

# PROGRAMME DE FINANCEMENT DE LA RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT EN AMÉNAGEMENT FORESTIER

---

Rapport final

## Suivi phytosanitaire de la rouille vésiculeuse sur la régénération du pin blanc (dispositif du secteur Alexandre)

Présenté au :

**Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs**

Par :



---

**Mai 2015**

**Mots-clés :** Pin blanc, rouille vésiculeuse, couvert, coupe progressive, élagage, plantation sous couvert, régénération naturelle, Outaouais

**Référence à citer :**

Grenon, F. et D. Blouin. Suivi phytosanitaire de la rouille vésiculeuse sur la régénération du pin blanc (dispositif secteur Alexandre). Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2015-06. 24 pages + 3 annexes.

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>II</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>II</b>
<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>III</b>
<b>RÉSUMÉ .....</b>	<b>IV</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>OBJECTIFS .....</b>	<b>3</b>
<b>1. HYPOTHÈSES DE RECHERCHE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. MÉTHODES.....</b>	<b>4</b>
2.1. RÉGION À L'ÉTUDE .....	4
2.2. SECTEURS À L'ÉTUDE .....	4
2.3. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL .....	5
2.4. PRISES DE MESURES.....	12
2.5. RAPPEL CONCERNANT LES TRAVAUX D'ÉLAGAGE.....	14
2.6. ANALYSES STATISTIQUES.....	14
<b>3. RÉSULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>15</b>
3.1. SURVIE DES TIGES ÉLAGUÉES ET NON ÉLAGUÉES.....	15
3.2. ÉLAGAGE ET PROGRESSION DE LA RVPB .....	16
3.3. MIGRATION DES CHANCRES DES BRANCHES VERS LE TRONC .....	18
3.4. AUTRES SYMPTÔMES OBSERVÉS.....	19
3.5. OCCURRENCE DE LA RVPB DANS LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE.....	19
3.6. DISTRIBUTION DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE EN PIN BLANC.....	20
<b>4. RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>22</b>
<b>5. CONCLUSION.....</b>	<b>23</b>
<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>24</b>
<b>ANNEXE 1 : DEVIS TECHNIQUE DU SECTEUR ALEXANDRE .....</b>	<b>25</b>
<b>ANNEXE 2 : CONSIGNES D'INVENTAIRE DU DISPOSITIF DE SUIVI DE L'ÉLAGAGE .....</b>	<b>28</b>
<b>ANNEXE 3 : CONSIGNES D'INVENTAIRE DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE .....</b>	<b>29</b>

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1. Localisation générale du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais .....	4
Figure 2. Localisation des secteurs d'intervention du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais .....	5
Figure 3. Localisation des placettes de suivi de la RVPB dans le secteur d'intervention F4 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais .....	6
Figure 4. Localisation des placettes de suivi de la RVPB dans le secteur d'intervention F4 1/2 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais .....	7
Figure 5. Localisation des placettes de suivi de la RVPB dans le secteur d'intervention F5 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais .....	7
Figure 6. Localisation des placettes de suivi de la RVPB dans le secteur d'intervention F10 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais .....	8
Figure 7. Localisation des placettes de suivi de la RVPB dans le secteur d'intervention F11 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais .....	8
Figure 8. Localisation des grappes de suivi de la RVPB sur la régénération naturelle dans le secteur d'intervention F4 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais.....	9
Figure 9. Localisation des grappes de suivi de la RVPB sur la régénération naturelle dans le secteur d'intervention F4 1/2 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais.....	10
Figure 10. Localisation des grappes de suivi de la RVPB sur la régénération naturelle dans le secteur d'intervention F5 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais.....	10
Figure 11. Localisation des grappes de suivi de la RVPB sur la régénération naturelle dans le secteur d'intervention F10 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais.....	11
Figure 12. Localisation des grappes de suivi de la RVPB sur la régénération naturelle dans le secteur d'intervention F11 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais.....	11
Figure 13. Taux de survie des tiges avec et sans chancres en 2011 selon l'élagage ou non .....	16
Figure 14. Taux d'apparition de nouveaux chancres en fonction de l'élagage .....	16
Figure 15. Taux d'apparition de nouveaux chancres sur les tiges saines en 2011 en fonction de l'élagage .....	17
Figure 16. Coefficient de distribution de la régénération en pin blanc selon les traitements de récolte .....	20
Figure 17. Couvert actuel selon les traitements de récolte .....	21

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1. Proportion des différents états des tiges en 2014 selon la présence de chancre en 2011 et l'élagage .....	15
Tableau 2. Distance moyenne, minimum et maximum des chancres sur les branches des tiges élaguées et non élaguées ayant développé des chancres au tronc au même verticille.....	18
Tableau 3. Effectifs des tiges vivantes en 2014 selon la présence d'un chancre sur une branche en 2011 et sa distance par rapport au tronc et la présence d'un chancre au tronc en 2014 au nœud de la branche infectée .....	18

## REMERCIEMENTS

---

En 2004, la mise en place du dispositif du secteur Alexandre a été rendue possible grâce au financement de la Compagnie Commonwealth Plywood Ltée (CCPL), du Programme de mise en valeur des ressources naturelles du milieu forestier-Volet 1 (PMVRMF) ainsi que du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF). Nous aimerions souligner l'appui de M. Christian Picard, directeur forestier de la Compagnie Commonwealth Plywood Ltée (CCPL) ainsi que l'importante et précieuse collaboration de M<sup>me</sup> Lise Guay, ingénieure forestière du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) pour avoir rendu possibles l'installation et la poursuite des suivis dans ce dispositif.

Nous aimerions remercier le MFFP pour le financement du présent projet de suivi par leur Programme de financement de la recherche et développement en aménagement forestier (PFRDAF). De plus, nous aimerions remercier M. Philippe Tanguay du Service canadien des Forêts pour ses judicieux conseils concernant le suivi de la rouille vésiculeuse du pin blanc.

## RÉSUMÉ

---

Dans la région de l'Outaouais, une stratégie a été proposée pour la production de pin blanc basée principalement sur l'utilisation de coupes progressives et d'une assistance à la régénération lors de mauvaises années semencières. La présence de la rouille vésiculeuse du pin blanc (RVPB) est un problème important auquel la sylviculture du pin blanc doit faire face. La rouille vésiculeuse du pin blanc est un pathogène introduit au Québec au début du XX<sup>e</sup> siècle. Elle a décimé la majorité des plantations de pin blanc de l'Est et continue à poser un obstacle majeur à la régénération naturelle de cette espèce (Joly, 2005). Dans le cas des jeunes plantations, la RVPB peut causer la mortalité des tiges en l'espace de 3 à 6 ans (Lavallée, 1991). Comme il existe actuellement peu de peuplements de pin blanc en régénération, les données disponibles sur la rouille vésiculeuse sont fragmentaires. Pourtant, il s'agit d'une période critique dans la vie du peuplement. De plus, la restauration du pin blanc est un enjeu écologique dans plusieurs régions du Québec, notamment en Outaouais. Ceci démontre qu'il faut entreprendre des actions immédiatement pour mieux documenter la problématique de la rouille afin de développer une stratégie efficace, réalisable et viable pour la production de pin blanc au Québec.

Ce projet vise justement à documenter cette problématique et à identifier les zones sensibles à la rouille sur le pin blanc. Depuis l'été 2004, des sommes importantes d'argent ont été investies par Commonwealth Plywood, le MRNF et le PMVRMF volet I pour le démarrage et l'avancement du projet d'élaboration d'une stratégie alternative pour la production de pin blanc, en plus des nombreuses rencontres et visites terrain ayant eu lieu tant au Québec qu'en Ontario, pour les partenaires du projet. Dans le dispositif expérimental de coupe progressive du secteur Alexandre, une visite a confirmé que les plants reboisés en 2006 sont déjà affectés par la rouille. Un suivi de la présence de chancres de la RVPB sur les pins reboisés dans le dispositif a été effectué en juillet 2011. Par la suite, une élimination des tiges infectées au tronc ou sur une branche à moins de 10 cm du tronc et un élagage de toutes les branches sur la moitié de la hauteur des autres tiges ont été prescrits et réalisés en août 2011.

Les résultats montrent que l'élagage permet de limiter l'apparition de chancre au tronc lorsque les chancres sur les branches éloignés de 12 cm par rapport au tronc. Le suivi a permis de constater que le taux de survie des jeunes pins non infectés en 2011 est supérieur à 80 %. L'élagage a eu pour effet de réduire le taux de survie de manière significative d'environ 10 %, mais a aussi réduit la progression de la RVPB de 7 %. La régénération naturelle en pin blanc dans ce dispositif a maintenu son coefficient de distribution par rapport à 2008 et le taux d'infection par la RVPB y est d'à peine 2 %.

## INTRODUCTION

---

Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, les développements technologiques (transport, récolte, etc.) ont facilité l'accessibilité aux massifs forestiers tant pour la protection contre les feux que pour les interventions sylvicoles (Bouillon, 2003). Ces modifications au régime de perturbations naturelles ont affecté la dynamique de régénération des pinèdes blanches tant et si bien que la raréfaction des pinèdes est maintenant un enjeu de biodiversité majeur pour la région de l'Outaouais. De plus, les données de suivi de régénération dans les CPRS soulèvent de sérieux doutes quant à la capacité des pins blancs à se régénérer.

