

Institut de recherche  
en biologie végétale

**IRBV**

**JARDIN BOTANIQUE  
DE MONTRÉAL**

Université   
de Montréal

## Plantation sous couvert par bande : protections et dimensions de plants à l'essai



**Rapport final préparé par  
Chantale Moisan, Léa Bouttier, Marie-Ève Payeur,  
Stéphane Daigle et Alain Cogliastro**

Présenté au  
Ministère des Ressources naturelles du Québec  
Programme de Mise en valeur  
des Ressources du milieu forestier - Volet II

Projet  
16-2008-06

**Mars 2009**

### **Institut de recherche en biologie végétale**

L'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) est un centre de formation supérieure dont la mission porte sur la biologie des plantes dans tous ses aspects : fonctionnement, développement, évolution, écologie, etc. Issu d'un partenariat entre l'Université de Montréal et la Ville de Montréal, l'IRBV occupe des locaux modernes sur le site du Jardin botanique de Montréal. Il regroupe une quinzaine de chercheurs autonomes (chercheurs à la Division de la recherche et du développement scientifique du Jardin botanique de Montréal ou professeurs au Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal) sans compter les nombreux assistants et chargés de recherche, étudiants à la maîtrise et au doctorat et chercheurs post-doctoraux. Les recherches sont de natures fondamentale et appliquée. Les chercheurs ont à leur disposition des laboratoires et des équipements scientifiques de pointe, en plus de serres expérimentales, de chambres de croissance, d'équipement de microscopie électronique et d'analyse d'image, de l'herbier Marie-Victorin (700 000 spécimens) et de deux bibliothèques spécialisées en botanique.

### **Équipe de travail**

CHANTALE MOISAN

Jardin botanique de Montréal

B. Sc. Biologie

LÉA BOUTTIER

Institut de recherche en biologie végétale

Assit. de recherche, B. Sc. Biologie

MARIE-ÈVE PAYEUR

Institut de recherche en biologie végétale

Candidate M. Sc.

STÉPHANE DAIGLE,

Institut de recherche en biologie végétale

Statisticien

ALAIN COGLIASTRO

Jardin botanique de Montréal

Ph.D. Écologie forestière

Institut de recherche en biologie végétale

### **Pour fin de citation :**

Moisan, C., L. Bouttier, M.-È. Payeur, S. Daigle et A. Cogliastro, 2009. **Plantation sous couvert par bande : protections et dimensions de plants à l'essai**. Présenté au ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. Programme de Mise en valeur des ressources du milieu forestier – Volet II. Projet 16-2008-06. Institut de recherche en biologie végétale. 42 pages.

## **Plantation sous couvert par bande : protections et dimensions de plants à l'essai**

**Rapport final préparé par  
Chantale Moisan, Léa Bouttier, Marie-Ève Payeur,  
Stéphane Daigle et Alain Cogliastro**

Présenté au :  
Ministère des Ressources naturelles du Québec  
Programme de Mise en valeur du milieu forestier - Volet II

Projet

*16-2008-06*

**Institut de recherche en biologie végétale &  
Jardin botanique de Montréal  
4101 rue Sherbrooke est, Montréal H1X 2B2**

## Table des matières

<b>Équipe de travail</b> .....	2
<b>Table des matières</b> .....	4
<b>Liste des figures</b> .....	6
<b>Liste des tableaux</b> .....	8
INTRODUCTION .....	9
INTRODUCTION .....	9
MÉTHODOLOGIE.....	10
DESCRIPTION DES SITES .....	10
DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX.....	11
Au centre des bandes .....	12
En bordure des bandes .....	15
MESURES .....	16
Croissance des arbres .....	16
Lumière disponible .....	17
ANALYSES STATISTIQUES.....	17
RÉSULTATS .....	17
SITE ALLARD .....	17
Arbres au centre des bandes.....	17
<i>Hauteur et accroissement</i> .....	18
<i>Diamètre et accroissement</i> .....	19
<i>Taux de survie</i> .....	20
<i>Disponibilité en lumière</i> .....	21
<i>Autres phénomènes observés</i> .....	22
Arbres en bordure des bandes .....	24
<i>Hauteur</i> .....	25
<i>Taux de survie</i> .....	25
SITE LEMAIRE .....	25
Arbres au centre des bandes.....	25
<i>Hauteur et accroissement</i> .....	26
<i>Diamètre et accroissement</i> .....	27

<i>Taux de survie</i> .....	28
<i>Disponibilité en lumière</i> .....	29
<i>Autres phénomènes observés</i> .....	30
Arbres en bordure des bandes .....	32
<i>Hauteur</i> .....	32
<i>Survie</i> .....	32
ATTÉNUATION DE LA LUMIÈRE À L'INTÉRIEUR DES MANCHONS.....	32
CONCLUSION.....	35
RÉFÉRENCES .....	38
<b>Annexe 1. Localisation du site Allard, Montérégie, MRC du Haut-St-Laurent</b> .....	39
<b>Annexe 2. Localisation du site Lemaire, Montérégie, MRC du Haut-St-Laurent</b> ....	40
<b>Annexe 3. Dispositif expérimental du site Allard</b> .....	40
<b>Annexe 4. Dispositif expérimental du site Lemaire</b> .....	41

## Liste des figures

- Figure 1. A) protecteur de type Freegro à larges mailles (5mm x 5mm); B) protecteur de type Climatic à mailles de 2mm x 2mm; C) protecteur fabriqué de type grillage à larges mailles .....14
- Figure 2. Mailles du manchon de type grillage.....14
- Figure 3. Schéma de la disposition des arbres de différentes dimensions (2 ans et 4 ans) et des types de protecteurs contre le cerf de Virginie sur les sites Allard et Lemaire .....16
- Figure 4. Site Allard;– A) hauteur (cm) en septembre 2008 et – B) accroissement (cm) de mai à septembre 2008 du cerisier tardif (Cet), chêne à gros fruits (Chg) et chêne rouge (Chr) de deux ans situés au centre des bandes selon le protecteur, soit Climatic, Freegro, grillage et aucun (tém) .....19
- Figure 5. Site Allard; hauteur (cm) en mai 2008 (initiale) et accroissement (cm) jusqu'en septembre 2008 du chêne à gros fruits (Chgf) et du chêne rouge (Chrf) situés au centre des bandes et âgés de quatre ans. ....19
- Figure 6. Site Allard; diamètre au sol (mm) en 2008 du cerisier tardif (Cet), du chêne à gros fruits de deux ans (Chg) et de quatre ans (Chgf) et du chêne rouge de deux ans (Chr) et de quatre ans (Chrf), situés au centre des bandes, selon le type de protection contre le cerf de Virginie, soit Climatic, Freegro, grillage et sans protection (tém). ....20
- Figure 7. Site Allard; taux de survie (%) du cerisier tardif (Cet), chêne à gros fruits de 2 ans (Chg) et de 4 ans (Chgf) et chêne rouge de 2 ans (Chr) et de 4 ans (Chrf), situés au centre des bandes et en fonction du type de protecteur. ....21
- Figure 8. Site Allard; pourcentage moyen de lumière disponible -A) à 1,5m du sol au sud de la parcelle et -B) à la cime des chênes rouges de 2 ans (Chr) et de 4 ans (Chrf) et des chênes à gros fruits de 2 ans (Chg) et de 4 ans (Chgf) selon le type de protecteur, soit Climatic, Freegro, grillage ou sans protecteur (témoin).....22
- Figure 9. Site Allard; – A) hauteur (cm) et – B) survie (%) des arbres situés en bordure des bandes, soit le bouleau jaune (Boj), le cerisier tardif (Cet), le chêne rouge (Chr) et l'érable à sucre (Ers) .....25
- Figure 10. Site Lemaire;– A) hauteur (cm) en septembre 2008 et – B) accroissement (cm) de mai à septembre 2008 du frêne d'Amérique (Fra), du chêne à gros fruits (Chg) et du chêne rouge (Chr), situés au centre des bandes et

âgés de deux ans, selon le type protection contre le cerf de Virginie, soit Climatic, Freefro, grillage et sans protection (tém) .....	26
Figure 11. Site Lemaire; hauteur (cm) en septembre 2008 et accroissement (cm) de mai à septembre 2008 des chênes à gros fruits (Chgf) et chênes rouges (Chrf) âgés de 4 ans et situés au centre des bandes .....	27
Figure 12. Site Lemaire; diamètre au sol (mm) du frêne d'Amérique (Fra), des chênes à gros fruits de 2 ans (Chg) et de 4 ans (Chgf) et des chênes rouges de 2 ans (Chr) et de 4 ans (Chrf), situés au centre des rangées, selon le type de protection contre le cerf de Virginie, soit Climatic, Freegro, grillage et sans protection (tém) .....	28
Figure 13. Site Lemaire; taux de survie (%) des arbres situés au centre des bandes, soit le frêne d'Amérique (Fra), les chênes à gros fruits de 2 ans (Chg) et 4 ans (Chgf), et les chênes rouges de 2 ans (Chr) et 4 ans (Chrf) selon le type de protecteur.....	29
Figure 14. Site Lemaire; pourcentage de lumière disponible -A) à 1,5m du sol au sud de la parcelle et -B) à la cime des chênes rouges de 2 ans (Chr) et de 4 ans (Chrf) et des chênes à gros fruits de 2 ans (Chg) et de 4 ans (Chgf) selon le type de protecteur, soit Climatic, Freegro, grillage ou sans protecteur (témoin).....	30
Figure 15. Site Lemaire; hauteur (cm) en juin 2008 des arbres situés en bordure des bandes, soit le bouleau jaune (Boj), le cerisier tardif (Cet), l'érable à sucre, le frêne d'Amérique (Fra) et le noyer noir (Non).....	32
Figure 16. Pourcentage (%) de lumière transmise à l'intérieur du manchon protecteur Climatic à différentes hauteurs (cm).....	33
Figure 17. Pourcentage (%) de lumière transmise à l'intérieur du manchon protecteur Freegro à différentes hauteur (cm) .....	34

## Liste des tableaux

Tableau 1. Résultats des analyses de sol du site Allard en 2008 .....	11
Tableau 2. Résultats des analyses de sol du site Lemaire en 2008 .....	11
Tableau 3. Effectif des arbres plantés au centre des bandes sur le site Allard .....	13
Tableau 4. Effectif des arbres plantés au centre des bandes sur le site Lemaire .....	13
Tableau 5. Effectif des arbres plantés en bordure des bandes ouvertes sur le Site Allard .....	15
Tableau 6. Effectif des arbres plantés en bordure des bandes ouvertes sur le Site Lemaire .....	15
Tableau 7. Pourcentage d'arbres dont l'apex est mort, avec présence de chenilles et présentant des signes de broutage par le cerf de Virginie sur le site Allard au centre des rangées .....	24
Tableau 8. Pourcentage d'arbres dont l'apex est mort, avec présence de chenilles et présentant des signes de broutage par le cerf, sur le site Lemaire au centre des bandes .....	31
Tableau 9. Pourcentage de lumière disponible en 2008 pour les arbres de deux ans en forêt à la hauteur de leur cime à l'extérieur du protecteur, puis suite à l'effet combiné de l'atténuation de la lumière par le type de protecteur et le couvert forestier .....	35



## INTRODUCTION

Lors d'interventions visant à restaurer des forêts dégradées, des activités d'enrichissement de la forêt avec plantation sous couvert sont parfois pratiquées. Les plantations forestières peuvent fournir de nombreux services environnementaux, économiques et sociaux. Dans le monde, bien qu'ils ne représentent que 7% de toutes les forêts, les forêts plantées fournissent plus de la moitié du bois rond industriel (2009). Cependant, plusieurs facteurs interviennent dans ces plantations sous couvert qui peuvent limiter le succès d'établissement des plants. Entre autres, la survie des plants peut être compromise par l'herbivorie pratiquée par différents mammifères comme le cerf de Virginie. Une étude menée en Illinois (États-Unis), a démontré que 69,9% des jeunes plants de chênes bicolores installés avaient été broutés en moins d'une année (Stewart *et al.*, 2008). Dans le sud du Québec (Montérégie, zone 8), les populations de cerfs sont considérées comme étant trop élevées par rapport aux objectifs du plan de gestion (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2006b) et le grand nombre d'individus peut être une menace pour le milieu naturel, surtout pour les jeunes arbres dont les cerfs raffolent. Aussi, les jeunes plants qui se retrouvent sous couvert font face à une compétition accrue pour les ressources et sont plus grandement affectés par des facteurs tels les événements climatiques extrêmes, les insectes ou les maladies (Collet et Le Moguedec, 2007). On peut penser que les plants les plus vigoureux seront plus tolérants à ces contraintes.

