp (cm/ha)				Taux de survie (proportion)				Hauteur-dhp (m)				Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)			
		Classe d'indice de site (m)															
		12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Essence	Densité de peuplement																
	3750	0	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	4 750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Peuplier faux-tremble	250	0	0	0	0	.	.	.	.	2	1	2	1	10	11	14	1
	750	0	0	0	0	0	0	.	.	15	1	3	0	3	2	3	4
	1 250	0	0	0	0	.	0	0	.	76	3	1	2	1	2	1	1
	1 750	0	24	0	0	.	0	0	.	10	2	2	1	0	1	1	1
	2 250	0	0	0	.	.	.	0	.	.	2	1	0	0	0	0	.
	2 750	.	0	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	0	0	.	.
	3 250	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Bouleau à papier	250	0	0	1	.	.	.	.	.	1	2	1	1	13	14	1
750		0	1	0	0	0	0	0	.	1	1	2	1	2	3	4	.
1 250		1	22	0	4,82E+25	0	0	.	.	1	1	4	0	3	1	3	.
1 750		0	0	0	.	0	0	.	.	1	1	1	2	1	3	1	.
2 250		0	0	0	.	0	0	.	.	1	2	42	.	3	1	.	.
2 750		0	0	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
3 250		.	176	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3750		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Érable à sucre	250	0	0	0	0	.	.	.	.	325	2	1	1	1	1	2	1
	750	0	0	0	0	.	0	.	.	1	2	1	1	1	1	1	1
	1 250	0	0	0	0	.	.	.	.	34	1	11	1	0	0	0	0
	1 750	0	0	0	.	.	.	.	.	.	2	0	.	.	0	0	.
	2 250	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.
	2 750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pin blanc	250	0	0	0	1	.	.	.	.	2	1	10	1	22	9	10	14
	750	1	0	0	0	.	.	.	.	2	2	1	1	12	6	8	2
	1 250	0	0	0	.	.	.	.	.	1	4	0	.	3	3	6	.

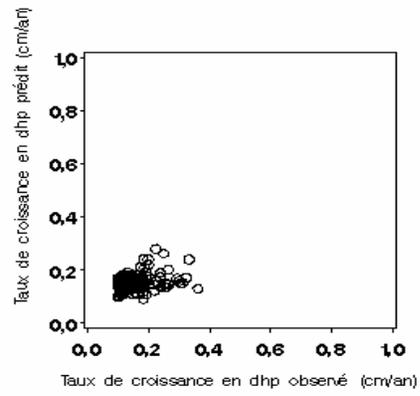
		Taux de croissance du dhp (cm/ha)				Taux de survie (proportion)				Hauteur-dhp (m)				Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)			
		Classe d'indice de site (m)															
		12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Essence	Densité de peuplement																
	1 750	.	4	0	.	.	.	.	.	0	1	1	3	1	4	1	1
	2 250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pin rouge	250	.	.	0	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	10	.	.
	750	6	1	2	.	.	.	.	.	2	4	16	.	2	4	3	.
	1 250	2	21	1	.	.	.	.	.	3	5	.	.	3	2	1	.
	1 750	.	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
	2 250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hêtre à grandes feuilles	250	0	0	0	.	.	.	.	.	3	2	1	1	2	2	1	4
	750	0	0	1	0	.	.	.	.	1	2	3	2	1	1	1	0
	1 250	0	0	1	.	.	.	.	.	.	2	0	.	0	0	0	.
	1 750	.	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bouleau jaune	250	1	0	0	0	.	.	.	.	1	1	1	2	2	8	1	8
	750	0	0	0	0	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1
	1 250	7	0	0	0	.	.	.	.	1	1	2	3	1	1	0	0
	1 750	0	12	1	.	.	.	.	.	12	1	.	.	0	0	0	.
	2 250	0	3	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	0	0	.	.
Tilleul d'Amérique	250	1	3	0	.	.	.	.	.	0	1	0	.	3	1	18	.
	750	1	1	1	0	.	.	.	.	1	2	3	.	1	1	1	1
	1 250	43	19	0	.	.	.	.	.	.	1	0	1	0	0	0	0
	1 750	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ostryer de Virginie	250	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	0	.	4	0	.	.
	750	.	.	.	.	.	.	.	.	1	317	0	.	5	2	2	.
	1 250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	0	3	.
	1 750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	2	.	.
Érable argenté	250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

		Taux de croissance du dhp (cm/ha)				Taux de survie (proportion)				Hauteur-dhp (m)				Indice de densité du groupe d'essences (arbres/ha)			
		Classe d'indice de site (m)															
		12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Essence	Densité de peuplement																
Peuplier baumier	250	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.
	750	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	2	3	.
	1 250	.	0	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	0	0	.
	1 750	.	0	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.
	2 250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2 750	.	0	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.
Chêne rouge	250	0	0	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	58	7	.	.
	750	0	0	0	0	.	.	.	.	1	1	1	.	3	2	3	1
	1 250	1	0	0	0	.	.	.	.	2	0	1	.	2	2	1	0
	1 750	0	0	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	0	.	.
Cerisier tardif	250	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	.
	750	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	0
	1 250	.	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	.
	1 750	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	.
Caryer cordiforme	250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
	750	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.
Frêne blanc	250	.	.	.	.	.	.	.	.	0	3	1	.	0	1	0	.
	750	.	.	.	.	.	.	.	.	323	1	1	.	2	1	1	.
	1 250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	24	.	.	0	0	.
	1 750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2 250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

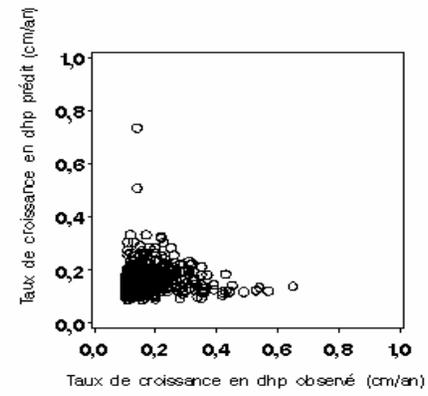
**Annexe 6.1** : Diagrammes de dispersion illustrant la corrélation entre les valeurs prédites et observées du taux de croissance du dhp (cm/an) pour les essences de l'ensemble de données du Québec selon différentes classes d'intervalle de projection



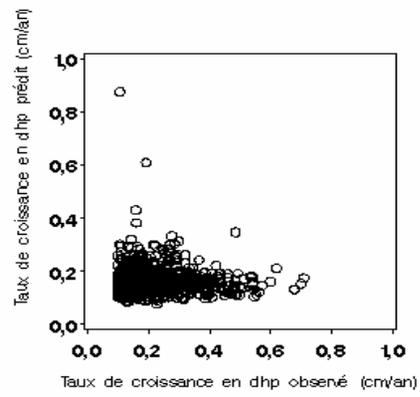
Essence= Pin gris Classe d'intervalle de projection= 2,5



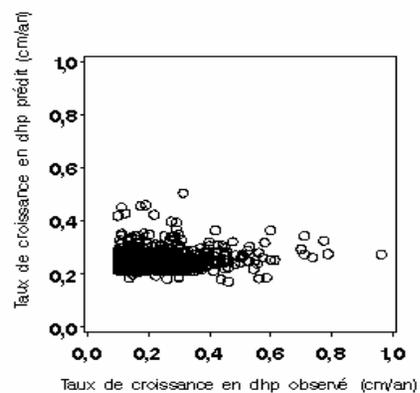
Essence= Pin gris Classe d'intervalle de projection= 12,5



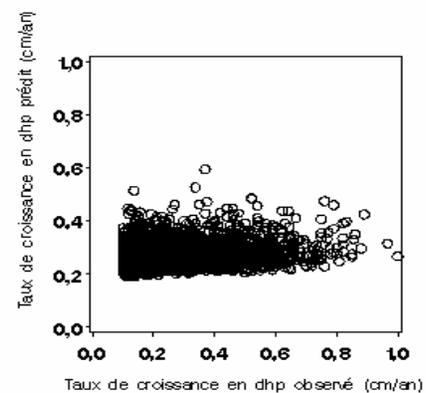
Essence= Pin gris Classe d'intervalle de projection= 7,5