En 2004, dans l'optique de maintenir les fonctions écologiques de pinèdes et régénérer adéquatement le pin blanc, le CERFO a installé un dispositif au secteur Alexandre (Fort-Coulange) comparant différentes interventions sylvicoles. Le dispositif compte 145 ha répartis en trois interventions sylvicoles : **la coupe progressive uniforme** (CPU) utilisée en Ontario, **l'éclaircie commerciale de feuillus et de pins** (ECF) et **la coupe progressive d'ensemencement de feuillus et de pins** (CPF) (les deux dernières étant les coupes normalement prescrites dans le régime sylvicole québécois).

Le maintien des pinèdes blanches fait également face à un autre problème, soit la présence de la **rouille vésiculeuse du pin blanc** (RVPB), qui semble affecter une proportion importante de la régénération en pin blanc, notamment sur les dépôts de till (Lise Guay, communication personnelle, décembre 2009). Les données disponibles sur la RVPB sont toutefois fragmentaires; il est donc nécessaire de documenter cette problématique pour mieux répartir les efforts de reboisement en pin blanc. Les cartes de sensibilité pourraient même actuellement sous-évaluer cette sensibilité.

La rouille vésiculeuse du pin blanc est un pathogène introduit au Québec au début du XX<sup>e</sup> siècle. Elle a décimé la majorité des plantations de pin blanc de l'Est et continue à poser un obstacle majeur à la régénération naturelle de cette espèce (Joly, 2005). Dans le cas des jeunes plantations, la RVPB peut causer la mortalité des tiges en l'espace de 3 à 6 ans (Lavallée, 1991). Comme il existe actuellement peu de peuplements de pin blanc en régénération, les données disponibles sur la rouille vésiculeuse sont fragmentaires. Pourtant, il s'agit d'une période critique dans la vie du peuplement. De plus, la restauration du pin blanc est un enjeu écologique dans plusieurs régions du Québec, notamment en Outaouais. Ceci démontre qu'il faut entreprendre des actions

immédiatement pour mieux documenter la problématique de la rouille afin de développer une stratégie efficace, réalisable et viable pour la production de pin blanc au Québec.

L'élagage a été proposé comme moyen efficace de limiter l'infection des jeunes tiges de pin blanc par la RVPB (Blais et Laflamme, 2000). Il est recommandé de couper les arbres ayant un chancre au tronc ou sur une branche à moins de 15 cm du tronc. Toutefois, cette distance de 15 cm reste théorique et devrait faire l'objet d'une validation. Certains sujets ont présenté une résistance à la maladie, mais de manière générale, les arbres infectés meurent quelques années suivant l'infection.

Depuis l'été 2004, des sommes d'argent importantes ont été investies par Commonwealth Plywood, le MRNF et le PMVRMF, volet I pour le démarrage et l'avancement du projet d'élaboration d'une stratégie alternative pour la production de pin blanc, en plus des nombreuses rencontres et visites terrain ayant eu lieu tant au Québec qu'en Ontario, pour les partenaires du projet. Un dispositif de suivi de la rouille vésiculeuse, dans lequel un élagage a été réalisé, a été mis en place en 2011 (Grenon *et al.*, 2012). Le suivi des travaux d'élagage permettra d'évaluer leur efficacité à contrôler la maladie. De plus, un inventaire de la présence de la RVPB dans la régénération naturelle permettra d'évaluer l'étendue de la maladie dans le dispositif du secteur Alexandre.



## OBJECTIFS

---

L'objectif général du projet est d'abord de faire le suivi phytosanitaire de la RVPB sur la régénération de pin blanc à l'intérieur du dispositif du secteur Alexandre, au nord de Fort-Coulange. Le suivi permettra d'évaluer l'efficacité de l'élagage réalisé en 2011 sur la progression de la RVPB et la survie des semis de pin blanc et l'occurrence de la RVPB sur la régénération naturelle.

Les objectifs spécifiques sont :

- d'évaluer l'efficacité de l'élagage systématique des plants afin de prévenir la formation de chancres au tronc;
- d'évaluer l'efficacité de l'élagage phytosanitaire des branches infectées afin de prévenir la progression de la maladie vers le tronc;
- d'examiner le lien entre les conditions édaphiques et l'incidence de la RVPB;
- d'installer un dispositif de suivi phytosanitaire des pins blancs issus de la régénération naturelle.

## 1. HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

---

1. Parmi les arbres reboisés en 2006, le taux de mortalité des plants ayant été infectés est élevé.
2. L'élagage réduit l'infection par la RVPB et, par le fait même, le taux de mortalité des plants infectés.
3. Les chancres qui étaient situés à plus de 12 cm du tronc sur les branches élaguées ne produisent pas de chancres au tronc.
4. Les chancres sur les branches non élaguées progressent rapidement vers le tronc.
5. Dix ans après la coupe progressive d'ensemencement, la RVPB est présente dans la régénération naturelle.
6. Le taux d'infection par la RVPB dans la régénération naturelle est plus faible que chez les plants reboisés.

## 2. MÉTHODES

### 2.1. RÉGION À L'ÉTUDE

Le dispositif du secteur Alexandre est situé en Outaouais sur l'UAF 71-52. Il est situé dans la région écologique des Collines de l'Outaouais et du Témiscamingue du domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune (figure 1).

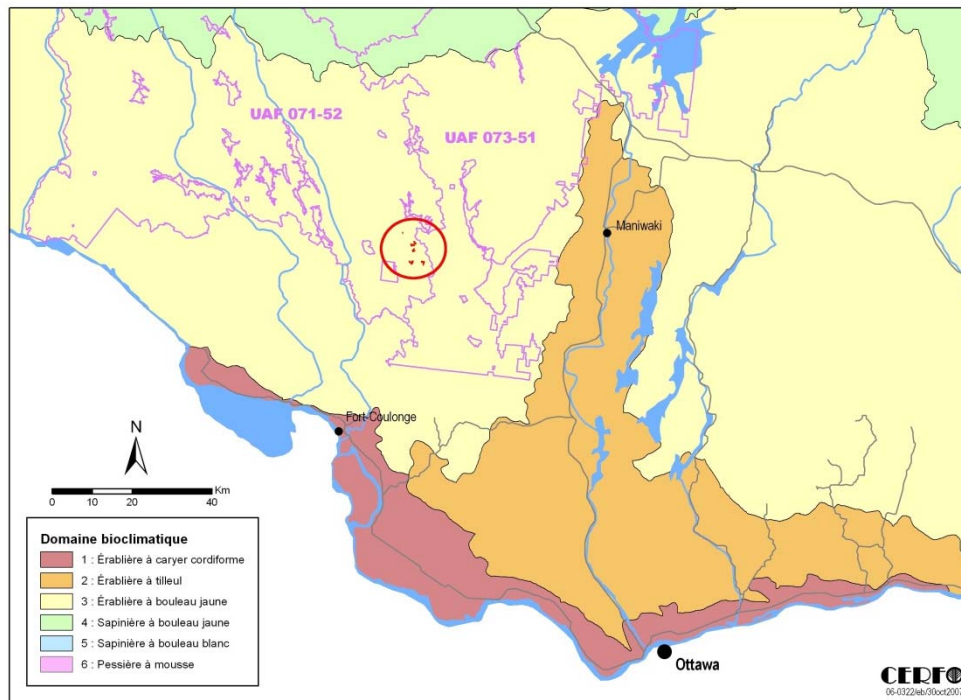


Figure 1. Localisation générale du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais

### 2.2. SECTEURS À L'ÉTUDE

Les interventions de récolte ont été réalisées dans le dispositif du secteur Alexandre lors de la saison 2004-2005 (figure 2), à l'exception de deux blocs de CPF. Ces deux blocs ont donc été considérés comme des témoins.