Le dispositif vise à accroître les résultats disponibles **d'une approche de plantation par bande**, utilisée plus fréquemment ailleurs dans le monde. C'est une approche qui permet l'intensification des interventions sur une surface plantée réduite et qui permet de localiser aisément les zones d'aménagement.

Pour pallier à des taux de survie parfois faibles, ce projet propose d'évaluer l'efficacité de deux mesures prometteuses visant à améliorer le succès d'établissement de plants de feuillus. D'abord, il est proposé **d'analyser la performance de trois types de protection contre les cervidés quant à la survie et à la croissance des plants**. Bien que plusieurs produits soient disponibles sur le marché, un seul type de protecteur est principalement

utilisé au Québec (Freegro Inc.). Afin de trouver le meilleur parti, deux autres types sont installés en vue d'une analyse à moyen terme de critères tels l'efficacité de la protection et la résistance.

Ensuite, **différentes dimensions de plants à l'établissement seront étudiées**, soit des plants de deux ans et des plants de quatre ans. Plus spécifiquement, nous comptons explorer **la possibilité d'accélérer la vitesse de croissance initiale par l'utilisation de plants de plus forte dimension** agissant sur la survie et la vulnérabilité face à l'herbivorie.

## MÉTHODOLOGIE

### DESCRIPTION DES SITES

Les deux sites retenus pour l'expérience, nommés Lemaire et Allard selon le nom de leur propriétaire, se situent en Montérégie. Le site Allard se trouve dans la MRC du Haut-Saint-Laurent (Annexe 1) et le site Lemaire dans la MRC de Brome-Missisquoi (Annexe 2). Il s'agit de jeunes boisés composés d'espèces pionnières et dont les espèces de feuillus de haute valeur possèdent un faible niveau de régénération. Le site Lemaire (pente 2-3%) est un ancien pacage recolonisé par des essences de faible valeur âgées de dix à trente ans, soit principalement le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) et le bouleau gris (*Betula populifolia*). Le site Allard (plat) est une jeune bétulaie grise (*Betula populifolia*) ayant colonisé un ancien champ cultivé.

Les caractéristiques édaphiques de chacun des sites ont été définies grâce à des relevés de sol en septembre 2008. Trois échantillons de sols ont été récoltés à 15 cm de profondeur dans chacun des blocs, puis réunis en un seul homogénat (un homogénat par bloc).

Pour le site Allard, les résultats des analyses de sol se trouvent au tableau 1 et ceux du site Lemaire se trouvent au tableau 2. Les paramètres analysés sont la capacité d'échange cationique (CEC), le pH et les teneurs en calcium (Ca), phosphore (P), potassium (K) et magnésium (Mg). Selon les cartes pédologiques de l'étude de Mailloux et Godbout (1954), le site Allard est formé d'un sol sableux, soit 91,1% de sable, 6,5% de limon et

2,4% d'argile, alors que le site Lemaire, selon Cann *et al.* (1948), est fait de 54% de sable, 36% de limon et 10% d'argile.

Tableau 1. Résultats des analyses de sol du site Allard en 2008

	<b>Bloc 1</b>	<b>Bloc 2</b>	<b>Bloc 3</b>	<b>Bloc 4</b>	<b>Bloc 5</b>	<b>Bloc 6</b>	<b>Moyenne</b>
<b>CEC (meq/100g)</b>	12,4	14,2	8,73	15,9	10,8	12	12,34
<b>pH</b>	5	4,8	5,7	5,5	5,1	5,1	5,2
<b>Ca (kg/ha)</b>	306	514	629	1 510	462	153	595,7
<b>P (kg/ha)</b>	< 9 <sup>1</sup>	36	23	< 9	< 9	< 9	15,8
<b>K (kg/ha)</b>	24	36	15	42	22	19	26,3
<b>Mg (kg/ha)</b>	17	< 15 <sup>2</sup>	126	149	21	< 15	57,2

<sup>1</sup> Lorsque le résultat est de < 9, le chiffre 9 a été utilisé pour le calcul de la moyenne

<sup>2</sup> Lorsque le résultat est de < 15, le chiffre 15 a été utilisé pour le calcul de la moyenne

Tableau 2. Résultats des analyses de sol du site Lemaire en 2008

	<b>Bloc 1</b>	<b>Bloc 2</b>	<b>Bloc 3</b>	<b>Bloc 4</b>	<b>Bloc 5</b>	<b>Moyenne</b>
<b>CEC (meq/100g)</b>	15,5	18,5	11,9	14,3	15,3	15,1
<b>pH</b>	5,2	5,1	5	5	5	5,1
<b>Ca (kg/ha)</b>	1 340	1 140	590	918	1 120	1 021,6
<b>P (kg/ha)</b>	27	35	71	37	65	47
<b>K (kg/ha)</b>	104	98	65	81	76	84,8
<b>Mg (kg/ha)</b>	94	61	29	50	60	58,8

#### DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX

Des bandes de 5 m de largeur (sept bandes chez Allard et huit chez Lemaire), espacées de 15 m centre à centre et orientées nord-sud, ont été dégagées par abattage et débroussaillage. La largeur des interbandes est de 10 m. L'ouverture des bandes a été pratiquée par le propriétaire sur le site Lemaire et par un entrepreneur forestier, René Dulude, sur le site Allard.

## **Institut de recherche en biologie végétale**

Dans les dispositifs expérimentaux, les arbres sont disposés au centre des bandes ouvertes et en bordure. En effet, en plus des plantations réalisées au centre des bandes de végétation ouvertes, des arbres ont installés dans à la marge des bandes ouvertes, permettant ainsi une densité plus élevée. Les plants de la bordure sont munis uniquement d'une protection antirongeur (spirales de plastique) et seront suivi de manière épisodique. Les arbres au centre des rangées forment le cœur de l'expérimentation.

Les espèces d'arbres plantés au centre des bandes ouvertes sont des chênes rouges (*Quercus rubra*) et des chênes à gros fruits (*Quercus macrocarpa*). Les arbres plantés dans l'interbande sont des cerisiers tardifs (*Prunus serotina*), des érables à sucre (*Acer saccharum*) et des bouleaux jaunes (*Betula alleghaniensis*) sur le site Allard. Sur le site Lemaire, on retrouve les mêmes espèces auxquelles s'ajoutent des noyers noirs (*Juglans nigra*) et des frênes d'Amérique (*Fraxinus americana*). Nous décrivons ici plus en détail les traitements qui seront comparés pour ces arbres positionnés au centre des bandes.

### Au centre des bandes

Au centre des bandes, des parcelles de quatre arbres d'une même espèce comprennent deux types d'arbres, soit des plants de 2 ans et des plants de 4 ans. Les arbres des deux types ont été mis en terre entre le 9 et le 13 mai 2008 sur le site Allard (tableau 3), et les 20 et 21 mai 2008 sur le site Lemaire (tableau 4). Ainsi, chaque parcelle contient deux grands arbres de 4 ans suivis de deux plus petits arbres de 2 ans. L'espace entre les arbres est de 2m. Entre les parcelles, un cerisier tardif est parfois planté sur le site Allard, alors qu'il s'agira du frêne d'Amérique chez Lemaire. Chez Lemaire, des andins traversent perpendiculairement les bandes et des chênes rouges âgés de 4 ans ont été plantés dessus, en alignement avec les parcelles.

Tableau 3. Effectif des arbres plantés au centre des bandes sur le site Allard

Type	Traitement	Chêne rouge	Chêne à gros fruits	Cerisier tardif	Total
2 ans	Témoin	24	12	15	51
	Climatic	24	12	15	51
	Freegro	24	12	11	47
	Grillage	24	12	12	48
	<b>Sous-total</b>	<b>96</b>	<b>48</b>	<b>53</b>	<b>197</b>
4 ans		96	48	-	144
<b>Total</b>		<b>192</b>	<b>96</b>	<b>53</b>	<b>341</b>

Tableau 4. Effectif des arbres plantés au centre des bandes sur le site Lemaire

Type	Traitement	Chêne rouge	Chêne à gros fruits	Frêne d'Amérique	Total
2 ans	Témoin	20	10	9	39
	Climatic	20	10	4	34
	Freegro	20	10	9	39
	Grillage	20	10	8	38
	<b>Sous-total</b>	<b>80</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>150</b>
4 ans		95	40	-	135
<b>Total</b>		<b>175</b>	<b>80</b>	<b>30</b>	<b>285</b>

Le site Allard est subdivisé en six blocs de 12 parcelles, pour un total de 72 parcelles (Annexe 3), alors que le site Lemaire contient cinq blocs de 12 parcelles pour un total de 60 parcelles (Annexe 4). Dans chaque bloc, trois types de protections contre le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) sont analysées et ont été installées sur les arbres de 2 ans:

- le manchon protecteur de marque Freegro® à larges mailles (5mm X 5mm) (Figure 1A), d'un diamètre de 15 cm et 150 cm de hauteur,
- le type de marque Climatic® (mailles 2mm X 2mm) (Figure 1B) de 20 cm de diamètre et 180 cm de hauteur disponible chez Dendrotik®
- et un type fabriqué d'un cylindre de grillage métallique (figure 2) de 30 cm de diamètre et 120 cm de hauteur : le grillage est à larges mailles (mailles de 15cm de largeur et dont la hauteur se réduit progressivement de 5cm, au bas, à 10cm dans la partie supérieure) (Figure 1C). Ce dernier est installé de manière à atteindre une

protection à partir de 20 à 30 cm de hauteur du sol, laissant la base découverte mais permettant de protéger la cime de l'arbre jusqu'à près de 150cm. La grande taille des mailles permet un traitement de protection qui ne limite pas la disponibilité de la lumière.

- Des parcelles témoins, sans aucune protection, complètent le dispositif.
- Les troncs des arbres de 4 ans ont été protégés des frottis par le cerf en installant une gaine protectrice autour du tronc, fabriquée à partir du protecteur de type Climatic. Leur cime feuillée demeure libre, atteignant près de 180cm de hauteur.