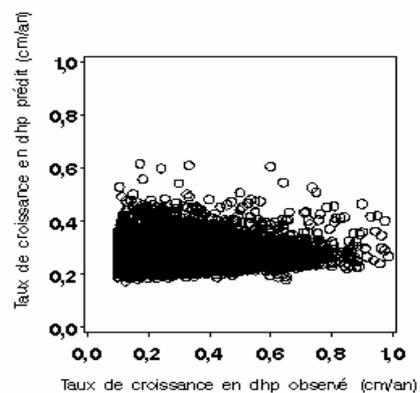
Essence=Sapin baumier Classe d'intervalle de projection= 2,5



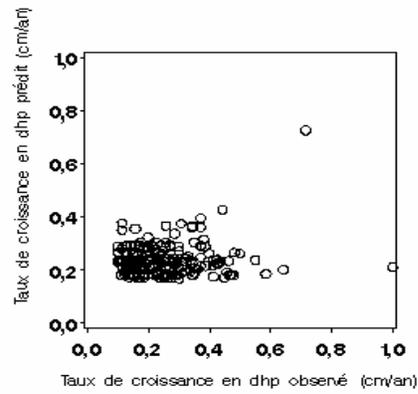
Essence=Sapin baumier Classe d'intervalle de projection= 12,5



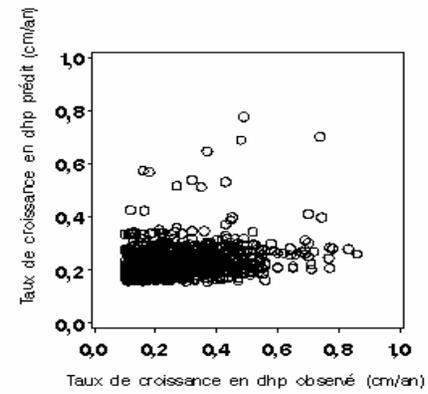
Essence=Sapin baumier Classe d'intervalle de projection= 7,5



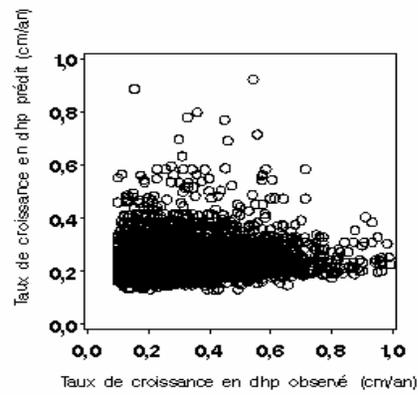
Essence= Peuplier faux-tremble Classe d'intervalle de projection= 2,5



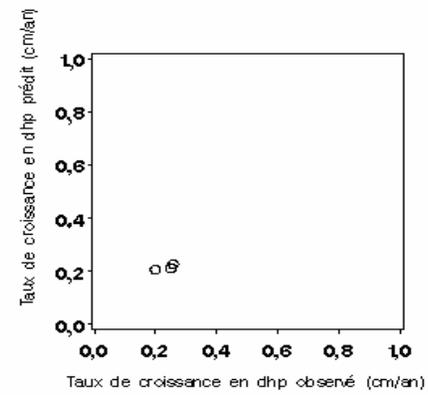
Essence= Peuplier faux-tremble Classe d'intervalle de projection= 12,5



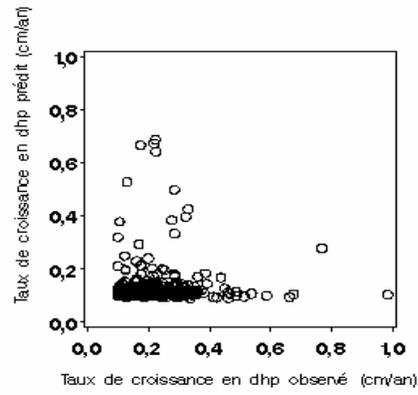
Essence= Peuplier faux-tremble Classe d'intervalle de projection= 7,5



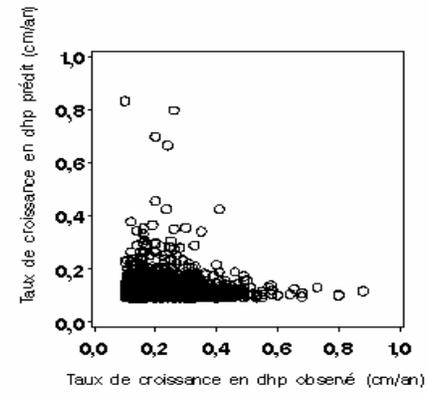
Essence= Peuplier faux-tremble Classe d'intervalle de projection= 17,5



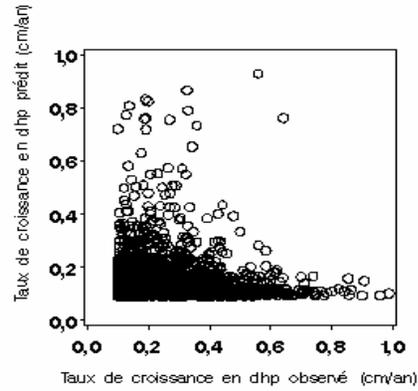
Essence= Bouleau à papier Classe d'intervalle de projection= 2,5



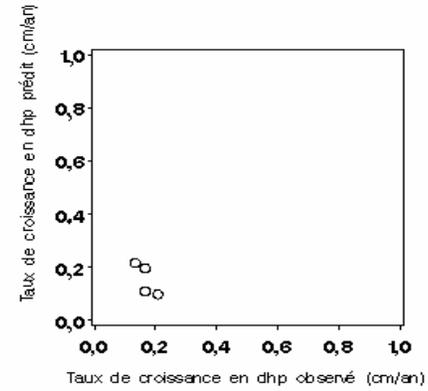
Essence= Bouleau à papier Classe d'intervalle de projection= 12,5



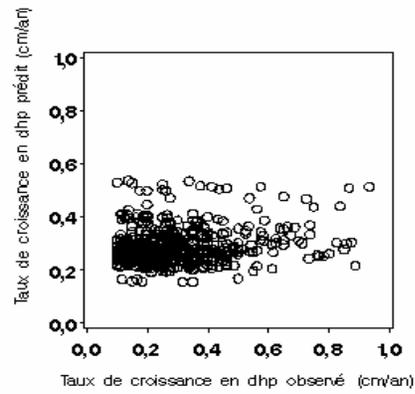
Essence= Bouleau à papier Classe d'intervalle de projection= 7,5



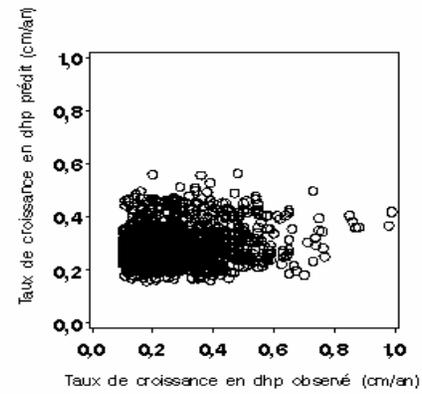
Essence= Bouleau à papier Classe d'intervalle de projection= 17,5



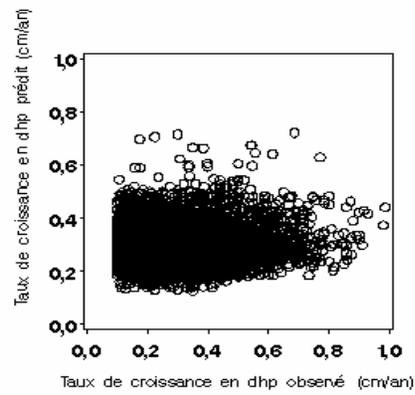
Essence= Érable à sucre Classe d'intervalle de projection= 2,5



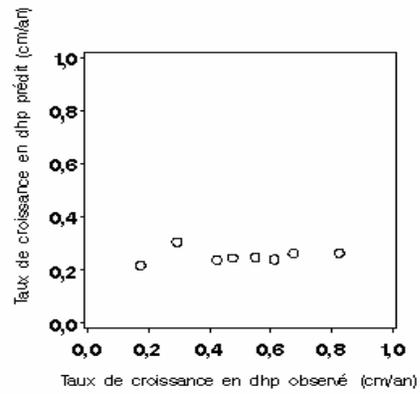
Essence= Érable à sucre Classe d'intervalle de projection= 12,5