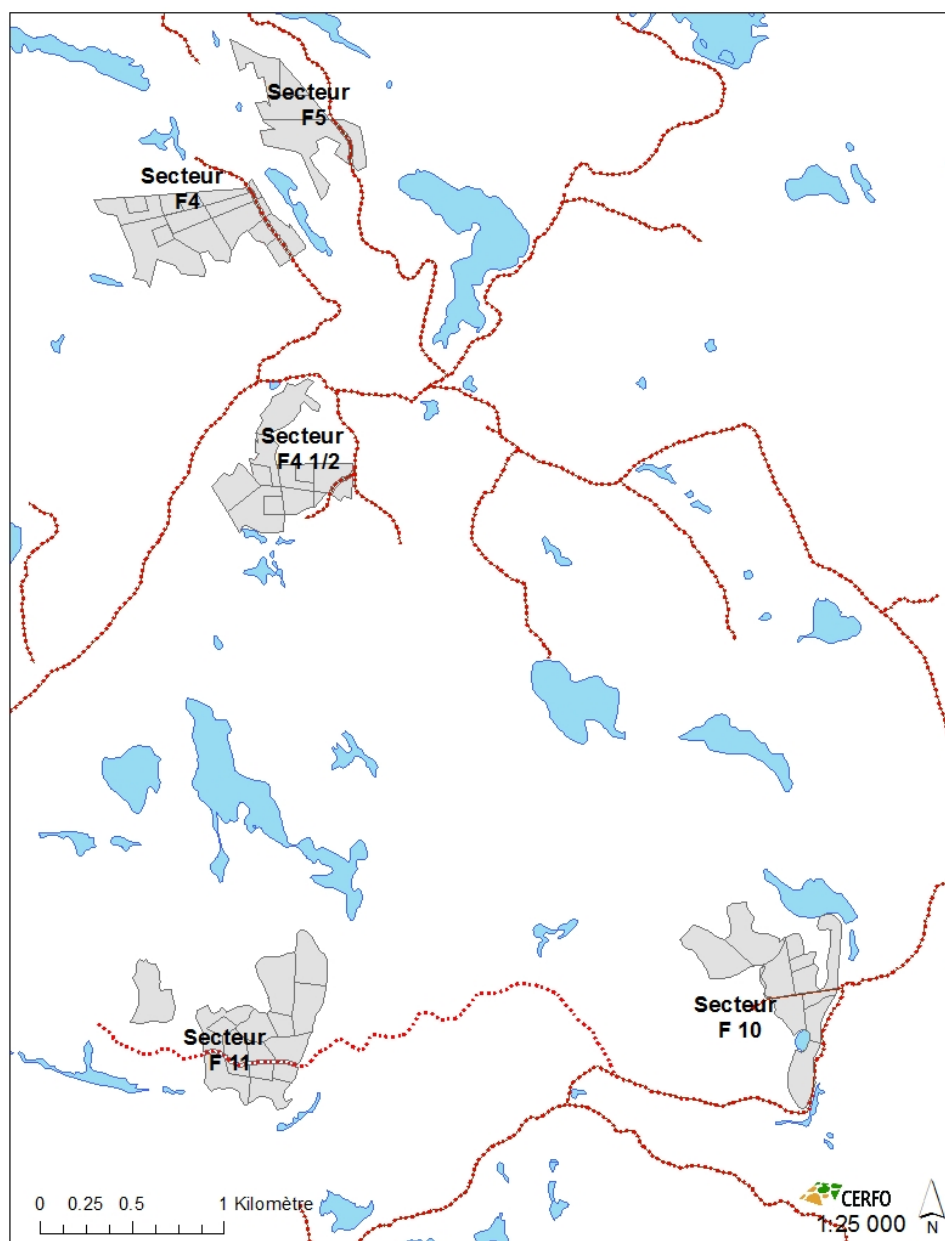


Figure 2. Localisation des secteurs d'intervention du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais

### 2.3. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental implanté est un plan en blocs aléatoires composé de cinq blocs, quatre traitements et trois préparations de terrain. Les blocs ont été répartis dans différentes conditions de peuplements et de terrain observées à l'intérieur des unités d'échantillonnage. Il y a cinq

répétitions des traitements de coupe progressive uniforme (CPU), d'ECF et trois répétitions de CPF. Il y a également cinq répétitions de témoins.

### 2.3.1. Plants reboisés

Un suivi phytosanitaire de la rouille vésiculeuse a été réalisé à l'été 2011 dans les unités expérimentales reboisées du dispositif initial. Une subdivision des unités expérimentales a été réalisée pour obtenir des blocs ayant des pentes et des dépôts uniformes (voir figures 3 à 7). Pour chaque bloc, 5 paires de placettes permanentes ont été positionnées de manière à couvrir l'ensemble de la superficie du bloc et sont situées à au moins 20 m de la bordure du bloc. Les placettes de chaque paire ont été positionnées à 12 mètres l'une de l'autre. Pour chaque paire, une placette a été identifiée en rose pour ne pas être élaguée et l'autre en bleu pour être élaguée, tout comme le reste du dispositif. Au début juin 2014, un remesurage a été effectué dans les mêmes placettes afin d'évaluer l'efficacité de l'élagage pour le contrôle de la rouille vésiculeuse et la survie des semis de pin blanc.

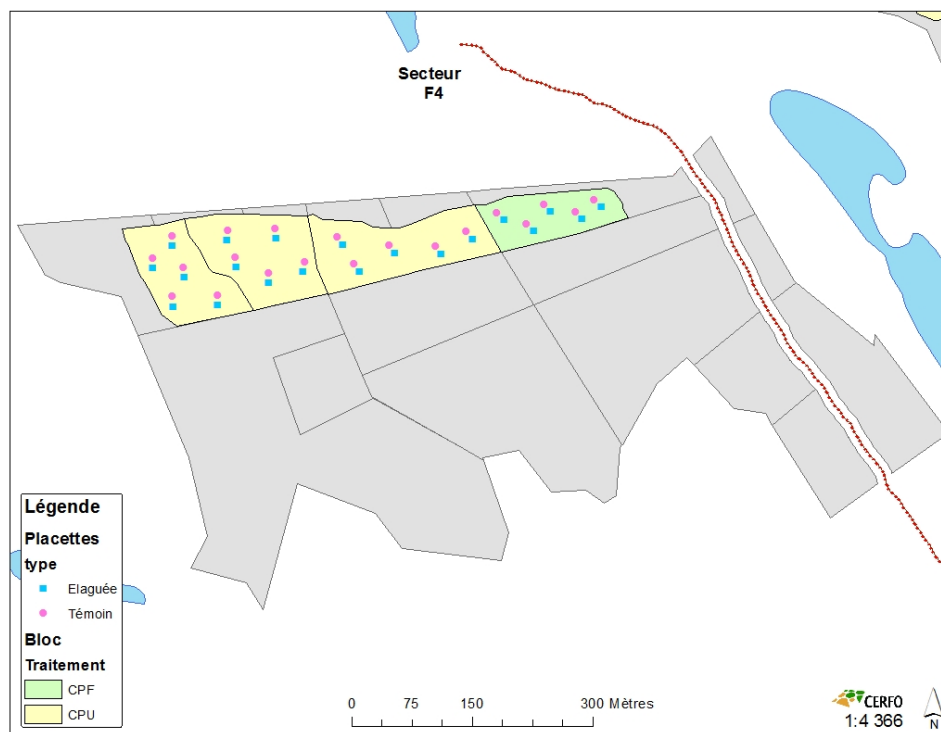
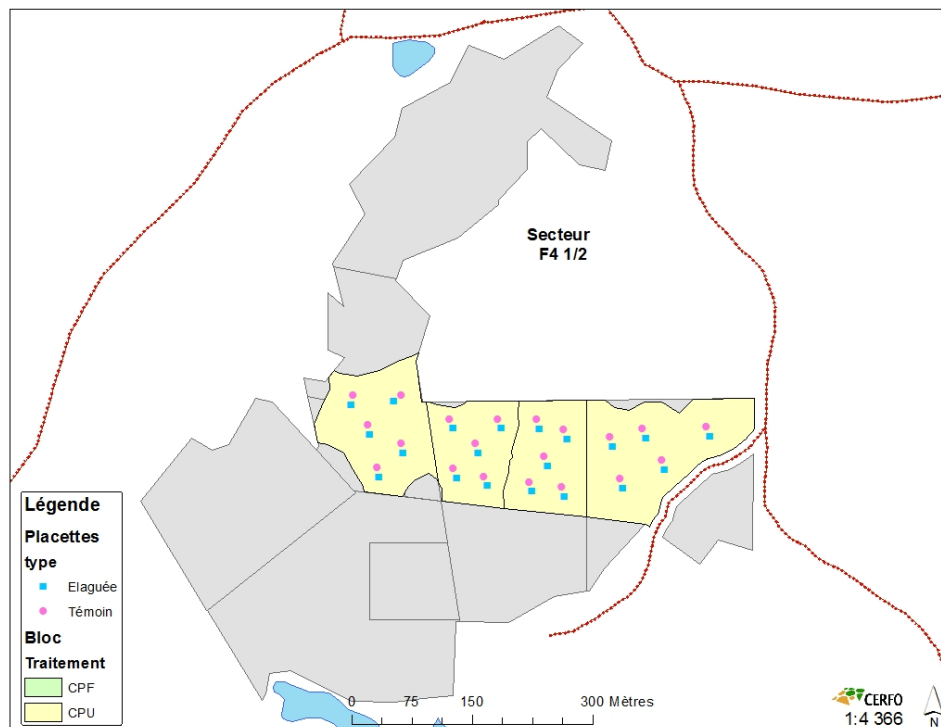
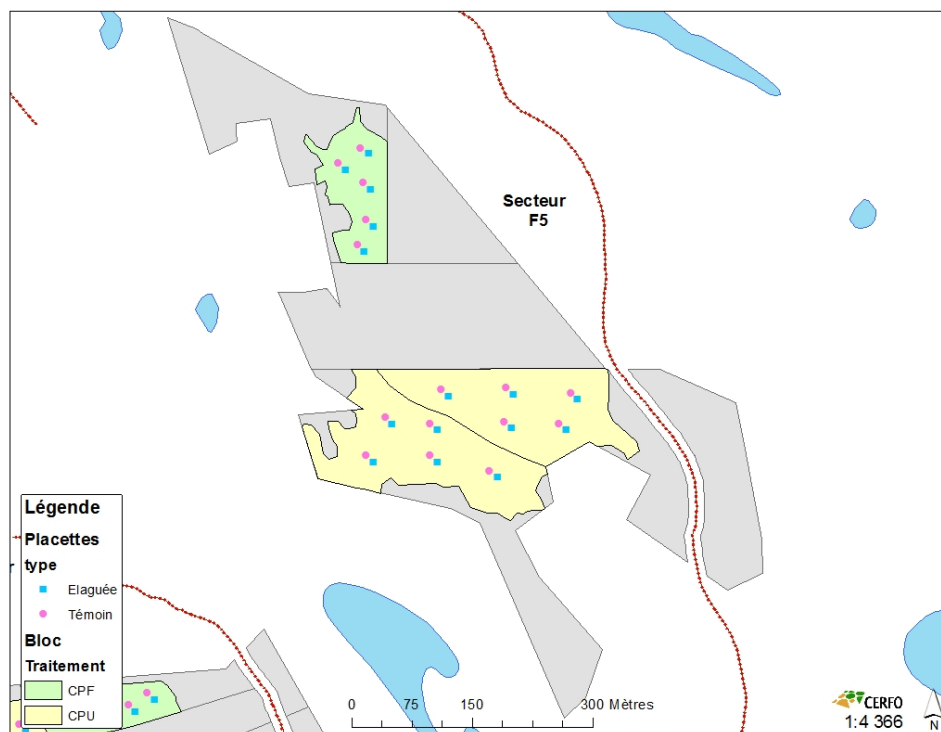