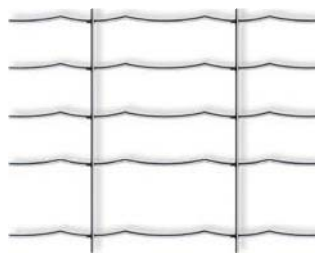
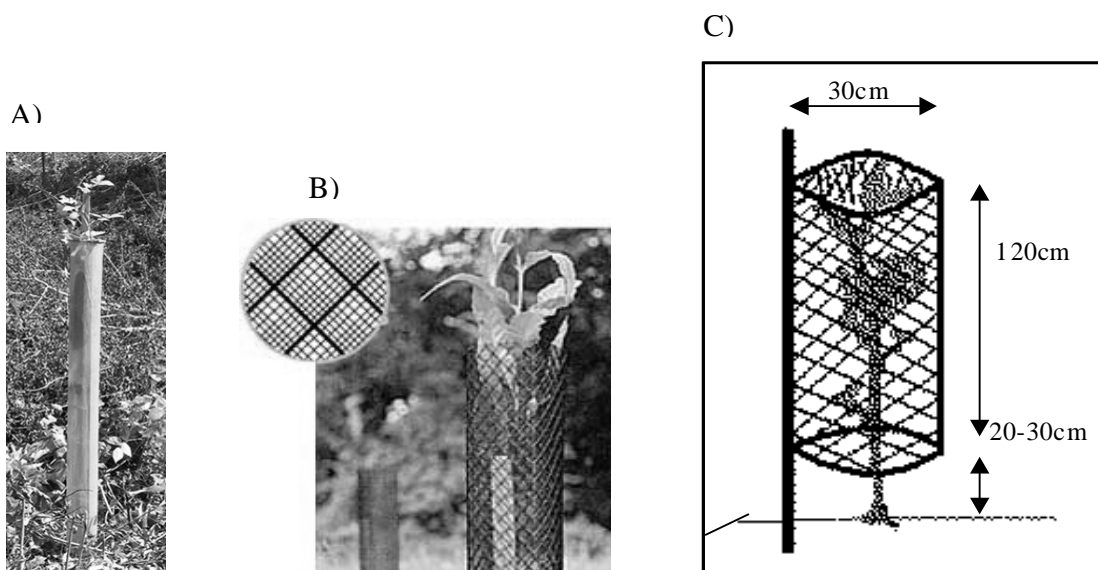


Figure 2. Mailles du manchon de type grillage

En bordure des bandes

De chaque côté des parcelles, trois plants de 2 ans ont été plantés en bordure des bandes ouvertes. Sur les deux sites, ces arbres sont composés de cerisiers tardifs, bouleaux jaunes et érables à sucre. S'ajoutent sur le site Allard (tableau 5) le chêne rouge et sur le site Lemaire (tableau 6) le chêne à gros fruits et le noyer noir. Ces arbres sont protégés par des spirales antirongeurs.

Tableau 5. Effectif des arbres plantés en bordure des bandes ouvertes sur le Site Allard

<b>Espèce</b>	<b>Nombre</b>
Érable à sucre	92
Chêne rouge	150
Bouleau jaune	96
Cerisier tardif	94
<b>Total</b>	<b>432</b>

Tableau 6. Effectif des arbres plantés en bordure des bandes ouvertes sur le Site Lemaire

<b>Espèce</b>	<b>Nombre</b>
Érable à sucre	72
Noyer noir	72
Bouleau jaune	72
Cerisier tardif	72
Frêne d'Amérique	132
<b>Total</b>	<b>420</b>

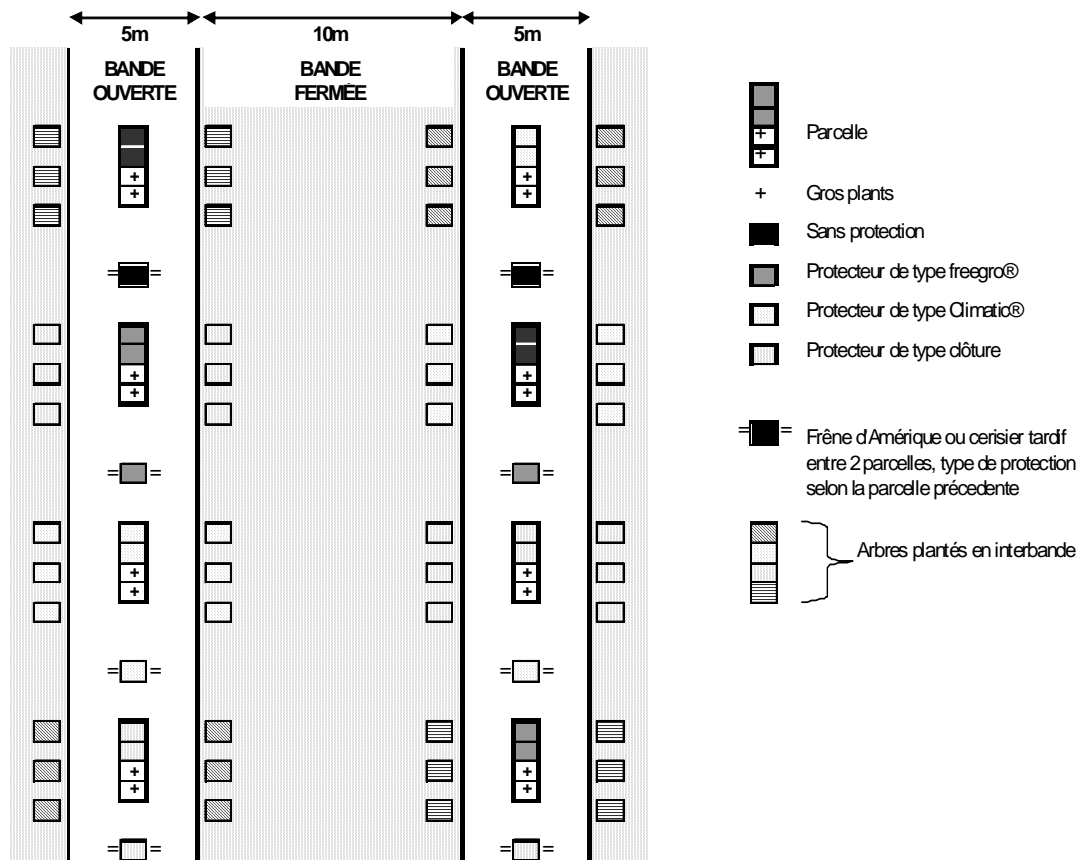


Figure 3. Schéma de la disposition des arbres de différentes dimensions (2 ans et 4 ans) et des types de protecteurs contre le cerf de Virginie sur les sites Allard et Lemaire

## MESURES

### Croissance des arbres

Les hauteurs (cm) ont été mesurées à l'aide d'une règle métallique et les diamètres au sol et à hauteur de poitrine (mm) grâce à un vernier électronique. Pour les arbres situés au centre des bandes, les mesures initiales de hauteur et de diamètre ont été prises les 28 mai et 3 juin 2008 sur le site Allard et le 12 juin 2008 sur le site Lemaire. Les mesures finales ont été prises le 5 septembre 2008 chez Allard et le 15 septembre 2008 chez Lemaire. Pour les arbres plantés sur la bordure des bandes ouvertes, seule la hauteur initiale a été mesurée, soit le 5 juin 2008 chez Allard et le 12 juin 2008 chez Lemaire.



### Lumière disponible

La lumière disponible correspond au pourcentage de radiations photosynthétiquement actives (RPA). Dans les bandes des deux sites, Allard et Lemaire, la lumière a été mesurée grâce à une sonde BF2, respectivement les 13 et 14 août 2008. Trois mesures par parcelle (composée de quatre arbres) ont été prises; une mesure fixe à 1,5 m du sol au sud de la parcelle, une mesure au niveau de la cime d'un grand arbre (4 ans) et une mesure au niveau de la cime d'un jeune arbre (2 ans) (à l'extérieur du protecteur). Pour chaque mesure de lumière prise en forêt (dans les parcelles), une mesure de référence est prise en zone ouverte, dans un champ situé non loin du dispositif. Le pourcentage de lumière disponible s'obtient par le calcul suivant :

$$\% \text{ de lumière disponible} = 100 * (\text{valeur en forêt} / \text{valeur de référence})$$

Des mesures ont aussi été prises afin de connaître l'atténuation de la lumière à l'intérieur même des manchons. Ces mesures ont été prises à l'extérieur des sites à l'étude, soit au Jardin botanique de Montréal, sur un terrain découvert le 4 octobre 2008. La lumière a été mesurée à plusieurs hauteurs à l'intérieur des manchons Climatic et Freegro.

### ANALYSES STATISTIQUES

Les données n'ont pas fait l'objet de tests statistiques étant donné la jeunesse du dispositif. Seules les moyennes, obtenues à partir de tableaux croisés dynamiques, sont présentées dans les figures et discutées.

### RÉSULTATS

#### SITE ALLARD

##### Arbres au centre des bandes

Les premiers résultats (figures 4 à 8; tableau 5) concernent les arbres plantés au centre des bandes ouvertes, soit le cerisier tardif (Cet), le chêne rouge (Chr) et à gros fruits (Chg) de deux ans et le chêne rouge (Chrf) et à gros fruits (Chgf) de quatre ans.

*Hauteur et accroissement*

La hauteur des plants de deux ans varient selon l'espèce et le type de manchon protecteur. Chez le cerisier tardif, les plants témoins et ceux bénéficiant de la protection de type Climatic (43,3 et 47,9 cm) ont une hauteur inférieure (jusqu'à 27,5%) aux plants munis d'une protection de types Freegro et grillage (59,6 et 59,7 cm). Chez le chêne à gros fruits, les résultats sont plus nuancés, mais les plants témoins et ceux avec la protection Climatic sont aussi les moins élevés (58,2 et 60,3 cm). La protection de type grillage donne de meilleurs résultats (70,8 cm) que le type Freegro (65,6 cm). Chez le chêne rouge, les résultats sont supérieurs chez les témoins (70 cm) et ceux munis du protecteur grillage (69,1 cm) et ils sont un peu plus faibles avec les protecteurs Climatic (65,1 cm) et Freegro (63,2 cm) (Figure 4A).

L'accroissement (figure 4B) du cerisier tardif a été positif avec tous les traitements. Les plants sans protection (témoin) ont cru de 10 cm, alors que les autres traitements ont permis une croissance de 2 à 2,62 fois supérieure. En effet, les plants avec les types Climatic et Freegro ont cru de 22 et 22,6 cm et ceux munis du type grillage de 26,2 cm. Chez le chêne à gros fruits, la croissance a été plus faible. Les types de protection grillage, Freegro et Climatic offrent les meilleurs résultats (11,2, 9,5 et 9,5 cm), comparativement à 6 cm pour les plants témoins. Chez le chêne rouge, il n'y a pas eu d'accroissement pour tous les traitements. En effet, alors qu'un faible accroissement est observé chez les témoins et ceux munis de grillage (2,7 et 2 cm), l'accroissement est négatif avec le type Climatic (-4,6 cm) et le type Freegro (-6,7 cm).

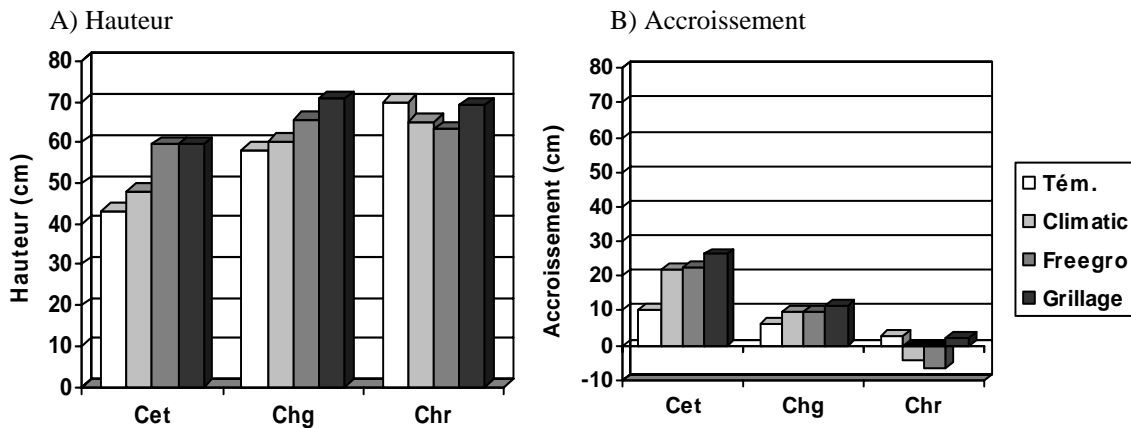


Figure 4. Site Allard;– A) hauteur (cm) en septembre 2008 et – B) accroissement (cm) de mai à septembre 2008 du cerisier tardif (Cet), chêne à gros fruits (Chg) et chêne rouge (Chr) de deux ans situés au centre des bandes selon le protecteur, soit Climatic, Freegro, grillage et aucun (tém)

Chez les feuillus âgés de quatre ans (figure 5), soit le chêne à gros fruits (Chgf) et le chêne rouge (Chrf), la hauteur est évidemment nettement plus élevée que les plants de deux ans, soit de 2,6 à 4,6 fois plus. Le chêne à gros fruits est à peine plus élevé (197,3 cm) que le chêne rouge (187,2 cm) et ce dernier a eu une croissance presque nulle (1,1 cm) alors que le chêne à gros fruits à eu une croissance négative (-6,1 cm).