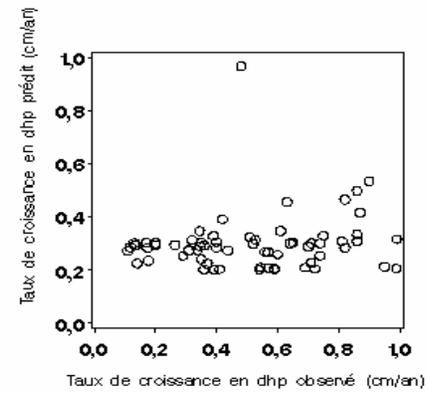
Essence= Érable à sucre Classe d'intervalle de projection= 7,5



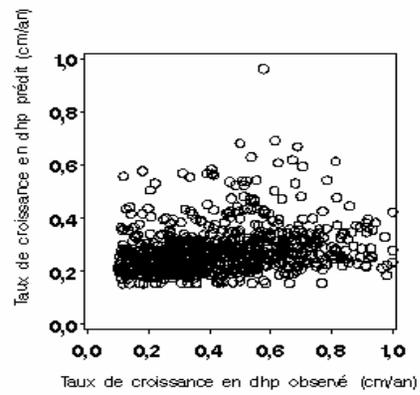
Essence= Pin blanc Classe d'intervalle de projection= 2,5



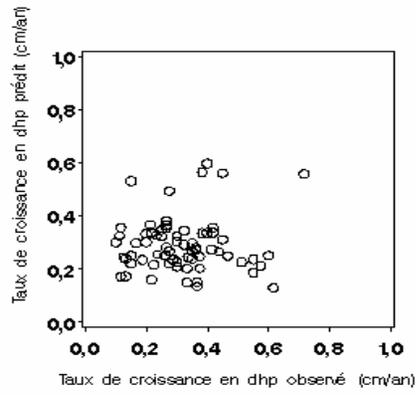
Essence= Pin blanc Classe d'intervalle de projection= 12,5



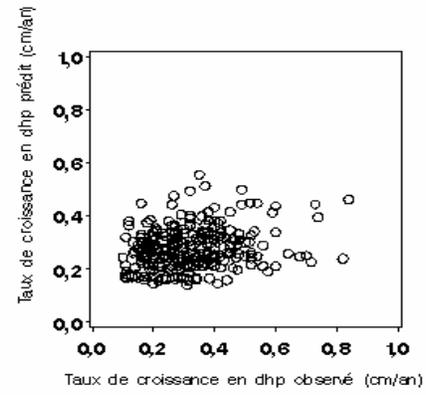
Essence= Pin blanc Classe d'intervalle de projection= 7,5



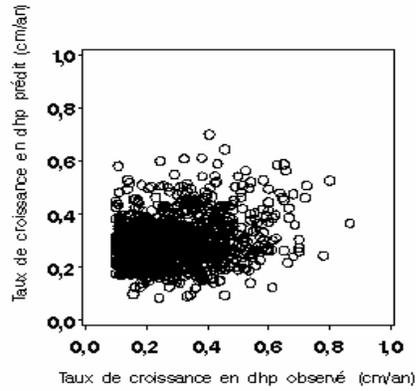
Essence= Hêtre à grandes feuilles Classe d'intervalle de projection= 2,5



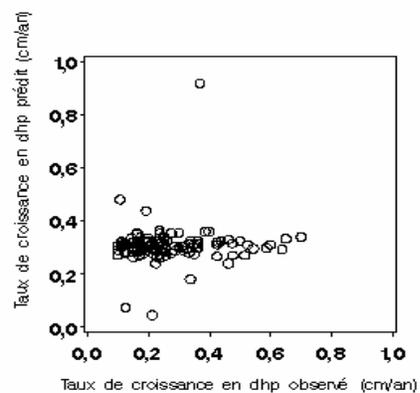
Essence= Hêtre à grandes feuilles Classe d'intervalle de projection= 12,5



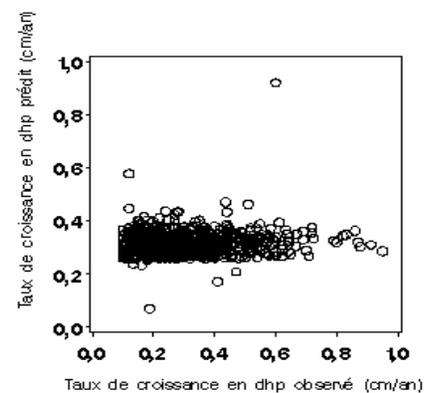
Essence= Hêtre à grandes feuilles Classe d'intervalle de projection= 7,5



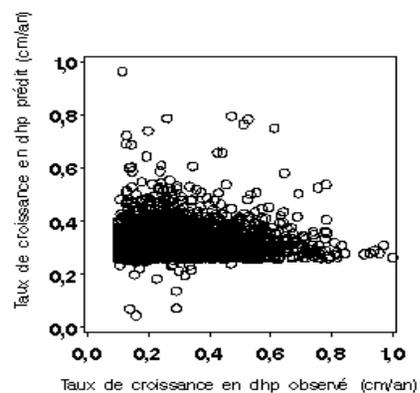
Essence= Bouleau jaune Classe d'intervalle de projection= 2,5



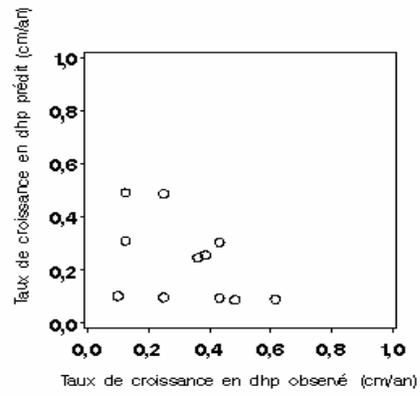
Essence= Bouleau jaune Classe d'intervalle de projection= 12,5



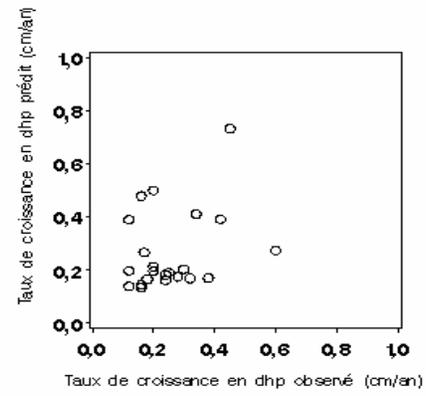
Essence= Bouleau jaune Classe d'intervalle de projection= 7,5



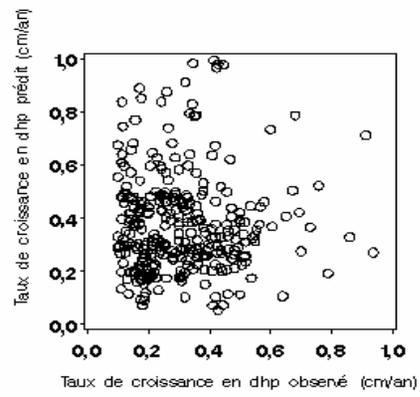
Esence= Tilleul d'Amérique Classe d'intervalle de projection= 2,5



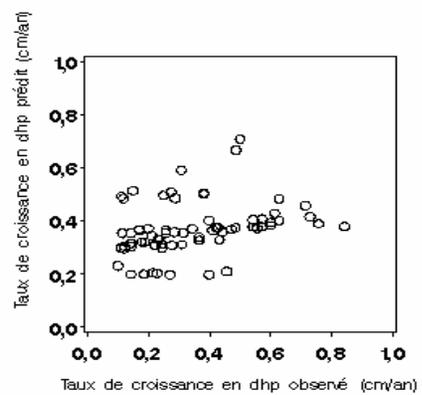
Esence= Tilleul d'Amérique Classe d'intervalle de projection= 12,5



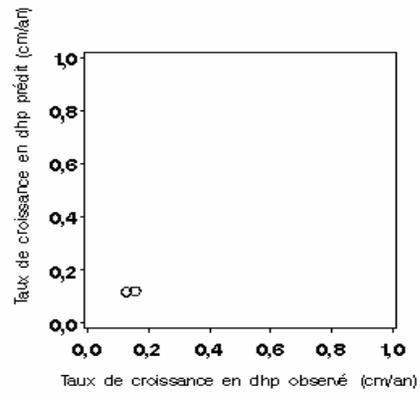
Esence= Tilleul d'Amérique Classe d'intervalle de projection= 7,5