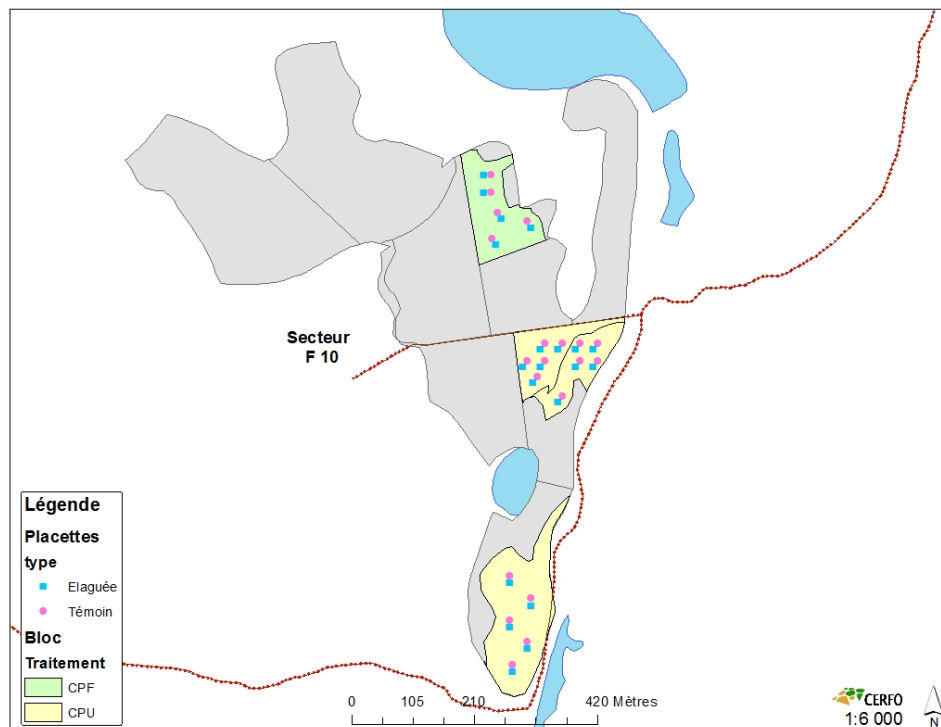
Figure 3. Localisation des placettes de suivi de la RVPB dans le secteur d'intervention F4 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais



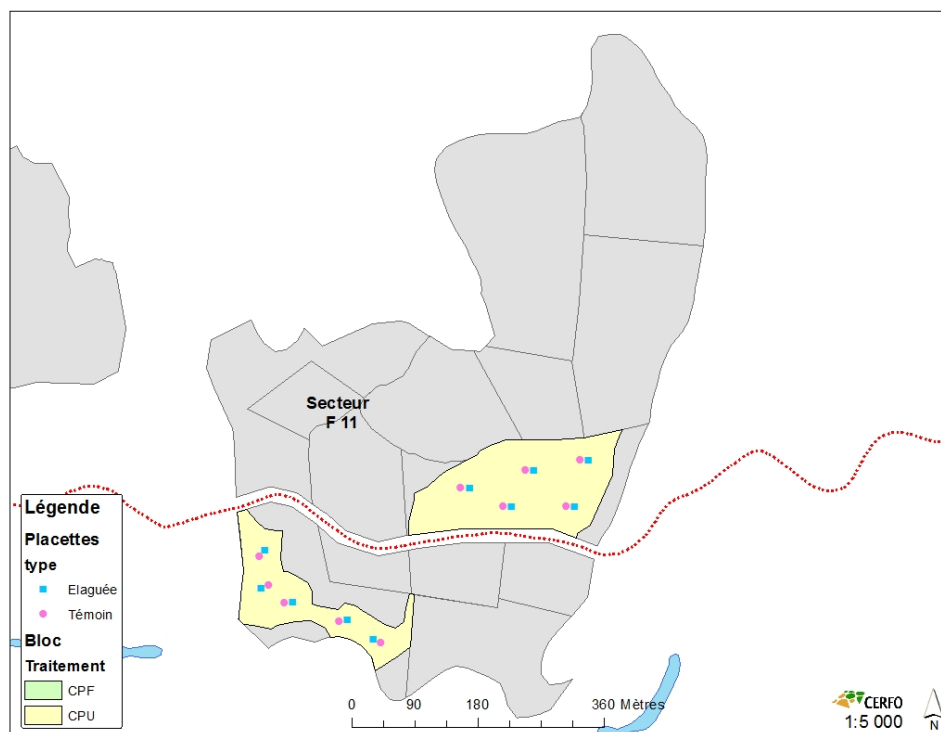
**Figure 4. Localisation des placettes de suivi de la RVPB dans le secteur d'intervention F4 1/2 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais**



**Figure 5. Localisation des placettes de suivi de la RVPB dans le secteur d'intervention F5 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais**



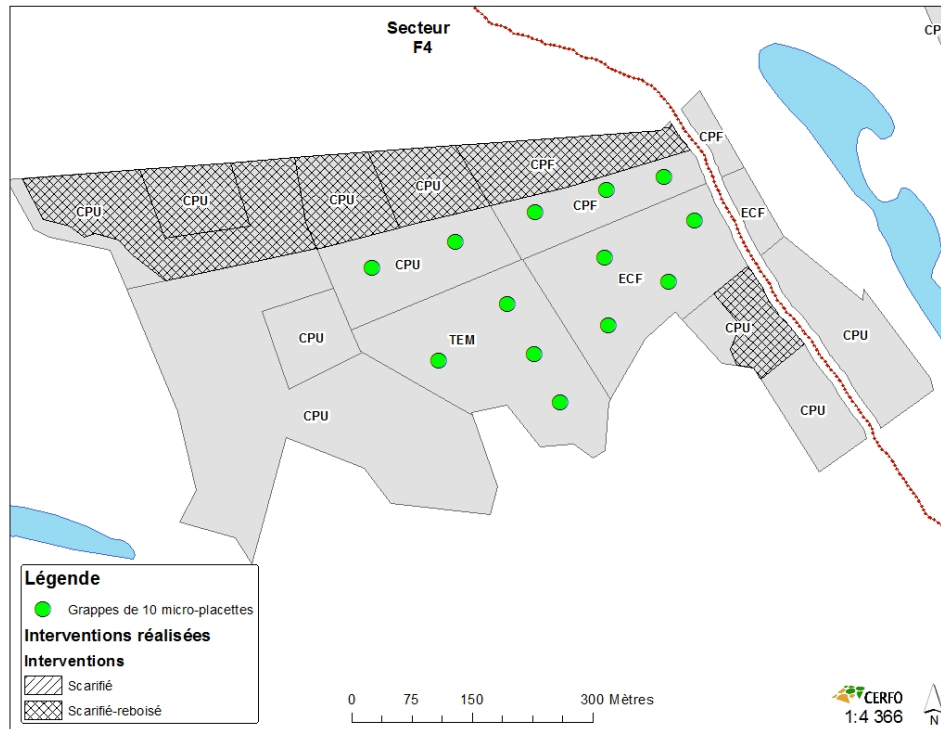
**Figure 6. Localisation des placettes de suivi de la RVPB dans le secteur d'intervention F10 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais**



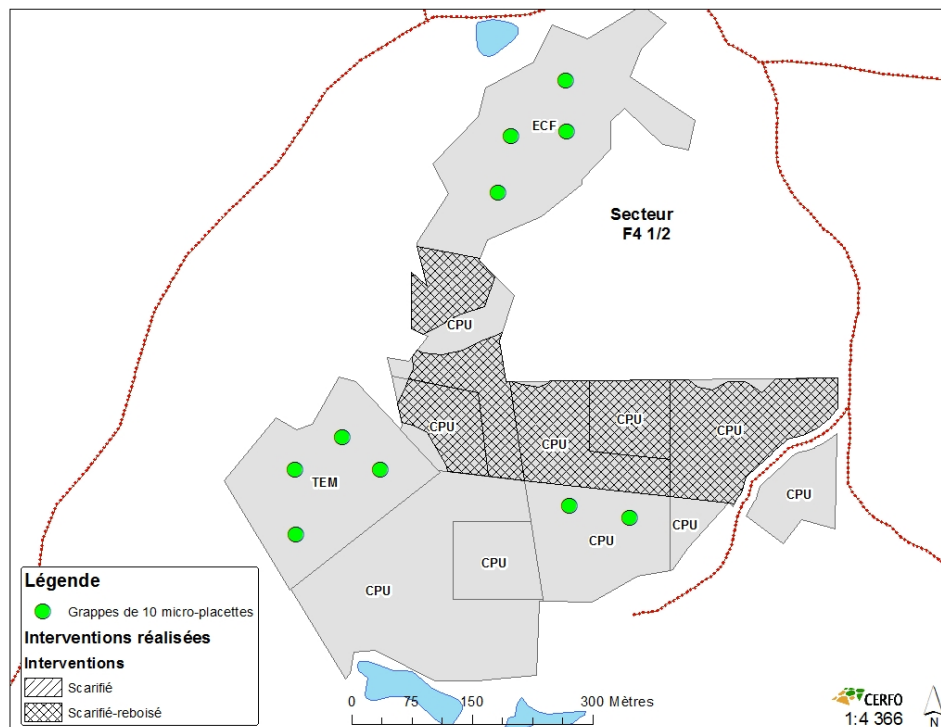
**Figure 7. Localisation des placettes de suivi de la RVPB dans le secteur d'intervention F11 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais**