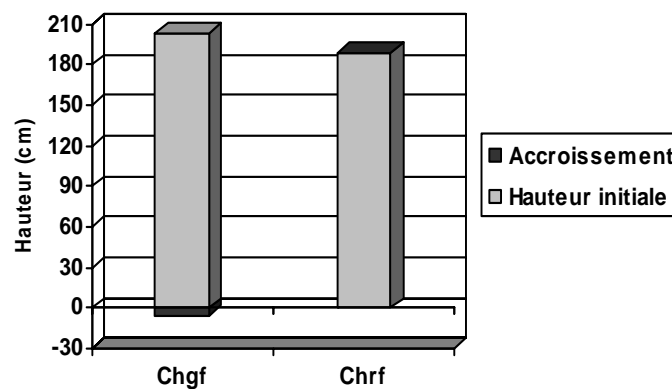


Figure 5. Site Allard; hauteur (cm) en mai 2008 (initiale) et accroissement (cm) jusqu'en septembre 2008 du chêne à gros fruits (Chgf) et du chêne rouge (Chrf) situés au centre des bandes et âgés de quatre ans.

#### *Diamètre et accroissement*

La figure 6 présente les diamètres au sol tant chez les arbres de deux ans (Cet, Chg et Chr) que chez les arbres de quatre ans (Chgf et Chrf). Les diamètres des arbres de quatre

ans sont nettement plus élevés, soit 25,3 mm pour le chêne à gros fruits et 23 mm pour le chêne rouge. Chez les arbres de deux ans, les diamètres oscillent entre 5,8 et 9,2 mm. Les diamètres des cerisiers tardifs sont inférieurs à ceux des chênes rouges et à gros fruits. Les cerisiers munis du protecteur de type Freegro ont un diamètre légèrement supérieur (7 mm) à ceux munis des autres types de protecteurs et des arbres témoins (5,8 à 6,2 mm). Chez le chêne à gros fruits, les diamètres sont très semblables d'un traitement à l'autre (8,2 à 9,2 mm), malgré une valeur quelque peu supérieure avec le type Freegro. Les diamètres des chênes rouges sont semblables, mais un peu plus élevée dans le protecteur Climatic, avec un diamètre de 9,1 mm, alors que dans les autres traitements les diamètres sont entre 8,2 et 8,4 mm.

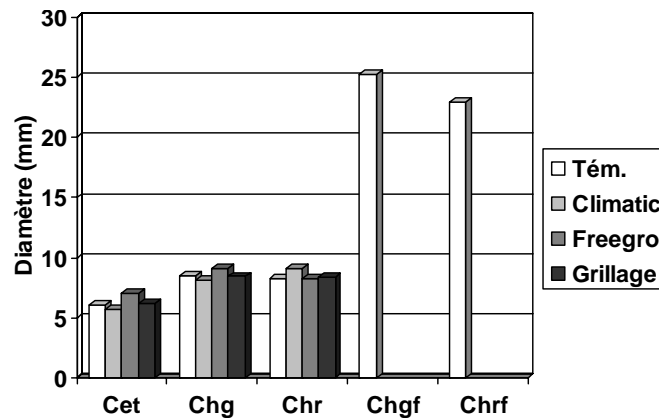


Figure 6. Site Allard; diamètre au sol (mm) en 2008 du cerisier tardif (Cet), du chêne à gros fruits de deux ans (Chg) et de quatre ans (Chgf) et du chêne rouge de deux ans (Chr) et de quatre ans (Chrf), situés au centre des bandes, selon le type de protection contre le cerf de Virginie, soit Climatic, Freegro, grillage et sans protection (tém).

### Taux de survie

Les taux de survie (figure 7) des chênes à gros fruits de deux ans (Chg) et de quatre ans (Chgf) sont de 100%. Ils sont de 99% chez les chênes rouges de deux ans et de 92,7% chez ceux de quatre ans. Le taux de survie moyen des cerisiers tardifs est plus faible avec 86,8%. Il y a peu de différence entre les traitements, sauf chez le cerisier (Cet) dont les taux de survie sont inférieurs dans les protecteurs Climatic, Freegro et grillage (80%, 81,8% et 83,3%), alors qu'il est parfait chez les témoins (100%), un résultat difficile à

expliquer autrement que par le fait du hasard, le traitement grillage n'apportant pratiquement aucune contrainte de lumière. Chez le chêne rouge de deux ans (Chr), le taux de survie est parfait pour tous les traitements sauf avec le protecteur Climatic où il est 4,2% inférieur. Il n'y a pas de différence entre les traitements chez les chênes à gros fruits de deux ans, alors que tous les arbres sont vivants.

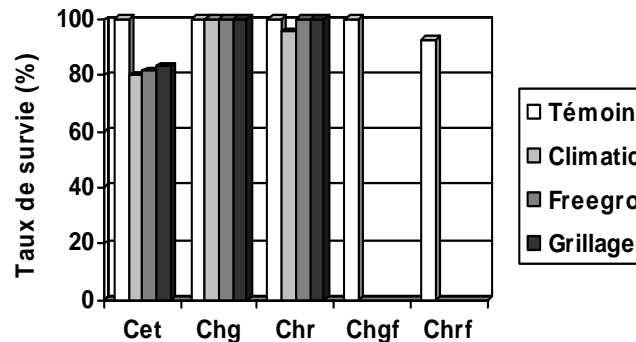


Figure 7. Site Allard; taux de survie (%) du cerisier tardif (Cet), chêne à gros fruits de 2 ans (Chg) et de 4 ans (Chgf) et chêne rouge de 2 ans (Chr) et de 4 ans (Chrf), situés au centre des bandes et en fonction du type de protecteur.

### *Disponibilité en lumière*

La figure 8 présente les mesures de proportion de lumière parvenant au niveau des parcelles d'arbres. La proportion de lumière se définit comme le pourcentage de radiations photosynthétiquement actives. Les mesures sont donc transformées en proportion de la lumière captée en milieu ouvert (sonde placée dans un champ adjacent). Les mesures sont toujours prises à l'extérieur des protecteurs, soit à 1,5 m du sol au sud de la parcelle d'arbres (figure 8A), soit au niveau de la cime d'un arbre de 2 ans et de la cime d'un arbre de 4 ans dans chaque parcelle (figure 8B).

La lumière disponible au sud des parcelles (Figure 8A) de chênes rouges est un peu plus importante que celle des parcelles de chênes à gros fruits, soit respectivement 38% et 34,1%. La figure 8B présente les pourcentages de lumière disponible mesurée à la cime des arbres. Chez les arbres de 4 ans, la lumière disponible est plus importante que chez ceux de 2 ans avec 39,9% pour les chênes rouges (Chrf) et 36,6% pour les chênes à gros fruits (Chgf). Entre les chênes rouges de 2 ans (Chr), les mesures de lumière varient selon

les traitements. Il y a plus de lumière disponible dans les parcelles où des protecteurs de type grillage sont installés, avec 38,9%. Pour les plants témoins et munis de protecteurs Freegro, la lumière disponible est semblable, avec 33,4 et 32,3%. Puis, la lumière disponible est un peu plus faible lorsque les protecteurs Climatic sont installés, avec 28,8%.

Pour les chênes à gros fruits de 2 ans (Chg), la lumière disponible varie aussi beaucoup. Elle est maximale pour les plants témoins avec 35,9%. Elle diminue à 29,7% quand les protecteurs Freegro sont installés, à 25,9% avec le type Climatic puis 22,6% en présence des grillages.

Ces mesures sont prises à l'extérieur des protecteurs, donc la variabilité de lumière disponible ne peut leur être attribuée. Il s'agit plutôt ici de fixer les données initiales qui permettront un suivi au fil du temps.

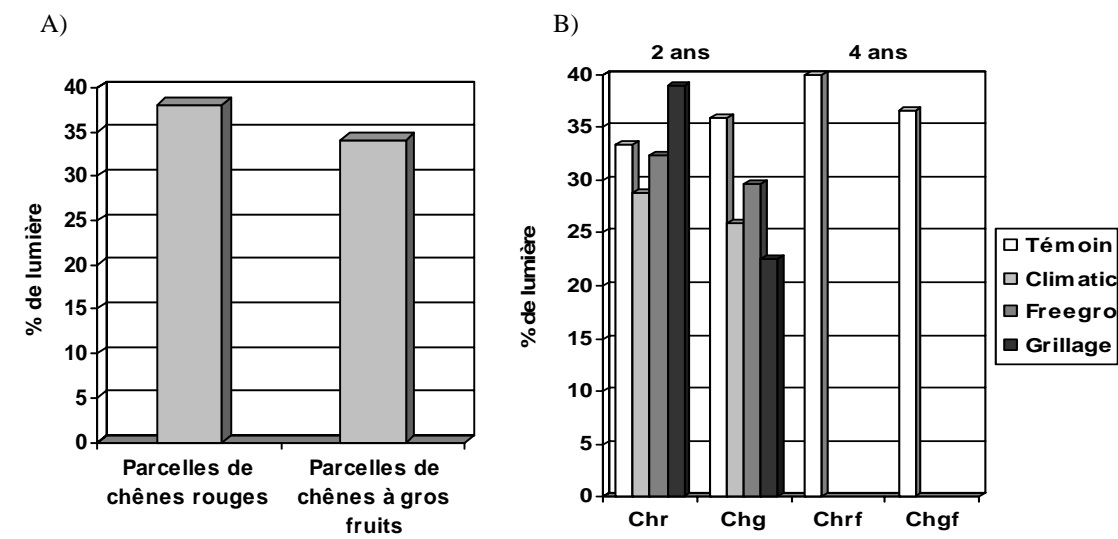


Figure 8. Site Allard; pourcentage moyen de lumière disponible -A) à 1,5m du sol au sud de la parcelle et -B) à la cime des chênes rouges de 2 ans (Chr) et de 4 ans (Chrf) et des chênes à gros fruits de 2 ans (Chg) et de 4 ans (Chgf) selon le type de protecteur, soit Climatic, Freegro, grillage ou sans protecteur (témoin)

#### *Autres phénomènes observés*

Les notes qui ont été prises durant l'été 2008 ont permis de relever trois observations principales qui peuvent causer chez les plants un recul de croissance, soit l'apex mort, la

présence de chenilles et la présence de signe de broutage par les cerfs (tableau 7). 39,6% des cerisiers ont été ainsi affectés et les plants témoins et munis du protecteur de type grillage sont particulièrement touchés (66,7% de leur effectif). La plupart des observations chez le cerisier concernent la mort de l'apex qui affecte 28,3% des individus, touche plus de la moitié des plants témoins et le tiers des plants avec grillage. Quelques individus témoins étaient infestés de chenilles et les signes de broutage sont relevés uniquement chez les plants témoins et munis du grillage. Les plants munis des protecteurs Climatic et Freegro sont peu affectés (6,7% et 18,2%) (tableau 7).

Chez les chênes rouges de 2 ans, 49% des arbres ont été affectés, soit de 45,8 à 50% selon le type de protecteur. On a constaté la mort de l'apex chez environ le tiers des plants témoins et avec protecteurs grillage (33,3%). Cette proportion est un peu plus élevée chez les arbres avec protecteur Climatic et Freegro (37,5 et 41,7%). Un pourcentage non négligeable de chênes rouges a été infesté par des chenilles (11,5%) et les seuls signes de broutage relevés l'ont été chez des plants munis de grillage.