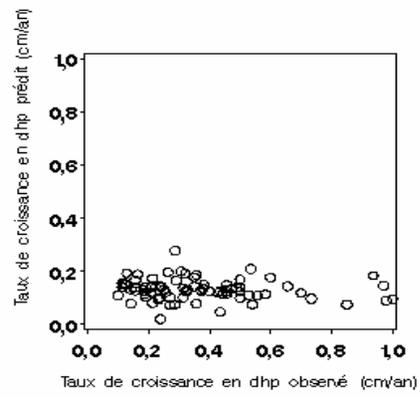
Essence= Érable argenté Classe d'intervalle de projection= 7,5



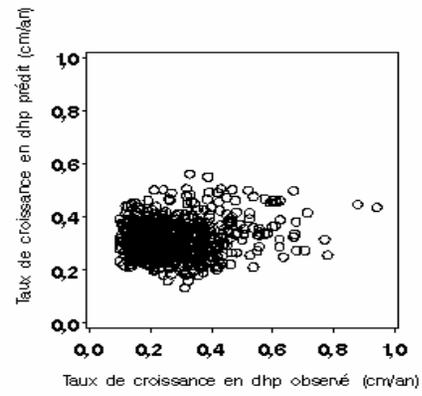
Essence= Peuplier baumier Classe d'intervalle de projection= 2,5



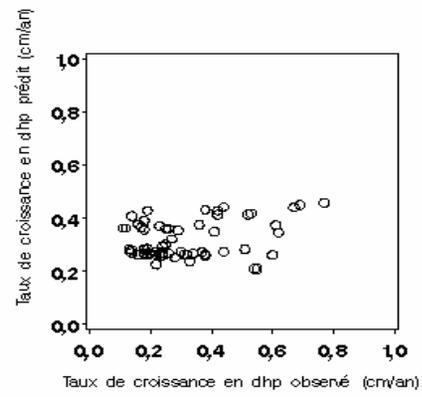
Essence= Peuplier baumier Classe d'intervalle de projection= 7,5



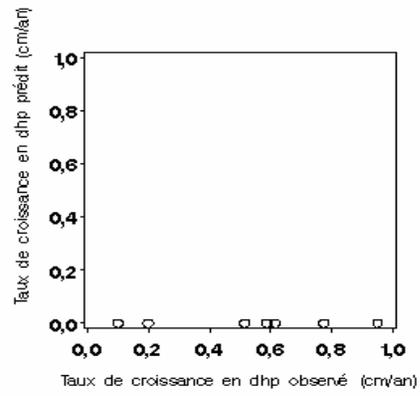
Essence= Chêne rouge Classe d'intervalle de projection= 7,5



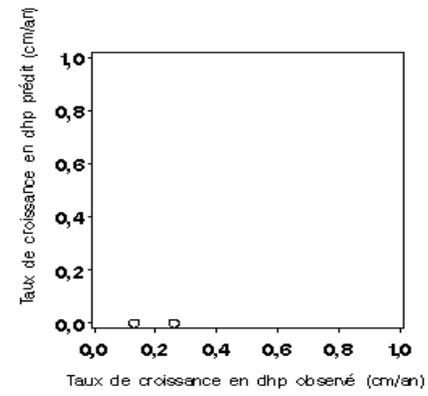
Essence= Chêne rouge Classe d'intervalle de projection= 12,5



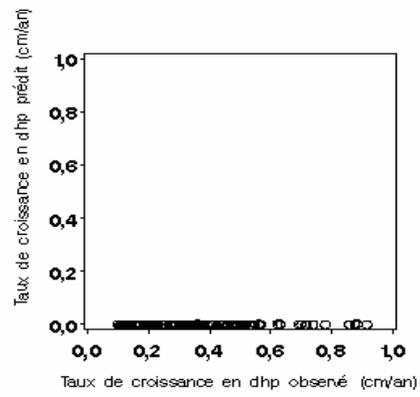
Essence= Cerisier tardif Classe d'intervalle de projection= 2,5



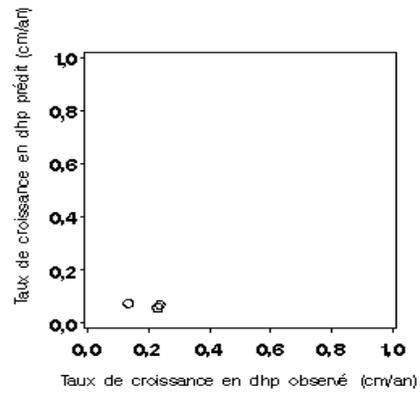
Essence= Cerisier tardif Classe d'intervalle de projection= 12,5



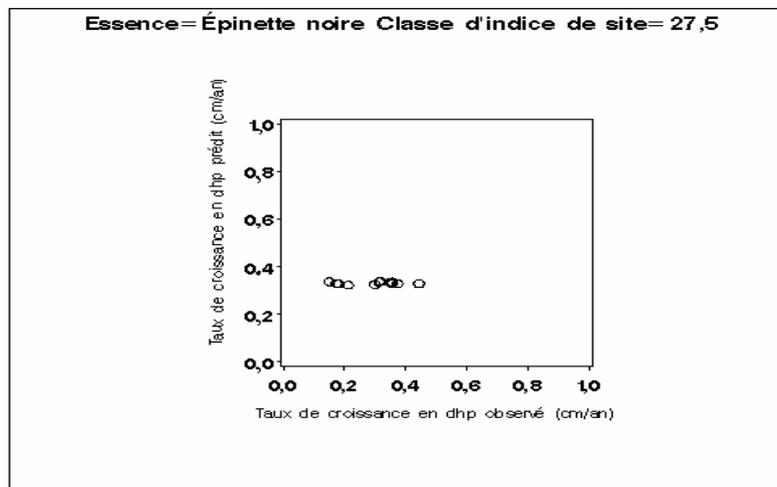
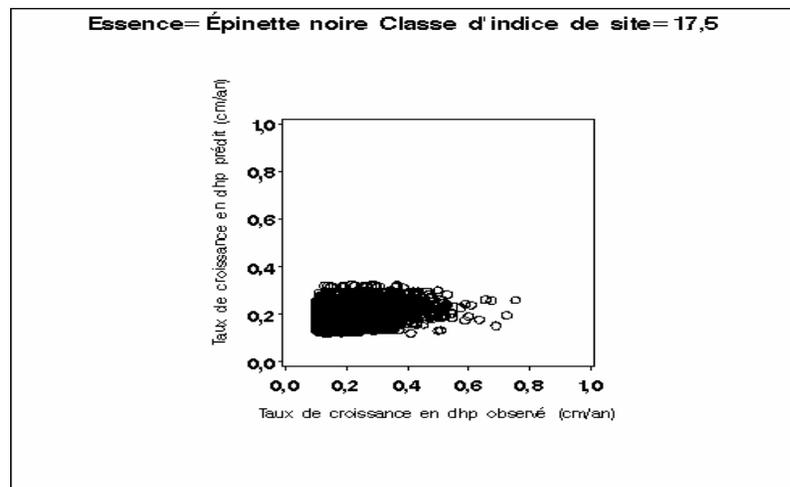
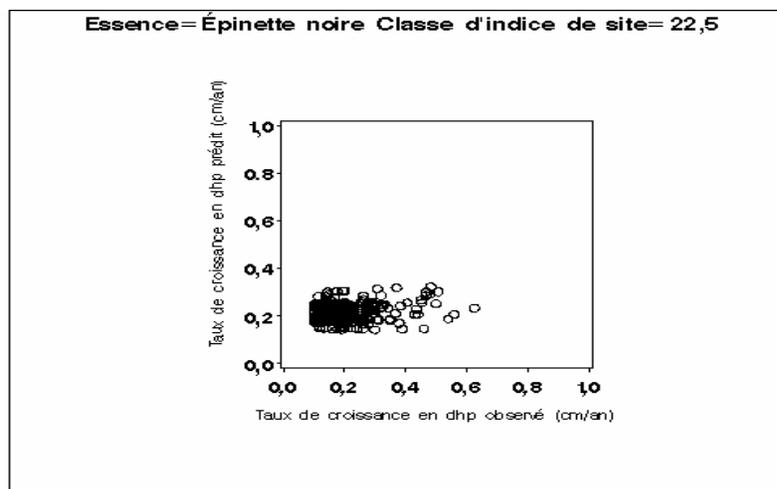
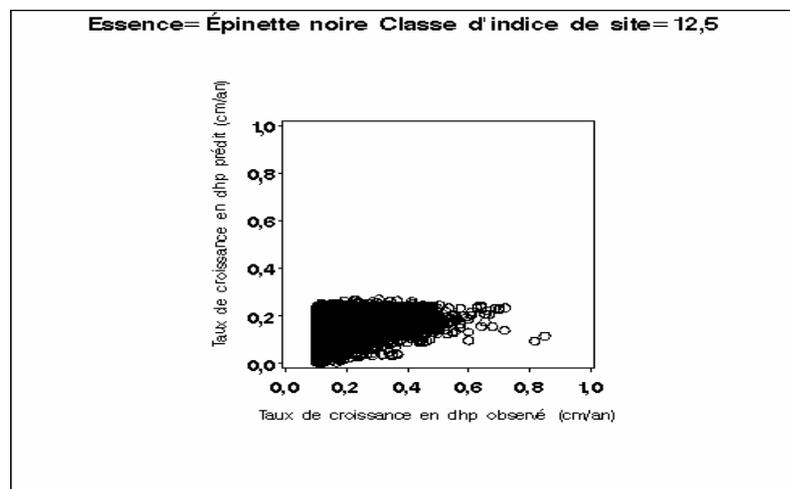
Essence= Cerisier tardif Classe d'intervalle de projection= 7,5