### 2.3.2. Régénération naturelle

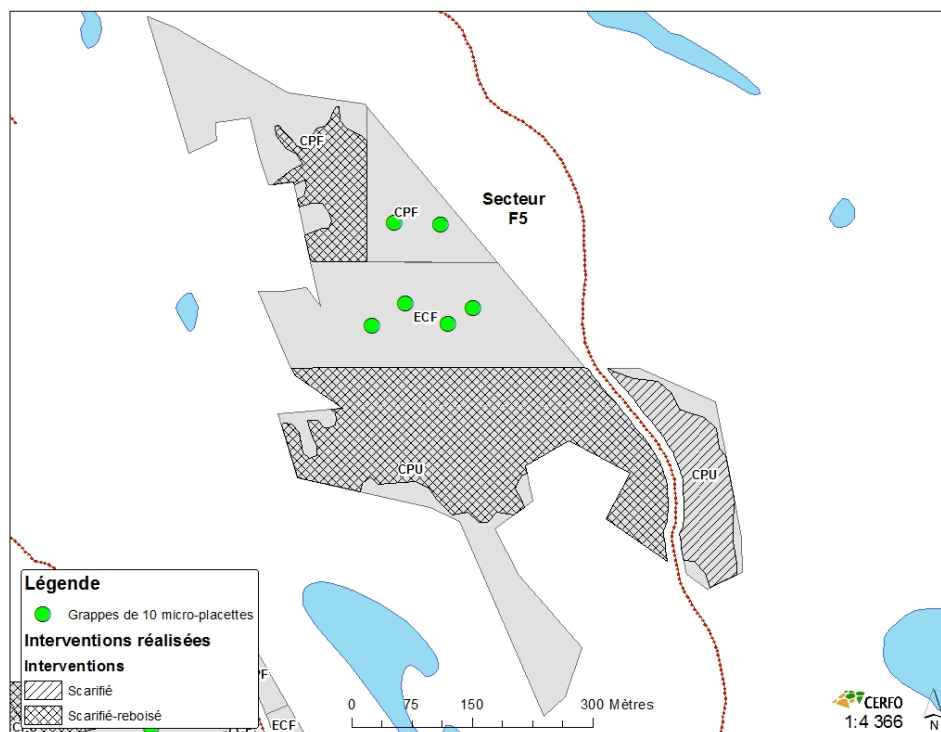
Une évaluation de la présence de RVPB sur la régénération naturelle a été effectuée dans 640 micro-placettes (figures 8 à 12). Ces micro-placettes étaient regroupées en grappes de 10 et couvraient l'ensemble des cas présents dans le dispositif du secteur Alexandre comme lors du suivi de régénération du dispositif en 2008 (Bournival *et al.*, 2010), mais en excluant celles des blocs ayant fait l'objet de regarni et suivi pour les placettes élaguées et non élaguées.



**Figure 8. Localisation des grappes de suivi de la RVPB sur la régénération naturelle dans le secteur d'intervention F4 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais**



**Figure 9. Localisation des grappes de suivi de la RVPB sur la régénération naturelle dans le secteur d'intervention F4 1/2 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais**



**Figure 10. Localisation des grappes de suivi de la RVPB sur la régénération naturelle dans le secteur d'intervention F5 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais**



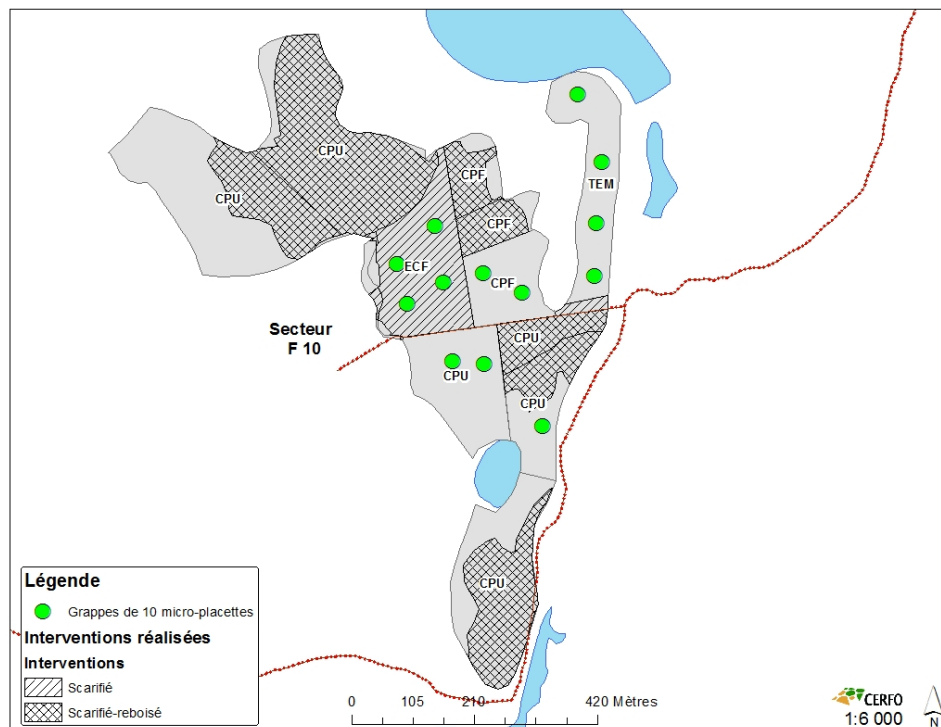


Figure 11. Localisation des grappes de suivi de la RVPB sur la régénération naturelle dans le secteur d'intervention F10 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais

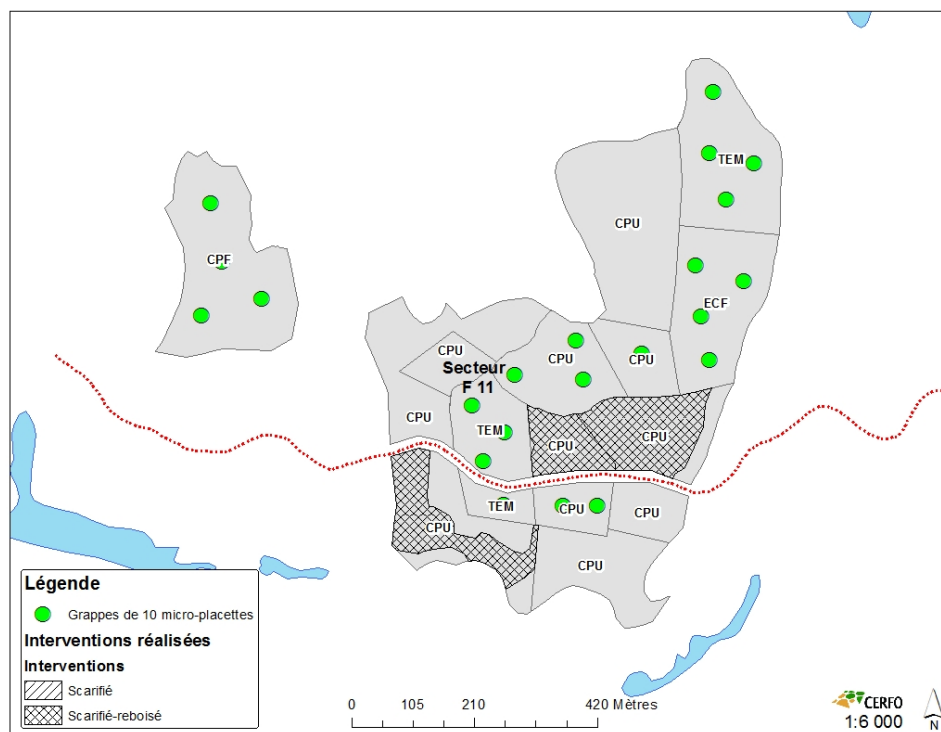


Figure 12. Localisation des grappes de suivi de la RVPB sur la régénération naturelle dans le secteur d'intervention F11 du dispositif de pin blanc du secteur Alexandre en Outaouais

## 2.4. PRISES DE MESURES

### 2.4.1. Plants reboisés

Des mesures ont été prises en 2011 et en 2014 pour les plants reboisés.