Chez les chênes à gros fruits de 2 ans, la proportion d'arbres affectés est plus faible, avec 14,6%. Le quart des arbres témoins et munis du grillage sont affectés, 8,3% des arbres avec protecteur Freegro et aucun avec le protecteur Climatic. 8,33% des chênes à gros fruits présentaient un apex mort, 7,6% étaient infestés de chenilles, aucun n'a été brouté.

Chez les arbres de quatre ans, le chêne rouge a été particulièrement affecté avec 85,4% de son effectif. Plus de la moitié des arbres étaient infestés de chenilles et près d'un quart présentait un apex mort (tableau 7). Seulement 8,3% ont été broutés. Les chênes à gros fruits de 4 ans ont aussi été largement affectés, avec 70,8% de ceux-ci. Encore une fois, plus de la moitié des chênes étaient infestés de chenilles, 12,5% montraient un apex mort et 4,2% ont été broutés (tableau 7).

En moyenne, ce sont chez 38,1% des arbres de 2 ans que l'on a fait ces observations et chez 73,6% des arbres de 4 ans. Le cas de l'apex mort affecte 27,4% des arbres de 2 ans et 19,4% des arbres de 4 ans. Les chenilles sont surtout présentes chez les arbres de 4 ans (54,2% vs 7,6% chez les 2 ans). Le broutage a affecté en moyenne 3,1% des jeunes

arbres et 6,9% des plus vieux. Sur le dispositif en entier, 56% des arbres sont affectés, soit 24,1% dont l'apex est mort, 27,3% par des chenilles et 4,7% par le broutage.

Tableau 7. Pourcentage d'arbres dont l'apex est mort, avec présence de chenilles et présentant des signes de broutage par le cerf de Virginie sur le site Allard au centre des rangées

Espèce	Traitement	Apex mort (%)	Chenilles (%)	Broutés (%)	Total (%)
<b>Arbres de 2 ans</b>					
<b>Cerisier tardif</b>	Témoin	53,3	6,7	6,7	<b>66,7</b>
	Climatic	6,7	-	-	<b>6,7</b>
	Freegro	18,2	-	-	<b>18,2</b>
	Grillage	33,3	-	33,3	<b>66,7</b>
	Sous-total	28,3	1,9	9,4	<b>39,6</b>
<b>Chêne rouge</b>	Témoin	33,3	16,7	-	<b>50</b>
	Climatic	37,5	12,5	-	<b>50</b>
	Freegro	41,7	4,2	-	<b>45,8</b>
	Grillage	33,3	12,5	4,7	<b>50</b>
	Sous-total	36,5	11,5	1	<b>49</b>
<b>Chêne à gros fruits</b>	Témoin	16,7	8,3	-	<b>25</b>
	Climatic	-	-	-	<b>-</b>
	Freegro	8,3	-	-	<b>8,3</b>
	Grillage	8,3	16,7	-	<b>25</b>
	Sous-total	8,33	6,3	-	<b>14,6</b>
<b>Total</b>		<b>27,4</b>	<b>7,6</b>	<b>3,1</b>	<b>38,1</b>
<b>Arbres de 4 ans</b>					
<b>Chêne rouge</b>		22,9	54,2	8,3	<b>85,4</b>
<b>Chêne à gros fruits</b>		12,5	54,2	4,2	<b>70,8</b>
<b>Total</b>		<b>19,4</b>	<b>54,2</b>	<b>6,9</b>	<b>73,6</b>
<b>Grand total</b>		<b>24,1</b>	<b>27,3</b>	<b>4,7</b>	<b>56</b>

#### Arbres en bordure des bandes

La figure 8 présente la hauteur (figure 8A) et le taux de survie (figure 8B) des arbres disposés en bordure des bandes ouvertes, soit le bouleau jaune (Boj), le cerisier tardif (Cet), le chêne rouge (Chr) et l'érable à sucre (Ers).



### *Hauteur*

L'érable à sucre est l'espèce ayant la plus grande hauteur moyenne avec 66,6 cm, tout juste plus élevée que le chêne rouge (57,1 cm). Le bouleau jaune suit de près avec 51,2 cm. Le cerisier tardif quant à lui est moins élevé que les autres espèces avec une moyenne de 27,5 cm, soit environ deux fois plus petit (figure 9A).

### *Taux de survie*

Le taux de survie (figure 9B) du chêne rouge est parfait et ceux du bouleau jaune, du cerisier tardif et de l'érable à sucre sont élevés et similaires, soit 94,4%, 92,9% et 93,8% respectivement.

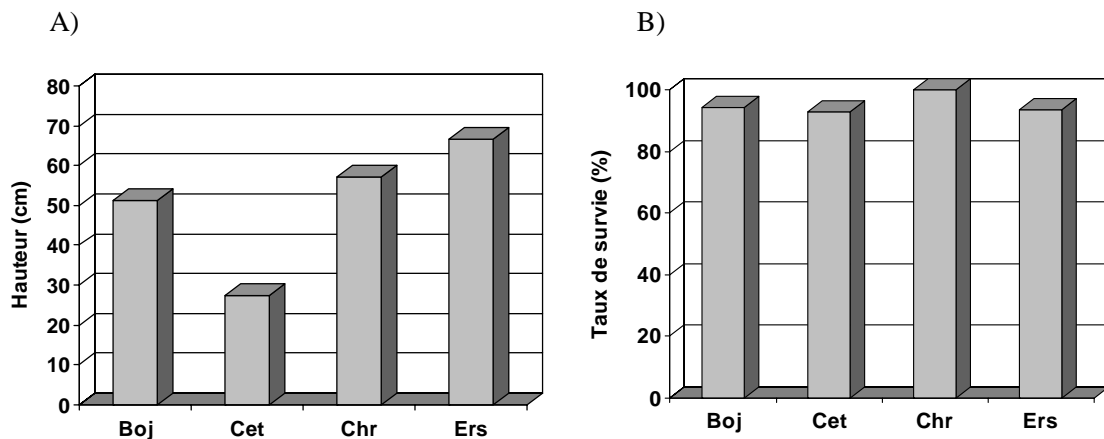


Figure 9. Site Allard; – A) hauteur (cm) et – B) survie (%) des arbres situés en bordure des bandes, soit le bouleau jaune (Boj), le cerisier tardif (Cet), le chêne rouge (Chr) et l'érable à sucre (Ers)

## SITE LEMAIRE

### Arbres au centre des bandes

Les premiers résultats (figures 10 à 14; tableau 6) concernent les arbres situés au centre des bandes ouvertes de deux ans, soit le frêne d'Amérique (Fra), le chêne à gros fruits (Chg) et le chêne rouge (Chr) et de quatre ans, soit le chêne à gros fruits (Chgf) et le chêne rouge (Chrf).

*Hauteur et accroissement*

La hauteur (cm) des arbres de 2 ans (figure 10A) varie plus ou moins selon l'espèce et le type de protection. Chez le frêne d'Amérique (Fra), la hauteur est semblable chez les plants témoins (68,7 cm) et ceux ayant les protections de types Freegro (68,2 cm) et grillage (67,9 cm). Le type Climatic donne une hauteur un peu plus faible chez cette espèce, soit 56,8 cm, ce qui représente une différence jusqu'à 17,4%. Chez le chêne à gros fruits (Chg), la hauteur est semblable entre les plants témoins, munis du type Freegro et munis du grillage (64,4 cm, 64,7 cm et 66 cm) et à peine plus faible avec le type Climatic (56,6 cm). Chez le chêne rouge (Chr), les arbres sans protection et munis des protecteurs Climatic et Freegro ont des hauteurs similaires (68,4 cm, 70,3 cm et 69,6 cm) alors que ceux munis du grillage ont une hauteur moyenne un peu plus élevée (76,1 cm).

L'accroissement de la hauteur de ces mêmes espèces est présenté à la figure 10B. Le frêne d'Amérique (Fra) a eu une croissance positive avec tous les traitements. Elle a été semblable entre les plants témoins et munis des protecteurs Climatic et grillage (10,6 cm, 11 cm et 12,5 cm) et plus importante avec le protecteur Freegro (17,4 cm). Le chêne à gros fruits (Chg) a également eu une croissance positive allant de 7,5 à 13,3 cm selon la protection fournie, les témoins ayant eu la croissance la plus faible. Mis à part une croissance de près de 7 cm avec type Freegro, l'accroissement du chêne rouge (Chr) s'est fait plutôt timide avec moins de 3 cm et même légèrement négatif dans le cas du grillage.

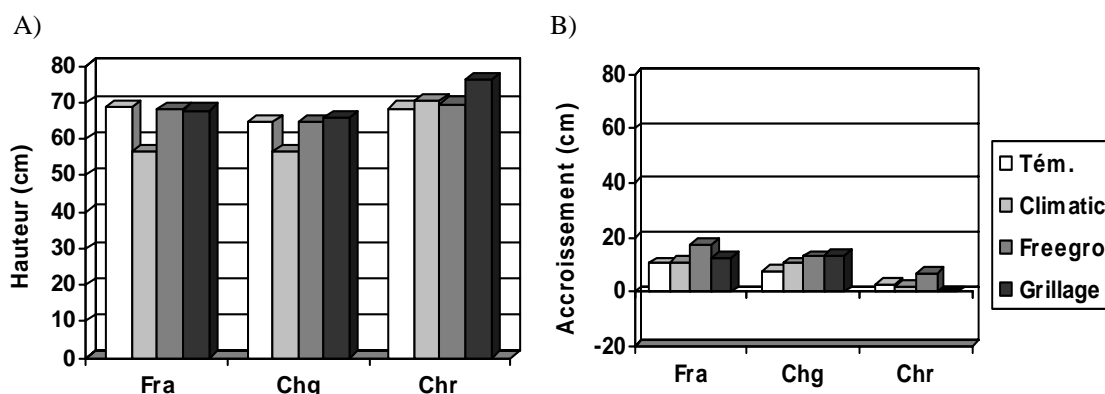


Figure 10. Site Lemaire;– A) hauteur (cm) en septembre 2008 et – B) accroissement (cm) de mai à septembre 2008 du frêne d'Amérique (Fra), du chêne à gros fruits (Chg) et du chêne rouge (Chr), situés au centre des bandes et âgés de deux ans, selon le type protection contre le cerf de Virginie, soit Climatic, Freegro, grillage et sans protection (tém)

La hauteur des arbres de quatre ans (figure 11) est nettement supérieure à celle des arbres de deux ans, soit de 1,2 à 2,5 fois plus haut. À la fin de la saison, les chênes à gros fruits atteignent plus de deux mètres (200,7 cm) et les chênes rouges ont une hauteur moyenne de 178,3 cm. Cependant, l'accroissement de ces arbres a été très faible, soit en moyenne de 4,9 cm pour le chêne à gros fruits et de 1,8 cm pour le chêne rouge.