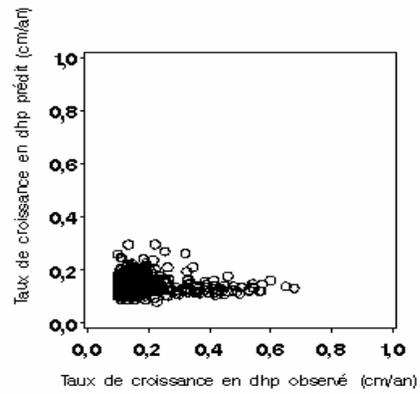
Essence= Caryer cordiforme Classe d'intervalle de projection= 7,5



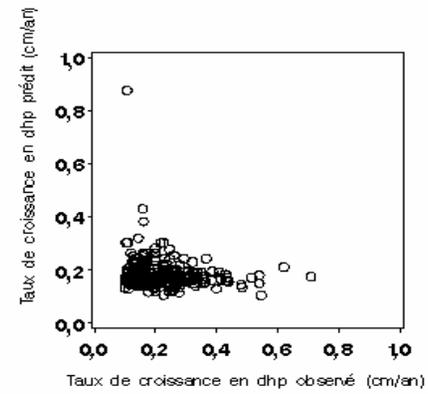
**Annexe 6.2** : Diagrammes de dispersion illustrant la corrélation entre les valeurs prédites et observées du taux de croissance du dhp (cm/an) pour les essences de l'ensemble de données du Québec selon différentes classes d'indice de site



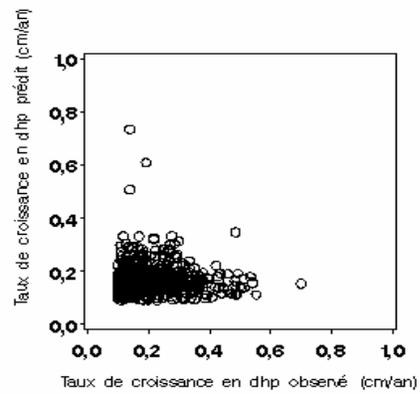
Essence= Pin gris Classe d'indice de site= 12,5



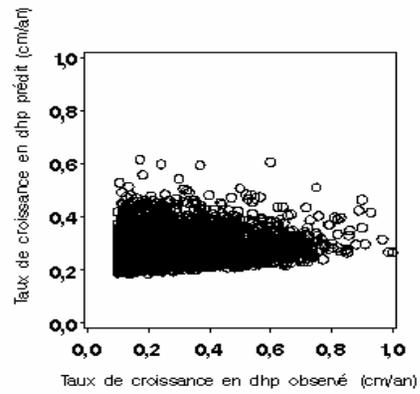
Essence= Pin gris Classe d'indice de site= 22,5



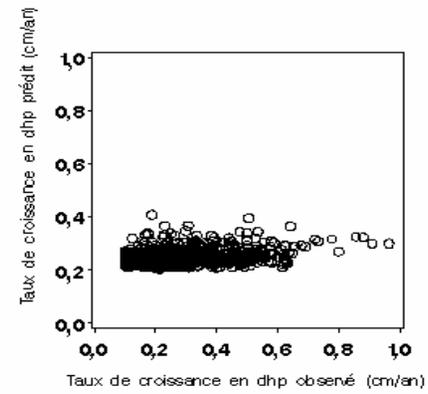
Essence= Pin gris Classe d'indice de site= 17,5



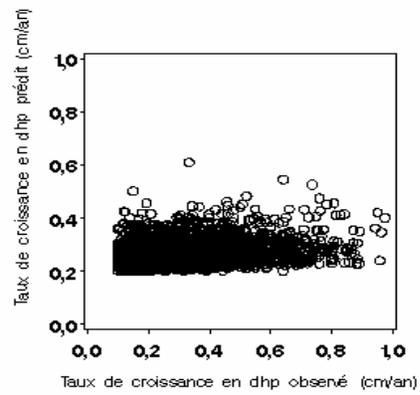
Essence= Sapin baumier Classe d'indice de site= 12,5



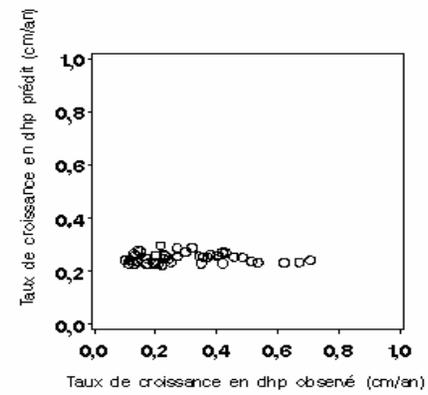
Essence= Sapin baumier Classe d'indice de site= 22,5



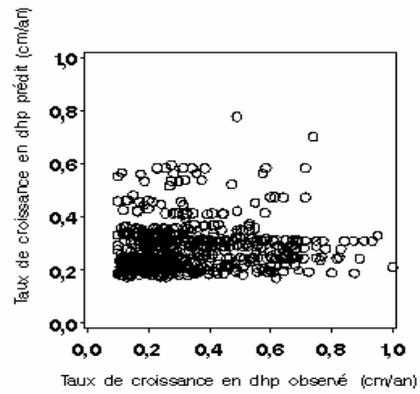
Essence= Sapin baumier Classe d'indice de site= 17,5



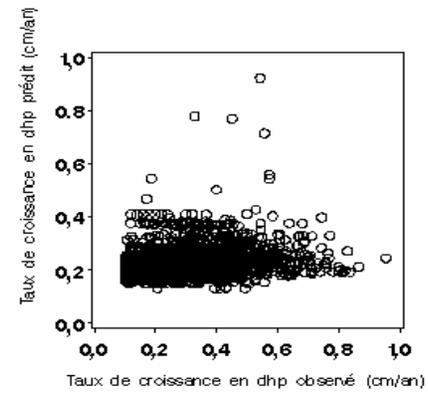
Essence= Sapin baumier Classe d'indice de site= 27,5



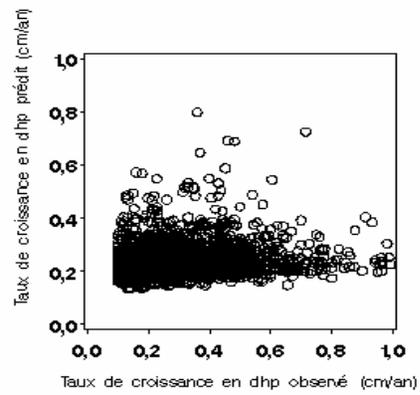
Essence= Peuplier faux-tremble Classe d'indice de site= 12,5