#### 2.4.1.1. Rappel des mesures prises en 2011

Dans les unités expérimentales ayant fait l'objet de reboisement (figures 3 à 7), l'implantation du dispositif de suivi et l'inventaire initial ont eu lieu de la fin juillet au début août 2011 avant les travaux d'élimination des tiges infectées au tronc et d'élagage. Le devis technique pour l'inventaire est présenté en détail à l'annexe 1. Les placettes avaient été identifiées avec une fiche métallique au centre. Sur un rayon de 5,64 mètres, toutes les tiges de pin blanc de plus de 1 mètre de hauteur avaient été identifiées avec une étiquette métallique et un ruban de couleur (bleu pour les placettes élaguées et rose pour les placettes non élaguées). Pour chaque placette, les observations suivantes avaient été réalisées :

1. Date
2. Nom des évaluateurs
3. Numéro du bloc
4. Numéro de la placette figurant sur le plan de sondage
5. Coordonnées GPS
6. Présence de *Ribes* (voir annexe 1)
7. Présence de conditions favorables au *Ribes* (voir annexe 1)
8. Pente (A-B-C-D-E)
9. Exposition (cardinale simple : N-S-E-O)
10. Position sur la pente (Sommet, Haut, Milieu, Bas)
11. Dépôt (1AY, 1AM, 2A, 2AE, R1E)
12. Drainage (0-6)
13. Densité du couvert de bois sur pied (A, B, C, D)

Pour chacune des tiges de pin reboisé de plus de 1 mètre de hauteur présentes dans la placette, les observations et mesures suivantes avaient été réalisées :

1. Présence de chancre sur le tronc ou sur les branches
2. Distance la plus faible observée sur la branche entre le chancre et le tronc (si sur le tronc inscrire 0)
3. Hauteur de l'observation (si sur le tronc inscrire la hauteur du chancre le plus bas)
4. Hauteur de l'arbre
5. Libre de croître par rapport à la régénération (voir schéma en annexe 2)

6. Présence de charançons
7. Présence de défauts ou autres maladies
8. Présence de compétition herbacée et arbustive dans un rayon de 1,13 m autour de chaque tige (Nulle, Faible : < 50 % de recouvrement ou Élevée : > 50 % de recouvrement)
9. Hauteur de la compétition

#### **2.4.1.2. Mesures prises en 2014**

Lors de l'inventaire 2014, une évaluation pour chacune des tiges identifiées en 2011 a été réalisée. Les observations et mesures suivantes ont été réalisées :

1. Tige élaguée (o/n)
2. État (vivante, affaiblie, morte, absente)
3. Hauteur
4. DHP
5. Chancre au tronc à la hauteur du nœud de la branche infectée en 2011 (o/n)
6. Nouveau chancre
7. Distance du tronc du nouveau chancre
8. Hauteur du nouveau chancre
9. Présence de charançons
10. Aiguilles 2013 rouges ou absentes

Le devis technique pour l'inventaire est présenté en détail à l'annexe 2. Une seule placette n'a pas été retrouvée : il s'agit de la placette 8 dans le bloc 7.

#### **2.4.2. Régénération naturelle**

Pour l'inventaire 2014 de la RVPB dans la régénération naturelle, la présence de semis par essence, par classe de hauteur (5-60 cm, 61-160 cm) et diamètre (2, 4, 6 et 8 cm) pour les gaules a été évaluée. Le code d'essence RVP a été attribué aux pins infectés par la RVPB. Pour les micro-placettes de nombre pair, les semis ont été dénombrés. Le couvert a été évalué à l'aide d'un densiomètre et la présence de Ribes sp. a été notée même si leur hauteur était de moins de 5 cm. Le devis technique pour l'inventaire est présenté en détail à l'annexe 3.

## **2.5. RAPPEL CONCERNANT LES TRAVAUX D'ÉLAGAGE**

Un élagage a été effectué dans le dispositif à l'été 2011, entre le 11 juillet et le 25 août sauf pour les superficies couvertes par les placettes témoin dans le dispositif. Lors de cet élagage, les tiges de PIB devaient être élaguées jusqu'à la mi-hauteur de l'arbre. Aussi, les tiges infectées par la rouille vésiculeuse du pin blanc, au tronc ou sur une branche à moins de 10 cm du tronc devaient être systématiquement coupées. De plus, il ne devait rester aucune branche vivante sur la souche des PIB coupés. Les branches ayant des symptômes apparents de la rouille à plus de 10 cm du tronc devaient être coupées. Par contre, à cette période de la saison, il est difficile d'identifier avec certitude la présence de rouille vésiculeuse. Finalement, les aiguilles poussant sur le tronc sur la première moitié de la hauteur de l'arbre devaient être enlevées.

## **2.6. ANALYSES STATISTIQUES**

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de la procédure GLIMMIX du logiciel SAS 9.4 pour les prédictions binaires. La procédure SURVEYFREQ a été utilisée pour la description des différents états. L'intervalle de confiance pour cette procédure est basé sur la loi de Student.

### 3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1. SURVIE DES TIGES ÉLAGUÉES ET NON ÉLAGUÉES

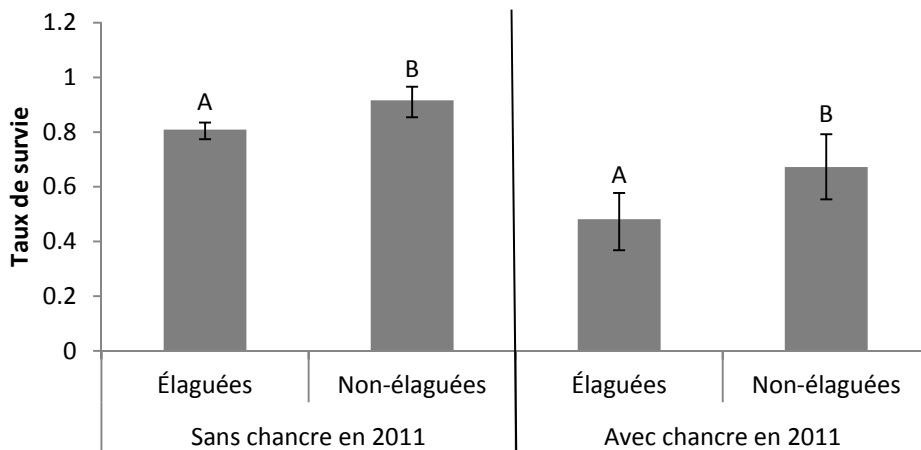
Le tableau 1 présente les états constatés en 2014 pour l'ensemble des tiges. Le nombre de tiges inventoriées est de 1 849 tiges dans 169 placettes puisqu'une placette n'a pas été retrouvée. Le taux de survie des tiges qui n'avaient pas de chancres en 2011 est de 86 %. Il est important de noter que dans l'ensemble des blocs, toutes les tiges ont été élaguées sauf celles dans les placettes non élaguées. Donc les placettes élaguées sont celles qui fournissent l'information pertinente à l'échelle de l'ensemble des blocs.

Tableau 1. Proportion des différents états des tiges en 2014 selon la présence de chancre en 2011 et l'élagage

Présence de chancres en 2011	Élagage 2011	ETAT 2014			
		Absente	Morte	Affaibli	Vivante
Sans chancres 2011	Non élaguée	3%(1.5-4.3)	6%(3.7-7.5)	2%(0.9-3.4)	89%(86.8-92)
	Élaguée	9%(6.4-11.1)	11%(8-13.1)	1%(0-1.2)	80%(76.8-83.5)
	<b>Total</b>	<b>6%(4.4-7.2)</b>	<b>8%(6.4-9.6)</b>	<b>1%(0.7-2.0)</b>	<b>85%(82.7-86.9)</b>
Chancres présents en 2011	Non élaguée	3%(1.4-5)	30%(24.9-34.2)	4%(1.8-5.6)	64%(58.7-68.5)
	Élaguée	14%(10.9-18.1)	39%(33.8-43.8)	2%(0.7-3.7)	45%(39.4-49.7)
	<b>Total</b>	<b>9%(6.7-10.8)</b>	<b>34%(30.7-37.5)</b>	<b>3%(1.7-4.2)</b>	<b>54%(50.6-57.8)</b>
<b>Total général</b>		<b>7%(5.8-8.1)</b>	<b>18%(16.7-20.3)</b>	<b>2%(1.4-2.6)</b>	<b>73%(70.5-74.6)</b>

(Les valeurs entre parenthèses représentent l'intervalle de confiance à 95 %.)

On remarque que l'élagage a fait augmenter la proportion de tiges absentes et mortes de manière importante, tant pour celles avec chancres que celles qui n'avaient pas de chancres en 2011. Les données ne permettent pas de déterminer la cause exacte de la mort ou l'absence des tiges. Comme la consigne d'élagage était de couper les tiges infectées au tronc ou à moins de 15 cm du tronc, cela peut expliquer en partie l'écart observé, principalement celui concernant les tiges absentes. Effectivement, une tige qui aurait été coupée en 2011 serait plus difficile à retrouver sur le terrain qu'une tige morte sur pied. On peut aussi penser que l'élagage a pu directement affaiblir certaines tiges et entraîner leur mort. La figure 13 présente le taux de survie pour les tiges avec et sans chancres en 2011 selon l'élagage ou non. On peut voir que l'efficacité de l'élagage à éliminer les tiges considérées comme infectées en 2011 n'est pas parfaite puisque près de 48 % de ces tiges sont toujours vivantes en 2014. Il faut comprendre que l'identification de la RVPB par les équipes d'élagage ne pouvait être optimale, puisque l'élagage a eu lieu tard dans la saison alors que les chancres étaient plus difficiles à voir.