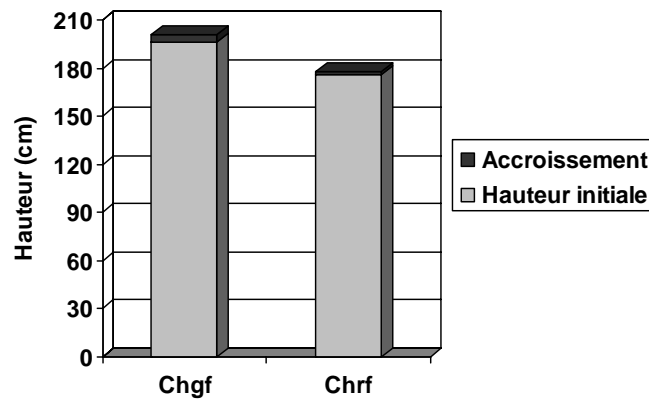


Figure 11. Site Lemaire; hauteur (cm) en septembre 2008 et accroissement (cm) de mai à septembre 2008 des chênes à gros fruits (Chgf) et chênes rouges (Chrf) âgés de 4 ans et situés au centre des bandes

#### *Diamètre et accroissement*

La figure 12 présente les diamètres au sol de tous les arbres de deux ans et de quatre ans. On voit d'entrée de jeu que les arbres de quatre ans ont un diamètre au moins deux fois plus élevé que ceux de deux ans. Chez le frêne d'Amérique (Fra), le diamètre est un peu plus petit avec le type Climatic (7,5 mm) et similaires chez les plants témoins et avec les types Freegro et grillage (9,8 mm, 9 mm et 9,5 mm). Chez le chêne à gros fruits de deux ans (Chg), les diamètres sont tous semblables malgré le traitement (9,8 mm à 11,2 mm). Chez le chêne rouge de 2 ans (Chr), les diamètres oscillent entre 9,2 mm et 10,1 mm chez les témoins et avec les types Climatic et Freegro et atteint 11,4 mm avec le grillage. Chez les arbres de quatre ans, les diamètres sont de 24,4 mm pour le chêne à gros fruits (Chgf) et de 22,1 mm pour le chêne rouge (Chrf).

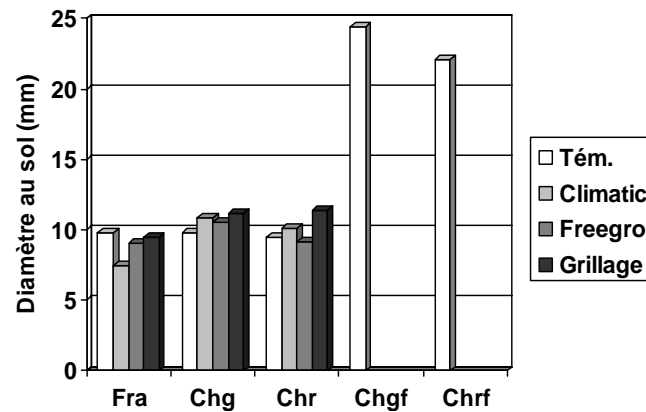


Figure 12. Site Lemaire; diamètre au sol (mm) du frêne d'Amérique (Fra), des chênes à gros fruits de 2 ans (Chg) et de 4 ans (Chgf) et des chênes rouges de 2 ans (Chr) et de 4 ans (Chrf), situés au centre des rangées, selon le type de protection contre le cerf de Virginie, soit Climatic, Freegro, grillage et sans protection (tém)

#### *Taux de survie*

Les taux de survie (figure 13) moyens sont excellents chez le frêne d'Amérique (Fra) (100%) et les chênes à gros fruits de deux ans (Chg) (97,5%) et quatre ans (Chgf) (95%). Ils sont un peu plus faibles chez les chênes rouges de deux ans (Chr) (91,1%) et quatre ans (Chrf) (87,4%). Des différences existent entre les traitements chez les chênes rouges de deux ans (Chf). La survie est meilleure chez les témoins et avec le protecteur de type grillage (95%), un peu inférieure avec les protecteurs Climatic (90%) et Freegro (85%). Chez le chêne à gros fruits de deux ans (Chg), le taux de survie est plus faible avec le protecteur de type grillage (90%), alors qu'il est parfait pour les autres traitements. Il n'y a aucune différence entre les traitements chez le frêne d'Amérique (Fra).

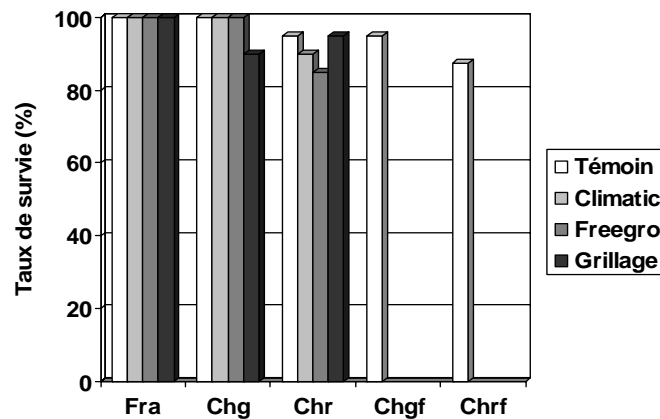


Figure 13. Site Lemaire; taux de survie (%) des arbres situés au centre des bandes, soit le frêne d'Amérique (Fra), les chênes à gros fruits de 2 ans (Chg) et 4 ans (Chgf), et les chênes rouges de 2 ans (Chr) et 4 ans (Chrf) selon le type de protecteur

#### *Disponibilité en lumière*

Le pourcentage de lumière disponible (figure 14), est mesuré à l'extérieur des protecteurs. La figure 14A présente la lumière disponible à 1,5 m du sol au sud des parcelles de chênes rouges et à gros fruits. La lumière disponible est juste un peu plus faible dans les parcelles de chênes rouges avec 33,7% comparativement à 35,8% pour les parcelles de chênes à gros fruits.

Le deuxième graphique (figure 14B) indique les pourcentages de lumière disponible mesurés au niveau de la cime des arbres. Chez le chêne rouge de deux ans (Chr), la lumière est maximale chez les plants témoins (30,5%), alors qu'elle est respectivement de 29,6%, 28,5% et 27% avec les protecteurs grillage, Freegro et Climatic. Chez les chênes à gros fruits de deux ans (Chg), les témoins reçoivent davantage de lumière avec 31,4%. Dans les parcelles avec protecteurs, la lumière transmise est plus faible, soit de 25,2% à 26,5%.

D'avantage de lumière est disponible à la cime des arbres de quatre ans, avec des mesures de 33,6 et 33,9% pour le chêne rouge (Chrf) et le chêne à gros fruits (Chgf) respectivement.

Comme les mesures de lumière sont prises à l'extérieur des protecteurs, la variabilité de lumière disponible ne peut leur être attribuée. Ces données initiales maintenant fixées, elles permettront le suivi au fil du temps.

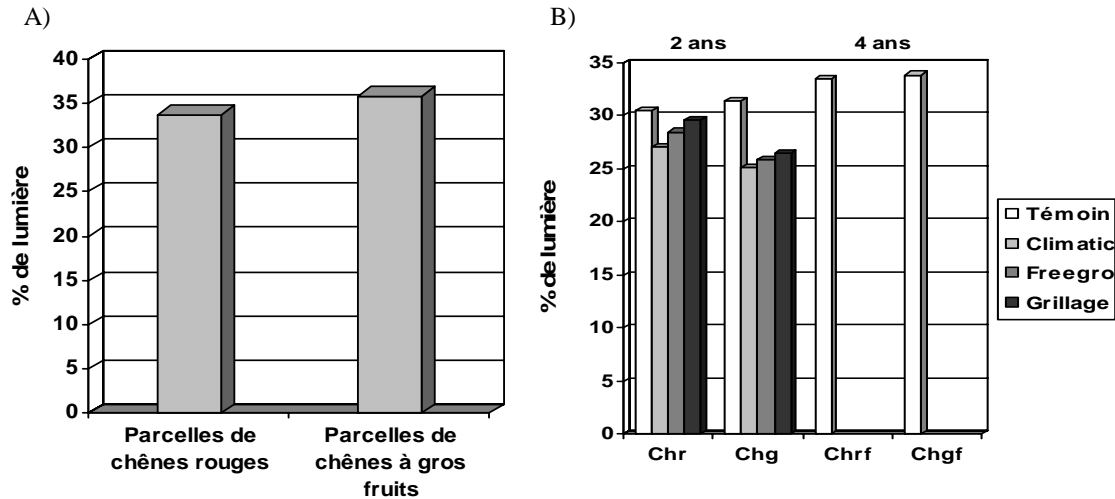


Figure 14. Site Lemaire; pourcentage de lumière disponible -A) à 1,5m du sol au sud de la parcelle et -B) à la cime des chênes rouges de 2 ans (Chr) et de 4 ans (Chrf) et des chênes à gros fruits de 2 ans (Chg) et de 4 ans (Chgf) selon le type de protecteur, soit Climatic, Freegro, grillage ou sans protecteur (témoin)

#### *Autres phénomènes observés*

Les observations pertinentes relevées sur les arbres et pouvant causer des reculs de croissance ont été notées (tableau 8). Chez les arbres de 2 ans, seule la mort de l'apex a été constatée sur 16% des arbres. Les chênes rouges ont été particulièrement touchés, avec 27,5% d'entre eux dont l'apex est mort, soit 35% des témoins, 30% des plants avec protecteur Climatic, 25% avec Freegro et 20% avec grillage. Seulement 5% des chênes à gros fruits ont été affectés, soit les plants témoins et ceux avec protecteur Climatic (10% chacun) (tableau 8). Les frênes d'Amérique n'ont pas été affectés.

Chez les arbres de 4 ans, la mort de l'apex et la présence de chenilles ont été observés, soit chez 25,9% et 6,7% des individus respectivement (tableau 8). 33,7% des chênes rouges ont été affectés et la majeure partie concerne la mort de l'apex (28,4%), le reste concerne les chenilles (5,3%). Environ la même proportion de chênes à gros fruits est

touchée, soit 30%. Les deux tiers concernent la mort de l'apex et le reste la présence de chenilles.

Sur la totalité du dispositif au centre des bandes, ce sont 20,7% des arbres dont l'apex est mort et 3,2% qui sont infestés par des chenilles, totalisant ainsi 23,9% des arbres ayant été affectés (tableau 8).

Tableau 8. Pourcentage d'arbres dont l'apex est mort, avec présence de chenilles et présentant des signes de broutage par le cerf, sur le site Lemaire au centre des bandes

<b>Espèce</b>	<b>Traitement</b>	<b>Apex mort (%)</b>	<b>Chenilles (%)</b>	<b>Total (%)</b>
<b>Arbres de 2 ans</b>				
<b>Chêne rouge</b>	<b>Témoin</b>	35	-	35
	<b>Climatic</b>	30	-	30
	<b>Freegro</b>	25	-	25
	<b>Grillage</b>	20	-	20
	<b>Sous-total</b>	<b>27,7</b>	-	<b>27,5</b>
<b>Chêne à gros fruits</b>	<b>Témoin</b>	10	-	10
	<b>Climatic</b>	10	-	10
	<b>Freegro</b>	-	-	-
	<b>Grillage</b>	-	-	-
	<b>Sous-total</b>	<b>5</b>	-	<b>5</b>
<b>Frêne d'Amérique</b>	<b>Témoin</b>	-	-	-
	<b>Climatic</b>	-	-	-
	<b>Freegro</b>	-	-	-
	<b>Grillage</b>	-	-	-
	<b>Sous-total</b>	-	-	-
<b>Total</b>		<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>
<b>Arbres de 4 ans</b>				
<b>Chêne rouge</b>		28,4	5,3	33,7
<b>Chêne à gros fruits</b>		20	10	30
	<b>Total</b>	<b>25,9</b>	<b>6,7</b>	<b>32,6</b>
<b>Grand total</b>		<b>20,7</b>	<b>3,2</b>	<b>23,9</b>

Arbres en bordure des bandes

*Hauteur*

La figure 15 présente la hauteur des arbres plantés en bordure des bandes ouvertes, soit le bouleau jaune (Boj), le cerisier tardif (Cet), l'érable à sucre (Ers), le frêne d'Amérique (Fra) et le noyer noir (Non). Les érables à sucre sont les plus grands, avec une hauteur moyenne de 73,1 cm. Les bouleaux jaunes et les frênes d'Amérique suivent avec 50,2 et 48,9 cm de hauteur, soit environ 32% plus petits que les érables. Viennent ensuite les noyers avec 35,1 cm et les cerisiers avec 31 cm. Ces deux espèces sont plus de deux fois plus petites que les érables et de 30% à 35% plus petites que les frênes et les bouleaux.