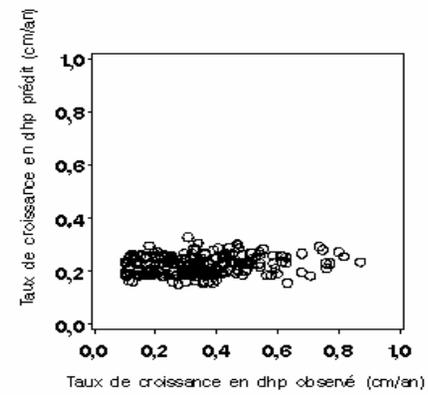
Essence= Peuplier faux-tremble Classe d'indice de site= 22,5



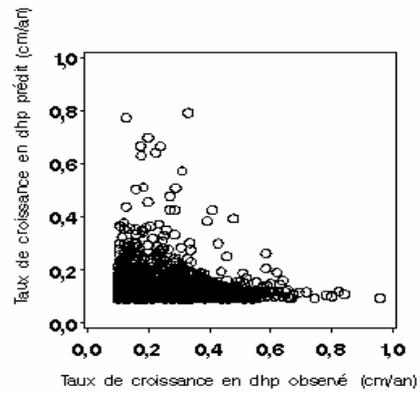
Essence= Peuplier faux-tremble Classe d'indice de site= 17,5



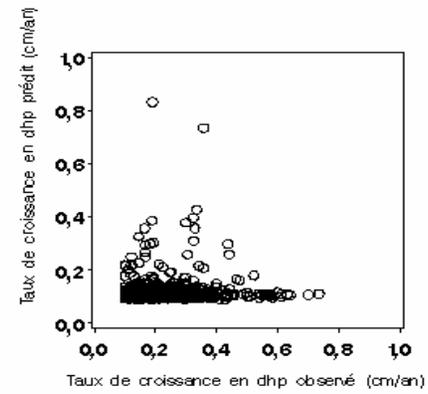
Essence= Peuplier faux-tremble Classe d'indice de site= 27,5



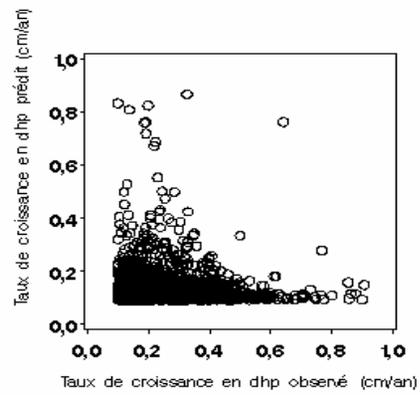
Essence= Bouleau à papier Classe d'indice de site= 12,5



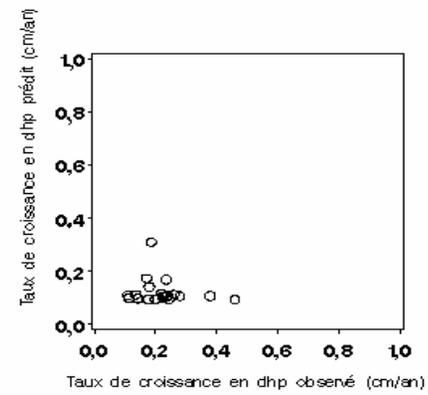
Essence= Bouleau à papier Classe d'indice de site= 22,5



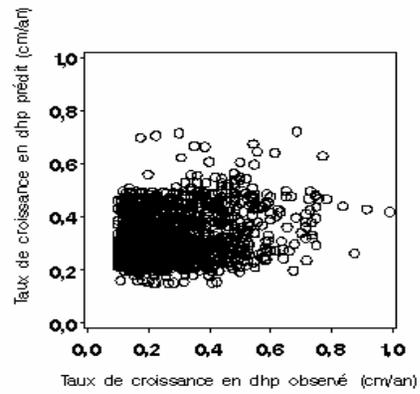
Essence= Bouleau à papier Classe d'indice de site= 17,5



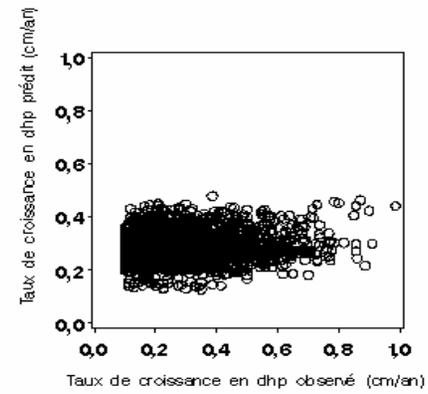
Essence= Bouleau à papier Classe d'indice de site= 27,5



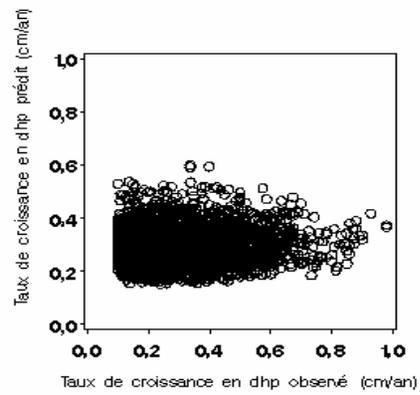
Essence=Érable à sucre Classe d'indice de site= 12,5



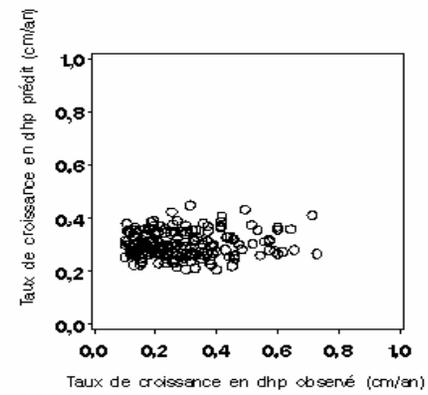
Essence=Érable à sucre Classe d'indice de site= 22,5



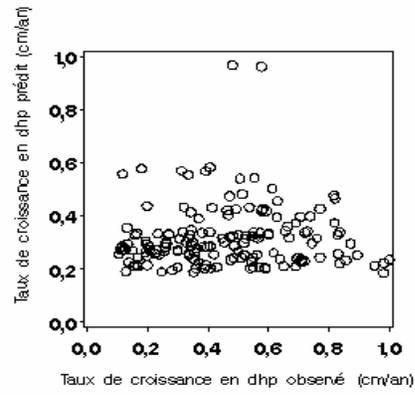
Essence=Érable à sucre Classe d'indice de site= 17,5



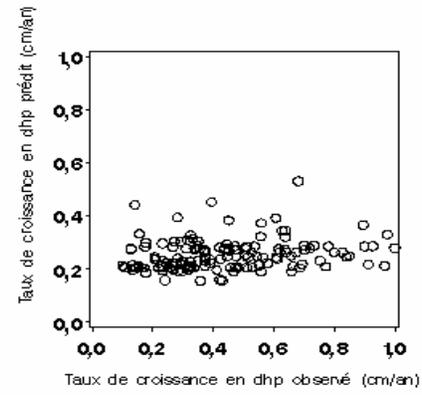
Essence=Érable à sucre Classe d'indice de site= 27,5



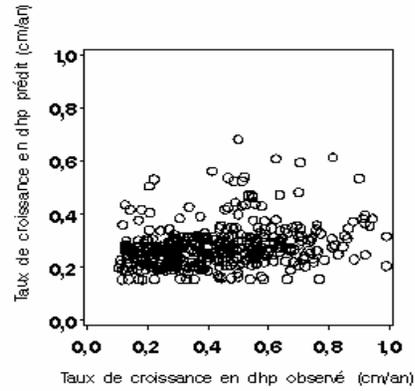
Essence= Pin blanc Classe d'indice de site= 12,5



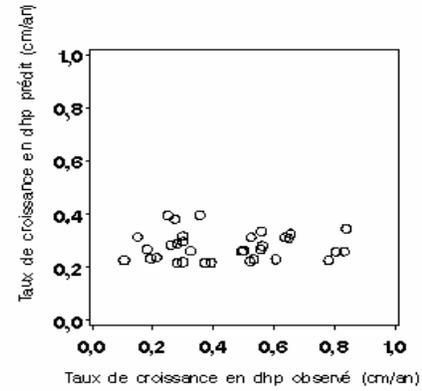
Essence= Pin blanc Classe d'indice de site= 22,5