**Figure 13. Taux de survie des tiges avec et sans chancres en 2011 selon l'élagage ou non**

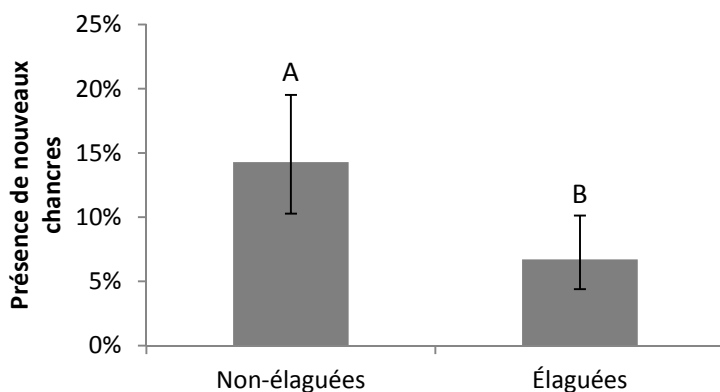
(Les barres verticales représentent l'intervalle de confiance à 95 %. Les lettres représentent les différences significatives pour l'élagage à l'intérieur de chaque groupe selon l'analyse statistique.)

**Hypothèse 1 : Le taux de survie des plans infectés est faible.**

Les résultats vont dans le sens de cette hypothèse bien que près de la moitié des tiges identifiées comme infectées en 2011 sont toujours vivantes.

### 3.2. ÉLAGAGE ET PROGRESSION DE LA RVPB

La progression de la RVPB a été évaluée et les résultats sont présentés à la figure 14. On remarque que l'élagage a réduit de manière significative le taux d'apparition de chancres plus graves que ceux de 2011 avec 7 % des tiges élaguées contre 14 % pour celles non élaguées.



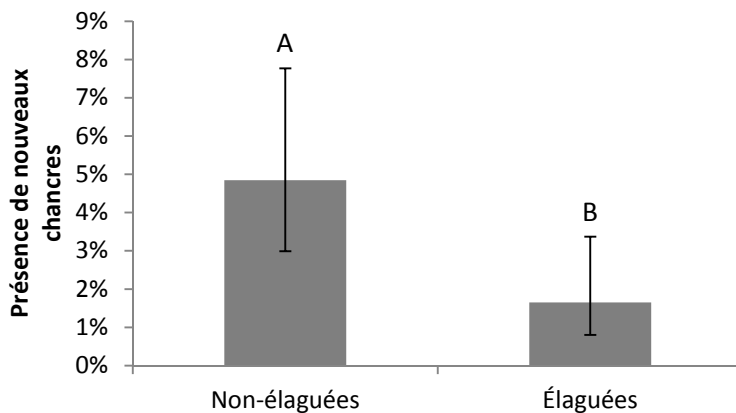
**Figure 14. Taux d'apparition de nouveaux chancres en fonction de l'élagage**

(Les barres verticales représentent l'intervalle de confiance à 95 %. Les lettres représentent les différences significatives selon l'analyse statistique.)

Le taux d'infection moyen observé en 2011 était de 40 %. Le taux d'infection en 2014 des tiges saines en 2011 est présenté à la figure 15 et est beaucoup plus faible que celui observé globalement en 2011. C'est donc dire que l'élagage a eu un effet significatif sur la réduction du taux d'infection des tiges saines. Toutefois, de manière absolue, la différence n'est que de 5 %. Avec la croissance des tiges saines, le taux de nouvelles infections devrait continuer à diminuer, mais cela reste à vérifier et à quantifier. Comme la résistance à la RVPB est faible, on peut prévoir que la majeure partie des tiges infectées mourront à moyen terme. Ainsi, bien que la proportion actuelle de tiges vivantes soit plus faible suite à l'élagage, la progression de la RVPB est réduite, ce qui devrait se traduire éventuellement par un taux de survie supérieur pour les tiges élaguées. Seul un suivi pourra permettre de quantifier de manière définitive l'efficacité de l'élagage sur la survie et ainsi de pouvoir évaluer le coût en fonction des bénéfices obtenus.

**Hypothèse 2 : L'élagage réduit l'infection par la RVPB.**

Les résultats confirment cette hypothèse bien que la réduction soit faible.



**Figure 15. Taux d'apparition de nouveaux chancres sur les tiges saines en 2011 en fonction de l'élagage**

(Les barres verticales représentent l'intervalle de confiance à 95 %. Les lettres représentent les différences significatives selon l'analyse statistique.)

Comme les nouvelles occurrences sont très faibles, il n'a pas été possible d'établir de lien avec les différentes conditions de milieu comme c'était le cas en 2011.

### 3.3. MIGRATION DES CHANCRES DES BRANCHES VERS LE TRONC

Une question fondamentale à laquelle voulait répondre cette étude était de vérifier si la distance de 15 cm (5 pouces) du chancre par rapport au tronc utilisée pour déterminer si un arbre devait être éliminé était suffisante. Cette suggestion provient d'un document de King paru en 1958. La suggestion est basée sur le jugement et l'expérience du personnel terrain ayant réalisé l'inventaire afin de déterminer l'incidence de la RVPB dans la région des Grands-Lacs aux États-Unis. Il ne semble pas y avoir eu de validation proprement dite effectuée pour cette suggestion. Les données récoltées dans le cadre du suivi du dispositif montrent que pour l'instant, aucune tige élaguée qui avait un chancre à plus de 12 cm du tronc n'a développé de nouveau chancre au tronc (tableau 2).

**Tableau 2. Distance moyenne, minimum et maximum des chancres sur les branches des tiges élaguées et non élaguées ayant développé des chancres au tronc au même verticille**

Élagage	Distance		Nombre
	moyenne (cm)	(Minimum Maximum)	
Non élaguée	9	(1 - 73)	35
Élaguée	4	(2 - 12)	10

Il est normal que les effectifs soient plus faibles pour les tiges élaguées puisque les consignes d'élagage phytosanitaire demandent de couper les tiges ayant des chancres à moins de 15 cm (tableau 3). Malgré cela, 82 tiges ayant été identifiées comme ayant des chancres sur une branche entre 1 et 15 cm en 2011 n'ont pas été coupées. Comme nous l'avons mentionné auparavant, au moment où l'élagage a eu lieu, l'identification de la RVPB était plus difficile et plusieurs chancres ont pu ne pas être remarqués, comme le démontre nos résultats. Afin de maximiser son efficacité dans le dépistage de la RVPB, un tel élagage devrait avoir lieu fin mai ou début juin.

**Tableau 3. Effectifs des tiges vivantes en 2014 selon la présence d'un chancre sur une branche en 2011 et sa distance par rapport au tronc et la présence d'un chancre au tronc en 2014 au nœud de la branche infectée**

Élagage 2011	Chancre au tronc 2014	Classes de distance des chancres 2011		
		1 à 15 cm	>15 cm	total
Élaguées	Non	72	18	90
	Oui	10	0	10
	<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>18</b>	<b>100</b>
Non élaguées	Non	72	15	87
	Oui	35	7	42
	<b>Total</b>	<b>107</b>	<b>22</b>	<b>129</b>
<b>Total général</b>		<b>189</b>	<b>40</b>	<b>229</b>



Malgré tout, le fait que 10 tiges aient été conservées nous permet de supposer que le champignon provoquant les chancre présents sur les branches s'étend dans la plante jusqu'à la tige principale sur une distance d'au moins 12 cm. Ce résultat tend à confirmer que la distance de 15 cm utilisée comme critère afin d'empêcher la propagation du chancre de la branche vers le tronc et d'atteindre mortellement la tige est adéquate. Il est intéressant de constater que seulement 12 % des tiges qui avaient été identifiées comme ayant un chancre à moins de 15 cm du tronc et qui ont été élaguées ont développé un chancre au tronc. Il est possible qu'une partie des observations faites en 2011 n'aient pas réellement été des chancres comme mentionné par Grenon *et al.* (2012).

**Hypothèse 3 : Les chancres à plus de 15 cm du tronc sur les branches élaguées ne produisent pas de chancres au tronc.**

Les résultats confirment cette hypothèse.

### **3.4. AUTRES SYMPTÔMES OBSERVÉS**

Lors de l'inventaire, la présence du charançon du pin blanc a été notée sur les tiges des placettes élaguées et non élaguées. Pour l'ensemble des tiges vivantes, 11 % avaient des signes d'attaque par le charançon.

À la demande de M. Philippe Tanguay du SCF, nous avons évalué la présence du rouge des aiguilles sur les tiges des placettes élaguées et non élaguées. Il s'est avéré difficile pour les équipes d'inventaire d'identifier avec précision cette maladie. Globalement, 1,7 % des tiges vivantes ont été notées comme étant affectées par cette maladie.

### **3.5. OCCURRENCE DE LA RVPB DANS LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE**

Sur les 640 micro-placettes inventoriées, la présence de pin blanc a été notée dans 264, ce qui donne un coefficient de distribution global moyen de 41 %. Pour ce qui est de l'occurrence de la RVPB, elle a été identifiée dans seulement 5 micro-placettes sur les 264 où le pin blanc est présent, ce qui correspond à moins de 2 % d'occurrence. Ce faible taux d'infection peut en partie s'expliquer par le jeune âge potentiel de ces semis de pin blanc. De plus, la très grande majorité des pins blancs observés, dans 250 placettes sur les 263, avaient une hauteur de moins de 60 cm.