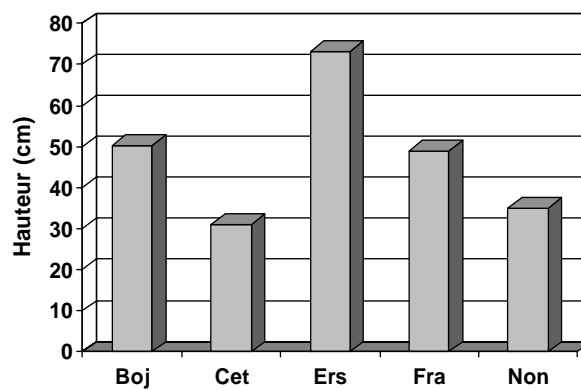


Figure 15. Site Lemaire; hauteur (cm) en juin 2008 des arbres situés en bordure des bandes, soit le bouleau jaune (Boj), le cerisier tardif (Cet), l'érable à sucre, le frêne d'Amérique (Fra) et le noyer noir (Non)

*Survie*

En bordure des bandes de végétation ouverte, tous les arbres de toutes les espèces ont survécus, les taux de survie sont donc tous de 100%.

ATTÉNUATION DE LA LUMIÈRE À L'INTÉRIEUR DES MANCHONS

Les figures 16 et 17 montrent respectivement les mesures d'atténuation de la lumière dans les manchons Climatic et Freegro, mesurée en milieu ouvert. Pour le protecteur Climatic, un plateau s'observe jusqu'à une hauteur d'environ 90 cm, où celle-ci est de 32,2% en moyenne. À partir de ce point, le pourcentage de lumière transmise augmente



tranquillement jusqu'à plus de 40% à 155 cm, puis de façon exponentielle pour atteindre 100% à 175 cm (figure 16). Il faut noter que le protecteur Climatic est d'une hauteur de 180 cm. La hauteur moyenne des arbres qui se trouvent dans les protecteurs Climatic varie selon l'espèce et le site de 47,9 à 70,3 cm. Plus d'un mètre sépare donc la cime des arbres de l'extrémité du protecteur et la hauteur de la cime des arbres se situe dans la plage de hauteurs auxquelles s'observe le plateau de lumière transmise (32,2%).

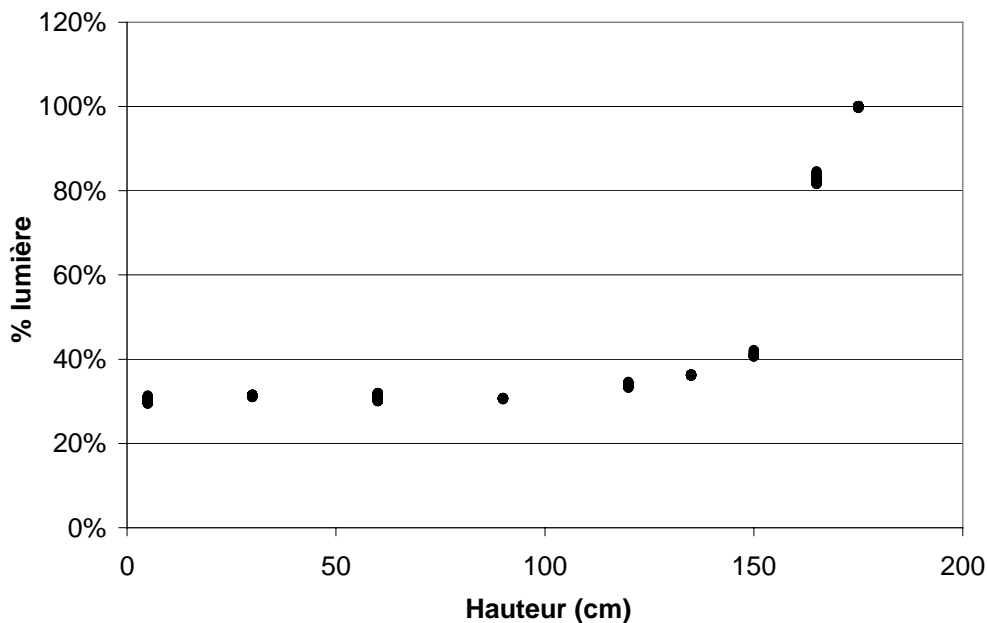


Figure 16. Pourcentage (%) de lumière transmise à l'intérieur du manchon protecteur Climatic à différentes hauteurs (cm)

Dans le manchon Freegro, un plateau est aussi observable jusqu'à environ 90 cm, ce plateau correspond à 52,4% de lumière transmise. Ce pourcentage augmente tranquillement jusqu'à plus de 60% à 120 cm de hauteur, puis de façon exponentielle jusqu'à 100% à une hauteur de 140 cm (figure 17). Le protecteur Freegro étant d'une hauteur de 150 cm, les arbres qui en sont munis ne le dépassent pas. En effet, la hauteur de ces arbres varie de 59,7 à 69,6 cm selon l'espèce et le site. Donc, encore une fois, la hauteur de la cime des arbres correspond au plateau dans la figure, soit où la lumière transmise est de 52,4% en moyenne.

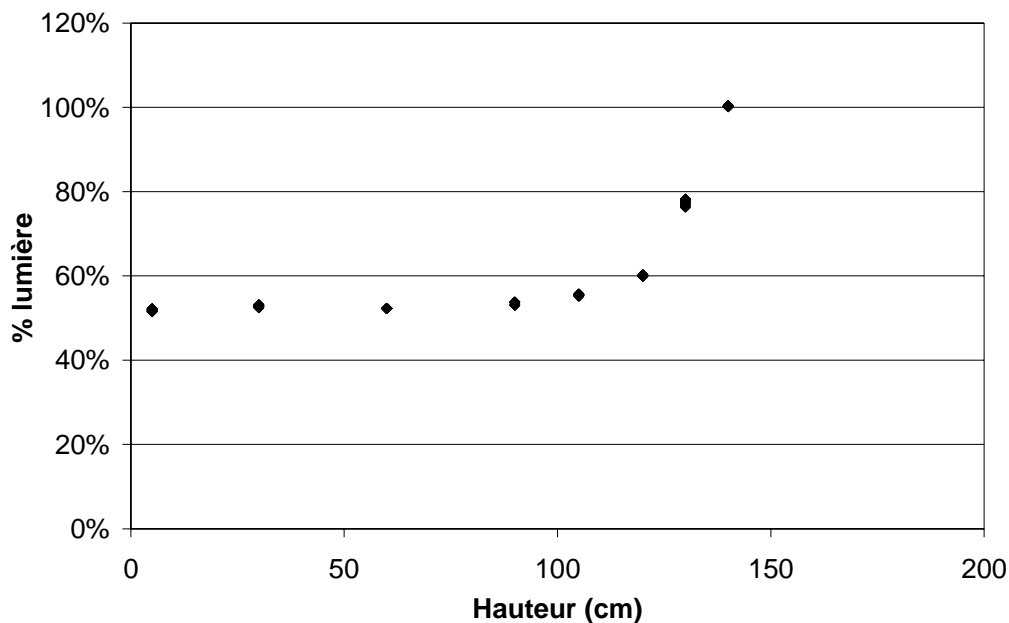


Figure 17. Pourcentage (%) de lumière transmise à l'intérieur du manchon protecteur Freegro à différentes hauteur (cm)

Pour une même hauteur à l'intérieur du protecteur, le protecteur Freegro laisse passer davantage de lumière que le protecteur Climatic. Le tableau 9 montre l'effet combiné de l'atténuation de la lumière par le couvert forestier et par le protecteur pour les chênes rouges et à gros fruits de deux ans. L'atténuation de la lumière par le couvert forestier est obtenue par une mesure de lumière qui a été prise à la hauteur de la cime de l'arbre, à l'extérieur du protecteur. On connaît donc quel pourcentage de lumière l'arbre recevrait s'il n'était pas à l'intérieur du protecteur (Figure 13B). En combinant cette donnée au pourcentage de lumière disponible dans le manchon (32,2% pour Climatic et 52,4% pour Freegro) (figures 15 et 16), on obtient la lumière que l'arbre reçoit effectivement (tableau 9). L'atténuation de la lumière par le protecteur Climatic étant plus importante, les arbres qui en sont munis ne reçoivent au final que de 8,1 à 9,3% de la lumière. Avec le protecteur Freegro, cette proportion de lumière atteignant les arbres est plus importante, soit entre 13,5 et 16,9%. Aussi, un peu plus de lumière semble parvenir aux arbres situés sur le site Allard que sur le site Lemaire.

À partir du moment où les arbres atteindront 140 cm de hauteur avec le protecteur Climatic et 105 cm avec Freegro, la lumière qui leur parviendra sera de plus en plus importante à mesure qu'ils croîtront. On peut donc croire qu'avec le protecteur Freegro, l'atténuation de la lumière par le protecteur se fera sentir moins longtemps qu'avec le type Climatic. Cependant, il faudra alors aussi considérer le couvert forestier pour avoir l'effet combiné des deux facteurs limitant la disponibilité de la lumière.

Tableau 9. Pourcentage de lumière disponible en 2008 pour les arbres de deux ans en forêt à la hauteur de leur cime à l'extérieur du protecteur, puis suite à l'effet combiné de l'atténuation de la lumière par le type de protecteur et le couvert forestier

Site	Espèce	Lumière disponible avec atténuation par le protecteur	
		Climatic (32,2%*)	Freegro (52,4%*)
Allard	Chêne rouge	9,3%	16,9%
	Chêne à gros fruits	8,3%	15,6%
Lemaire	Chêne rouge	8,7%	14,9%
	Chêne à gros fruits	8,1%	13,5%

\* Pourcentages d'atténuation à l'intérieur du manchon, mesurés en milieu ouvert.

## CONCLUSION

Les résultats présentés dans ce rapport sont le reflet de la première année de croissance des arbres nouvellement plantés. Bien qu'il soit encore trop tôt pour tirer des conclusions, les résultats obtenus établissent les bases, le point à partir duquel il sera possible de suivre d'année en année l'évolution des arbres.

Sur le site Allard, les cerisiers sont les arbres ayant eu l'accroissement le plus important, jusqu'à 26 cm. Cet accroissement est de plus du double quand l'arbre est muni d'un protecteur et c'est le type grillage qui offre la meilleure performance. Les cerisiers sont suivis des chênes à gros fruits de deux ans. Leur accroissement a été le meilleur avec les protecteurs Freegro et grillage. Les chênes rouges de deux ans ont eu un accroissement timide, quand celui-ci n'est pas négatif. Chez les arbres de quatre ans, les chênes à gros

fruits ont eu un accroissement négatif alors que les chênes rouges ont eu un très faible accroissement. Le choc de plantation sur ces grands plants semble important.

Toujours chez Allard, les taux de survie de tous les arbres, mis à part les cerisiers situés au centre des bandes, sont excellents et compris entre 92 et 100%. Chez ces cerisiers, les taux de survie sont inférieurs (80 à 83,3%) quand l'arbre est muni d'un protecteur, alors qu'il est parfait chez les témoins. Ce résultat nous apparaît pour l'instant être associé au hasard, compte tenu que le manchon de type grillage, qui n'induit aucune contrainte de lumière, est aussi associé à de moins bons résultats de survie que le témoin. Pour la première saison de croissance sur le site Allard, l'âge des chênes rouges et à gros fruits (2 ans vs 4 ans) n'a pas eu d'effet sur leur taux de survie. De même, le type de protecteur n'a pas eu d'effet marqué sur la survie des chênes de deux ans. Il faudra voir dans les années qui viennent quelle taille et quel type de protecteur pourra, s'il y a lieu, apporter des avantages en termes de survie et d'accroissement.

Le taux de survie des arbres de la bordure est un peu inférieur à ceux du centre. Ceci pourrait peut-être s'expliquer par la lumière disponible qui est possiblement plus faible en bordure qu'au centre de la bande de végétation ouverte et par le fait que ces arbres ne sont pas protégés contre le cerf, mais seulement par des spirales anti-rongeur; ils sont peut-être plus vulnérables au broutage.