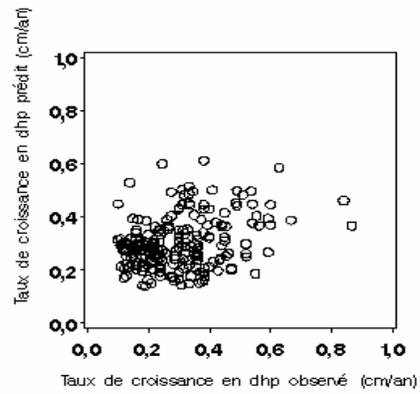
Essence= Pin blanc Classe d'indice de site= 17,5



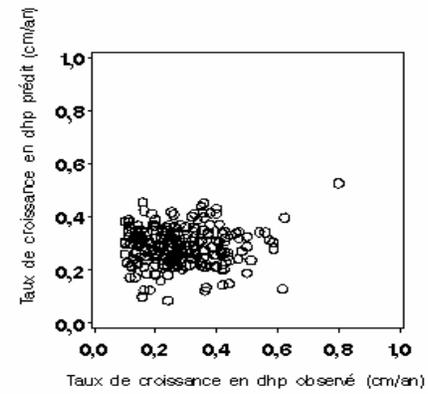
Essence= Pin blanc Classe d'indice de site= 27,5



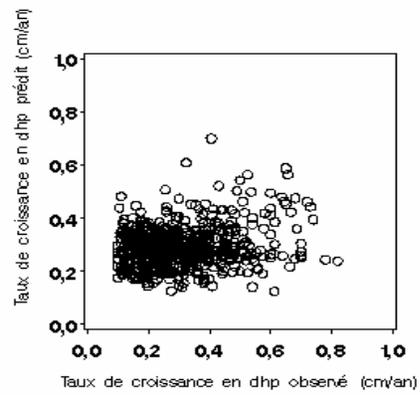
Essence= Hêtre à grandes feuilles Classe d'indice de site= 12,5



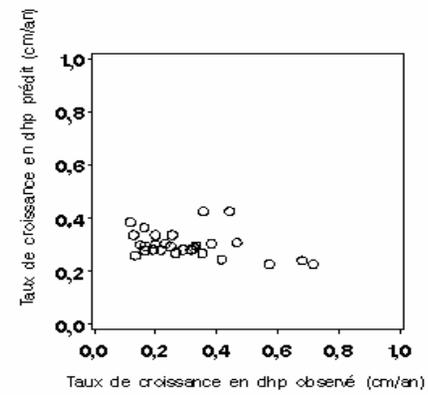
Essence= Hêtre à grandes feuilles Classe d'indice de site= 22,5



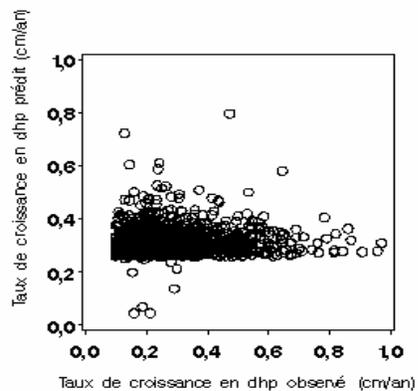
Essence= Hêtre à grandes feuilles Classe d'indice de site= 17,5



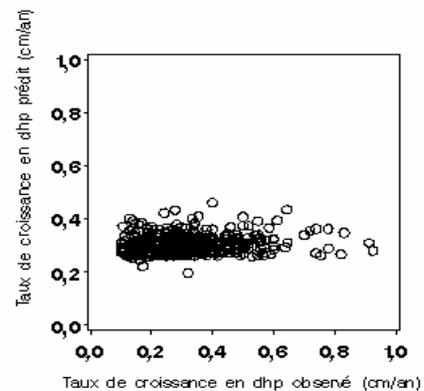
Essence= Hêtre à grandes feuilles Classe d'indice de site= 27,5



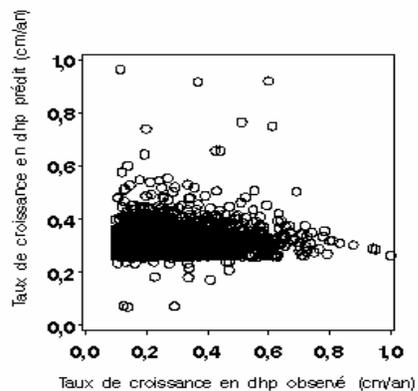
Essence= Bouleau jaune Classe d'indice de site= 12,5



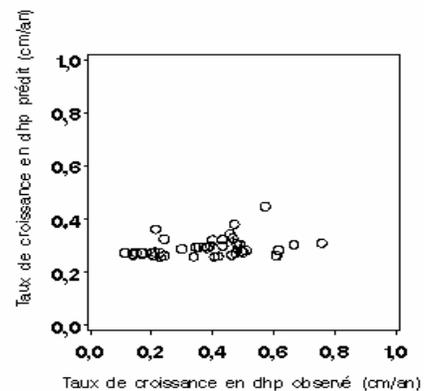
Essence= Bouleau jaune Classe d'indice de site= 22,5



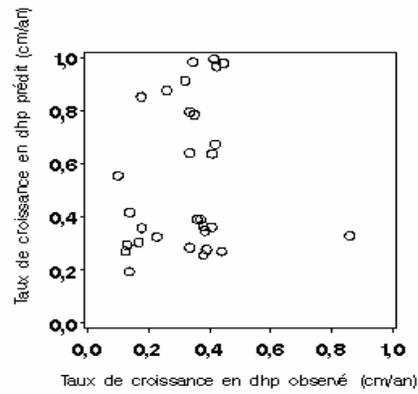
Essence= Bouleau jaune Classe d'indice de site= 17,5



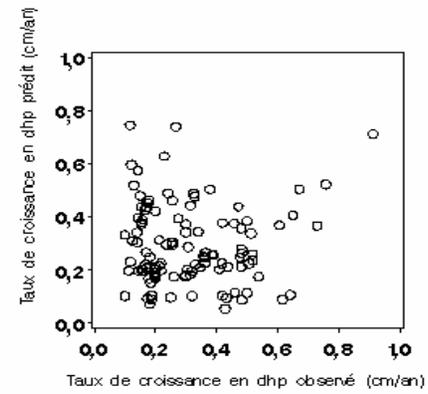
Essence= Bouleau jaune Classe d'indice de site= 27,5



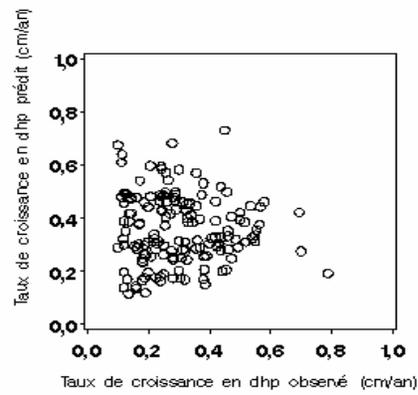
Essence= Tilleul d'Amérique Classe d'indice de site= 12,5



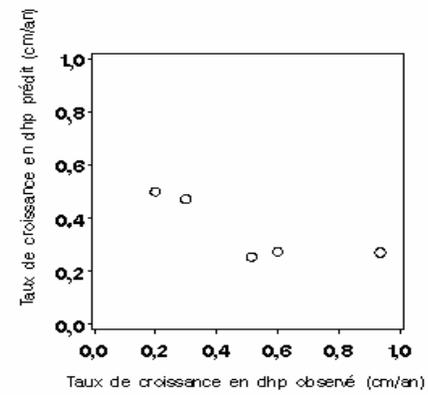
Essence= Tilleul d'Amérique Classe d'indice de site= 22,5



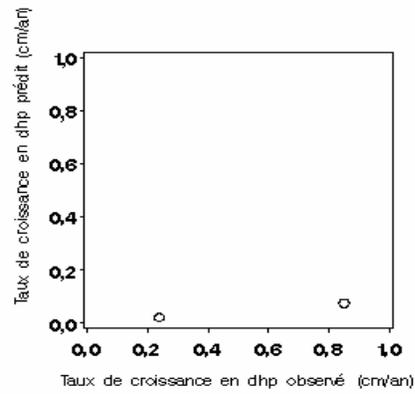
Essence= Tilleul d'Amérique Classe d'indice de site= 17,5



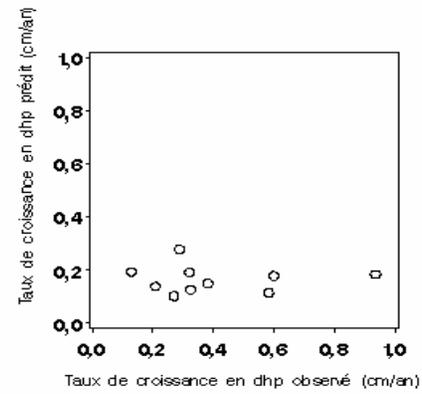
Essence= Tilleul d'Amérique Classe d'indice de site= 27,5



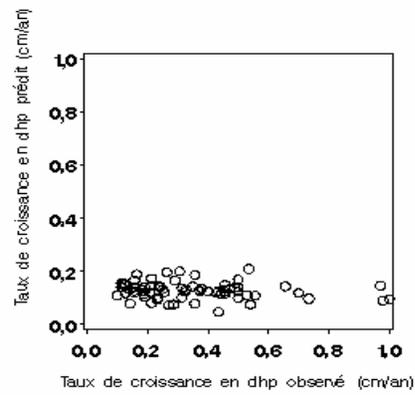
Essence= Peuplier baumier Classe d'indice de site= 12,5



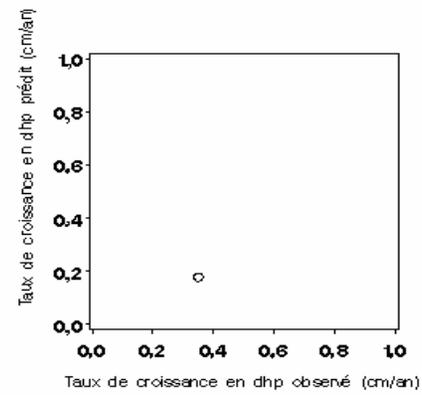
Essence= Peuplier baumier Classe d'indice de site= 22,5



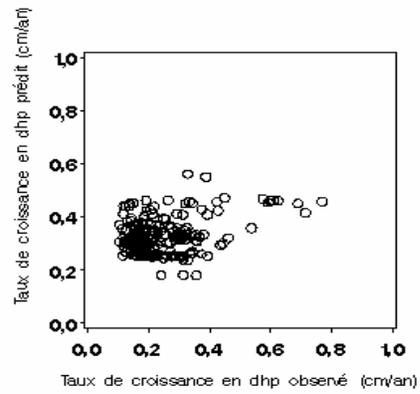
Essence= Peuplier baumier Classe d'indice de site= 17,5



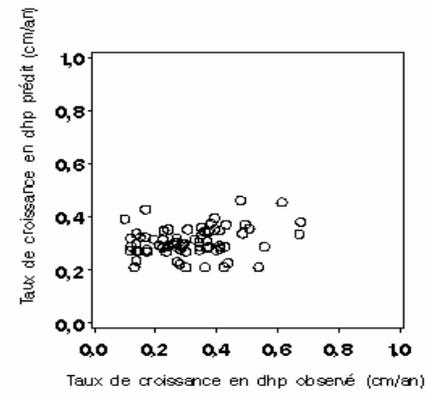
Essence= Peuplier baumier Classe d'indice de site= 27,5



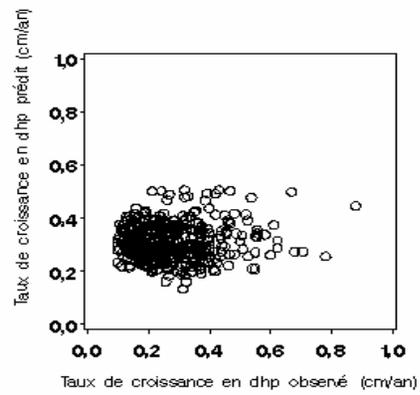
Essence= Chêne rouge Classe d'indice de site= 12,5



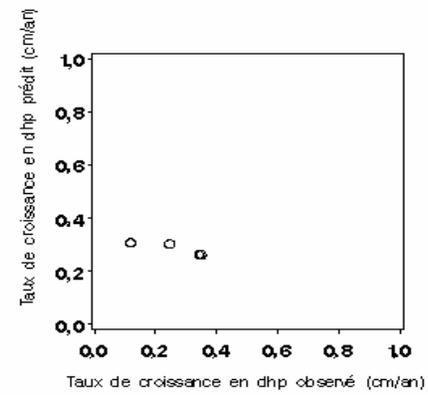
Essence= Chêne rouge Classe d'indice de site= 22,5



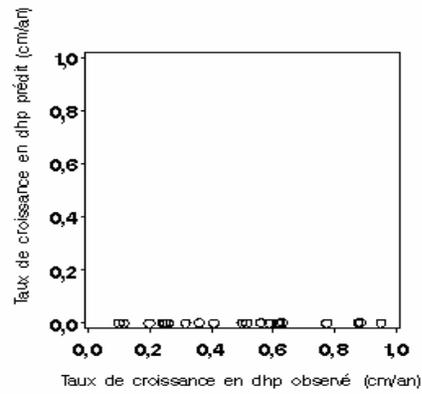
Essence= Chêne rouge Classe d'indice de site= 17,5



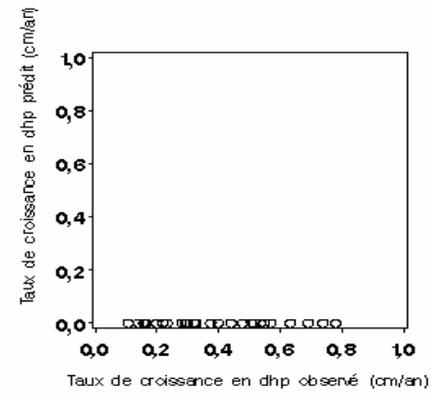
Essence= Chêne rouge Classe d'indice de site= 27,5



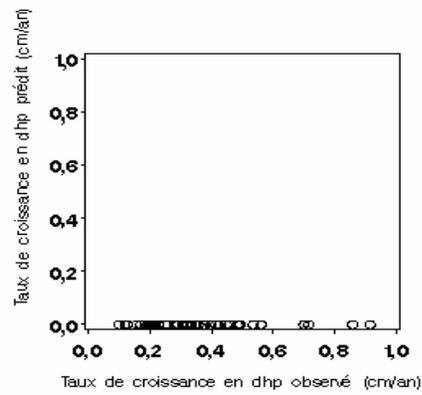
Essence= Cerisier tardif Classe d'indice de site= 12,5



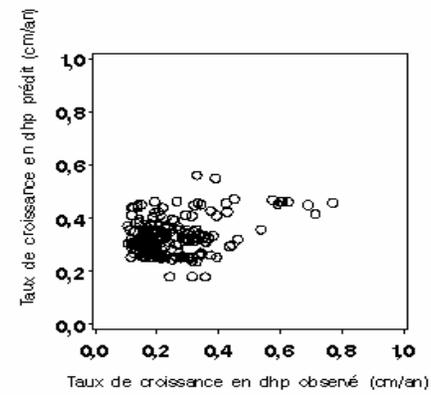
Essence= Cerisier tardif Classe d'indice de site= 22,5



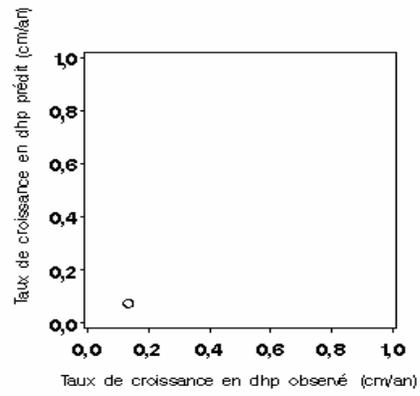
Essence= Cerisier tardif Classe d'indice de site= 17,5



Essence= Chêne rouge Classe d'indice de site= 12,5



Essence= Caryer cordifome Classe d'indice de site= 17,5



Essence= Caryer cordifome Classe d'indice de site= 22,5