En règle générale, le protecteur de type grillage offre les meilleurs résultats en termes de hauteur et d'accroissement, toutes espèces confondues, mais est plus susceptible au broutage par les cerfs, probablement à cause de ses mailles plus larges. Le protecteur Climatic semble le plus contraignant car la hauteur, l'accroissement, le diamètre et la lumière disponible sont, sauf exceptions, plus faibles qu'avec les autres protecteurs. Finalement, les protecteurs fournissent généralement de meilleurs résultats que lorsqu'il n'y a aucun protecteur (témoins).

Sur le site Lemaire, au centre des bandes, l'effet des protecteurs est plus nuancé pour cette première année de croissance. Seul le protecteur Climatic offre en général des résultats plus faibles en termes de hauteur, d'accroissement et de lumière disponible et

plusieurs plants munis de ce protecteur ont été signalés avec un apex mort. Cependant, la mort de l'apex est souvent observée suite à la transplantation des arbres et n'a pas peut-être pas de lien direct avec le type de protecteur.

Sur le site Lemaire, le taux de survie moyen des arbres de 4 ans est inférieur à celui des arbres de 2 ans. Les arbres de 4 ans ont été particulièrement affectés par les chenilles, un facteur qui a peut-être affecté leur survie. Aussi, les arbres de plus grande taille pourraient être davantage affectés par la transplantation que les petits arbres de deux ans.

Les types de protection grillage et Freegro ont offert des résultats équivalents sur le site Lemaire. Cependant, les arbres protégés par le grillage ont été plus vulnérables au broutage car 26% d'entre eux ont été affectés. Néanmoins, le broutage semble avoir été mieux contrôlé avec tous les protecteurs que pour les plants témoins, chez lesquels 51% de leur effectif a été brouté sur le site Lemaire.

Ces résultats sont préliminaires et fournissent un premier aperçu de la phase initiale d'établissement des plants des différentes espèces dans le contexte de la plantation par bande où la protection et la dimension des plants sont étudiées. Ces données de base permettront de produire une analyse à long terme de ces plantations, avec la connaissance des résultats de la phase d'établissement qui dépendent souvent de facteurs que nous ne pouvons maîtriser.

## RÉFÉRENCES

Cann, D.B., Lajoie, P. et Stobbe, P.C. Études des sols des comtés de Shefford, Brome et Missisquoi dans la province de Québec. Service des fermes expérimentales, ministère fédéral de l'Agriculture. 98p. [Document PDF en ligne]. <http://sis.agr.gc.ca/siscan/publications/pq/index.html> (page consultée le 22 avril 2009).

Collet, C. et Le Moguedec, G. 2007. Individual seedling mortality as a function of size, growth and competition in naturally regenerated beech seedlings. *Forestry* **80**(4): 359-370.

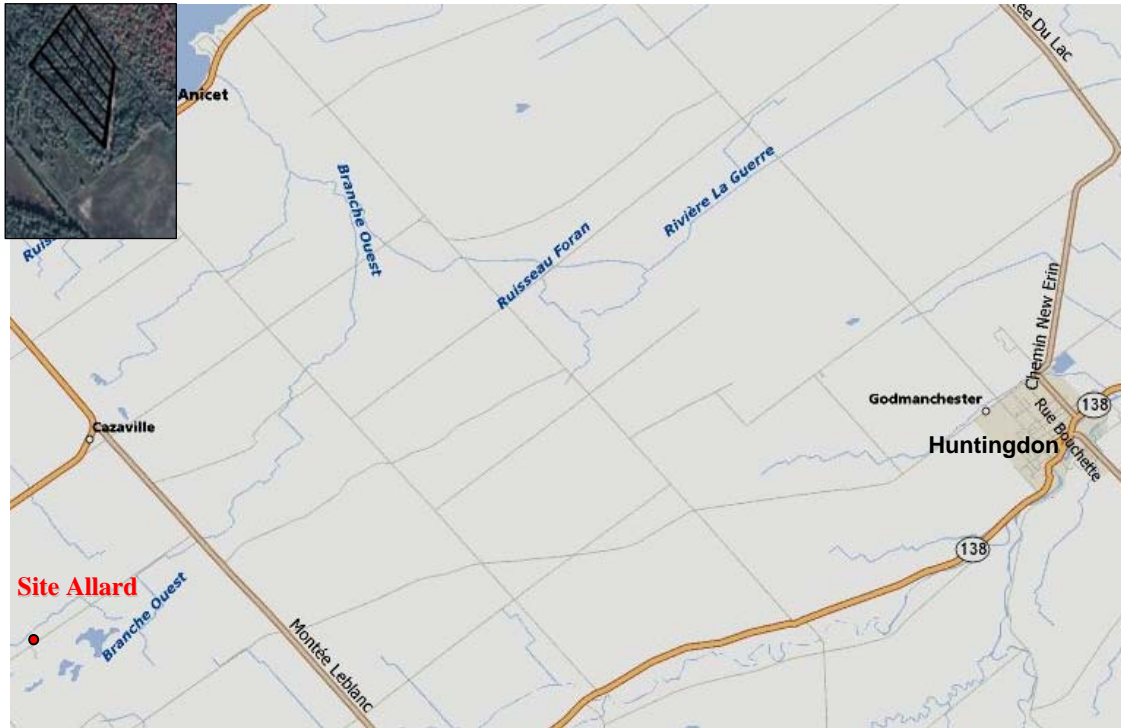
FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Planted Forests [En ligne]. <http://www.fao.org/forestry/plantedforests/en/> (page consultée le 9 janvier 2009).

Mailloux, A. et Godbout, G. 1954. Étude Pédologique des sols des comtés de Huntingdon et Beauharnois. Ministère de l'Agriculture du Québec. Division des sols. Ste-Anne-de-la-Pocatière, Québec. Bulletin technique No 4. 221 p.

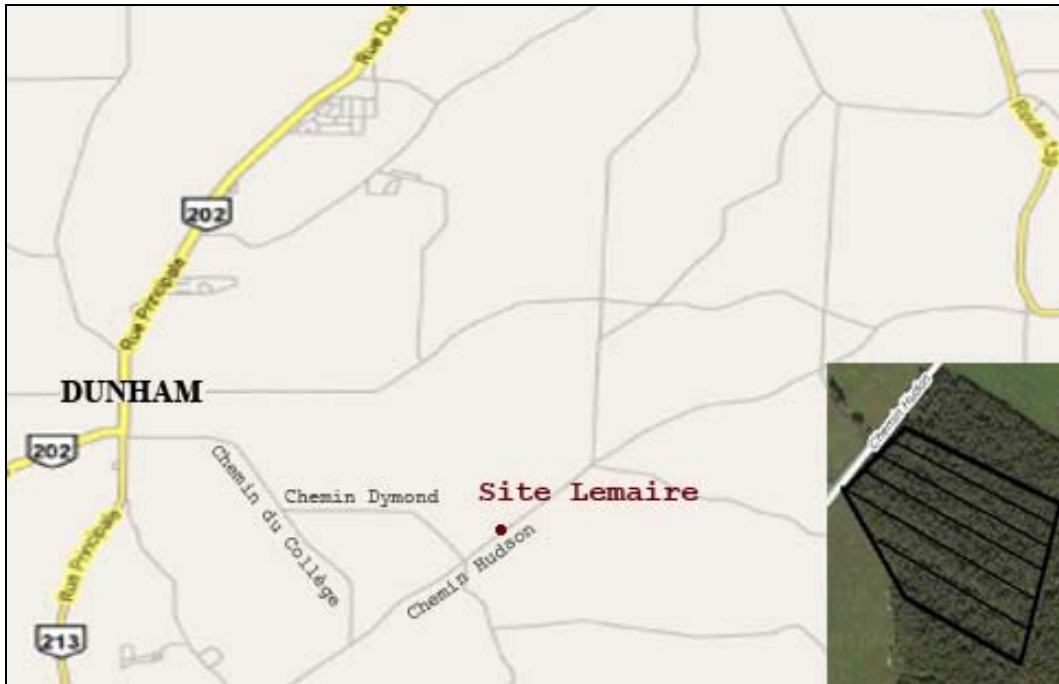
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Plan de gestion du cerf de Virginie 2002-2008. Bilan de la mi-plan. Gouvernement du Québec, 61 p. [Document PDF en ligne]. <http://www.mrn.gouv.qc.ca/faune/especes/plan-gestion-cerf.jsp> (page consultée le 12 janvier 2009).

Stewart, C.M., van Deelen, T.R. et Dawson, J.O. 2008. Autumn herbivory by white-tailed deer and nutrient loss in planted seedlings. *American Midland Naturalist* **160**(2): 342-349.

**Annexe 1. Localisation du site Allard, Montérégie, MRC du Haut-St-Laurent**

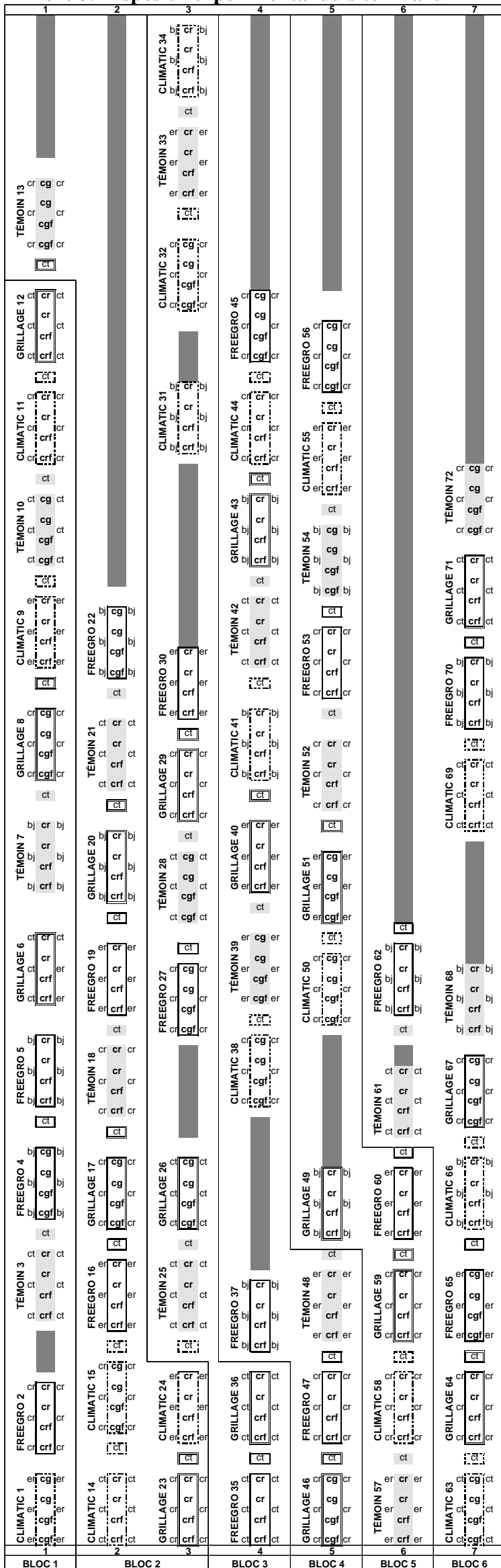


Annexe 2. Localisation du site Lemaire, Montérégie, MRC du Haut-St-Laurent





### Annexe 3. Dispositif expérimental du site Allard



#### Légendes

Protection	Code
FREEGRO	
CLIMATIC	
Grillage	
Témoin sans protecteur	

#### Arbres

Arbres	Code
Chêne rouge 2 ans	cr
Chêne rouge 4 ans	crf
Chêne à gros fruits 2 ans	cg
Chêne à gros fruits 4 ans	cgf
Cerisier tardif	er
Erable à sucre	ct
Bouleau jaune	bj
Frêne d'Amérique	fa

# Annexe 4. Dispositif expérimental du site Lemaire