Il est donc possible qu'une partie de ces pins aient moins de 5 ans, bien qu'il soit difficile de l'affirmer. Comme la maladie met trois ans avant que l'on puisse apercevoir des chancres visibles et identifiables, le fait de ne pas voir de chancres sur ces petites tiges n'est pas nécessairement le reflet du taux d'infection réel. Le *Ribes* était également très peu présent dans les micro-placettes, avec un coefficient de distribution de 4 %. La faible occurrence du *Ribes* peut aussi être un facteur qui explique la faible occurrence de la RVPB sur la régénération naturelle.

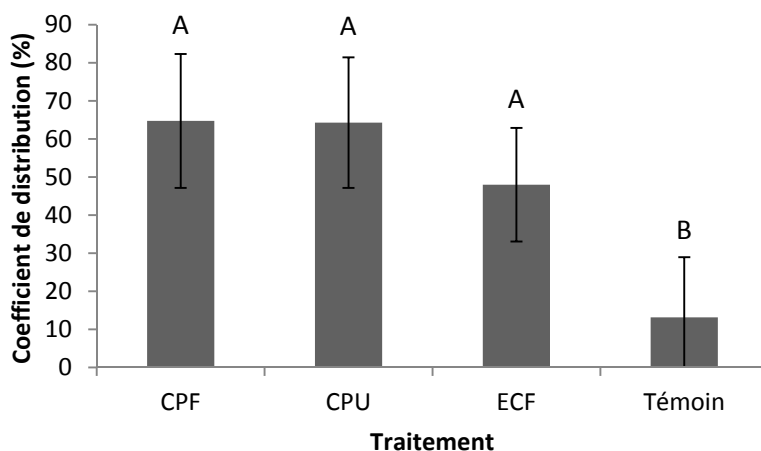
**Hypothèse 4 : La RVPB est présente dans la régénération naturelle.**

**Hypothèse 5 : Le taux d'infection par la RVPB dans la régénération naturelle est plus faible.**

Les résultats confirment ces deux hypothèses.

### 3.6. DISTRIBUTION DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE EN PIN BLANC.

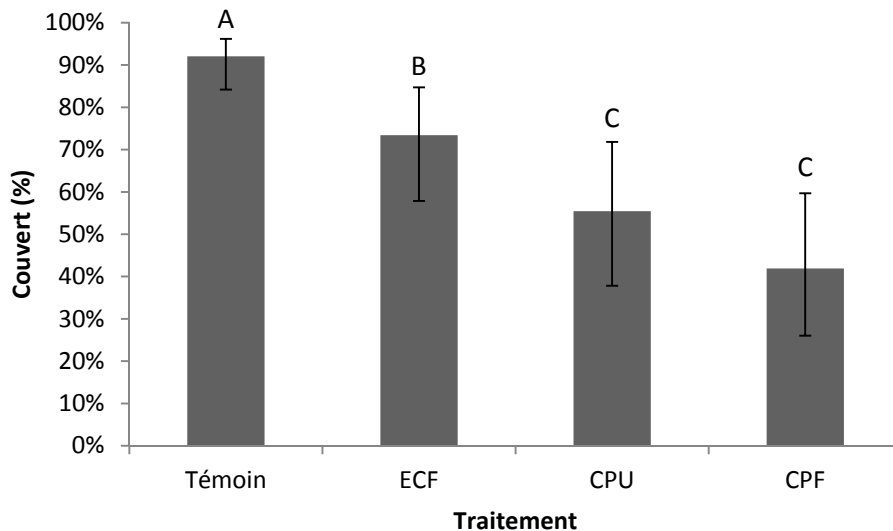
Un suivi de la régénération naturelle a été effectué en 2008 (Bournival *et al.*, 2010). À ce moment, la préparation de terrain avait fait augmenter le coefficient de distribution du pin blanc de manière significative. Après six années, il n'y a plus d'effet significatif du scarifiage, mais une tendance qui va dans le sens des résultats observés en 2008 est toujours présente. Par contre, comme c'était le cas en 2008, on observe une différence significative du coefficient de distribution de la régénération de pin blanc entre les coupes et le témoin (Figure 16).



**Figure 16. Coefficient de distribution de la régénération en pin blanc selon les traitements de récolte**

(Les barres verticales représentent l'intervalle de confiance à 95 %. Les lettres représentent les différences significatives selon l'analyse statistique.)

Le coefficient de distribution de la régénération naturelle en pin banc est présentement de 13 % dans le témoin, 48 % dans l'ECF, 64 % dans la CPU et 65 % dans la CPF. Ces valeurs sont similaires à celles observées en 2008, avec une tendance à la baisse dans le témoin (31 % en 2008) et dans l'ECF (74 % en 2008). Les différences observées sont en lien avec le couvert actuel (figure 17). Le couvert très élevé dans le témoin et l'ECF limite l'établissement de la régénération alors que les couverts dans la CPU et la CPF sont suffisamment ouverts.



**Figure 17. Couvert actuel selon les traitements de récolte**

(Les barres verticales représentent l'intervalle de confiance à 95 %. Les lettres représentent les différences significatives selon l'analyse statistique.)

Il est intéressant de noter que la quasi-totalité de la régénération en pin blanc n'a pas atteint le stade de gaule. De plus, le coefficient de distribution global pour la régénération de 61 à 160 cm de hauteur est de moins de 8 %. La régénération naturelle se développe donc assez lentement en hauteur.

## 4. RECOMMANDATIONS

---

1. L'élagage a réduit la progression de la RVPB de manière significative. Toutefois, les taux de progression sont bas, même chez les tiges non élaguées. Un suivi à moyen terme de la survie en fonction de l'élagage devrait permettre de juger de la pertinence d'appliquer un tel traitement.
2. La distance de 15 cm d'un chancre par rapport au tronc comme seuil pour l'élimination des tiges infectées semble être la bonne et peut être maintenue.
3. Un inventaire complémentaire dans d'autres plantations serait souhaitable afin de bonifier la carte de sensibilité de la région.
4. Le taux d'infection de la régénération naturelle en pin blanc par la RVPB est faible présentement. Il sera important d'effectuer un suivi lorsque la régénération aura atteint le stade de gaule afin de déterminer si un élagage phytosanitaire serait pertinent.
5. L'impact des conditions édaphiques sur l'occurrence de la RVPB devra être vérifié au cours des prochaines années si l'occurrence augmente.

## 5. CONCLUSION

---

Le taux élevé de présence de chancres de RVPB dans le dispositif s'est traduit par une mortalité de 25 % globalement. Pour les tiges infectées en 2011, ce sont plus de 40 % des tiges qui n'ont pas survécu. L'élagage a eu un effet négatif sur la survie, mais cela peut être attribué aux consignes d'élimination des tiges infectées. L'élagage a réduit la progression de l'infection par la RVPB, mais la différence avec les tiges non-élaguées est faible. Le dispositif de suivi mis en place permettra, lors d'un suivi subséquent, d'évaluer l'efficacité de l'élagage dans le contrôle et la progression de l'infection par la RVPB, et de justifier son utilisation.

Le critère de distance de 15 cm d'un chancre sur une branche du tronc pour déterminer si une tige peut être sauvée par un élagage semble adéquate. Toutefois, cette affirmation repose sur peu d'observations.

La régénération naturelle est très peu affectée par la RVPB présentement. Comme la régénération est encore basse (<1,6 m), un suivi devra être réalisé dans quelques années pour déterminer si un élagage phytosanitaire de la régénération naturelle serait nécessaire.

## RÉFÉRENCES

---

- Blais et Laflamme, 2000. L'élagage systématique des pins blancs, un outil pour contrôler la rouille vésiculeuse. *Phytoprotection*, 81 :1, page 32.
- Bouillon, D. 2003. Maintien et restauration des pinèdes blanches en Outaouais. Forêt Québec, Unité de gestion de la Coulonge (071). Présentation orale avec document de support visuel.
- Bournival, P., D. Blouin et G. Lessard. 2010. Régénération du pin blanc par coupes progressives (Dispositif du secteur Alexandre à Fort-Coulonge). Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2010-09. 52 p.
- Grenon, F., D. Blouin et G. Lessard. 2012. Planification et suivi phytosanitaire de la rouille vésiculeuse sur la régénération du pin blanc (dispositif secteur Alexandre). Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2012-06. 21 p. + 3 annexes.
- Joly, D. 2005. Analyse de la diversité génomique des populations de *Cronartium ribicola*, agent responsable de la rouille vésiculeuse du pin blanc. Faculté de foresterie et de géomatique. Mémoire de maîtrise. Université Laval. 107 p.
- King, D.B. 1958. Incidence of white pine blister rust infection in the Lake States. USDA For. Serv. Lake States For. Exp. Stn. 12 p.
- Lavallée, A. 1991. White pine blister rust control in a 5-year-old Eastern white pine plantation at Verchères, Quebec (1984-1988 results) *in* Rusts of Pine. Y. Hiratsuka, J.K. Samoil, P.V. Blenis, P.E. Crane, et B.L. Laishley, Proceedings: 3<sup>rd</sup> IUFRO Rusts of Pine Working Party Conference. September 18-22, 1989, Banff, Alberta. 378-384.

# **ANNEXE 1 : DEVIS TECHNIQUE DU SECTEUR ALEXANDRE**

---

Installation d'un dispositif de suivi de la rouille vésiculeuse  
Plantation sous-couvert dans des coupes progressives  
Projet 11-0608

## **1- Le dispositif**

Les secteurs seront fournis par le CERFO (voir carte PDF).

## **2- Plan de sondage**

- Les cartes et plans de sondage sont fournis par le CERFO en format numérique et cartographique.

## **3- Localisation des placettes**

- Enregistrer la localisation du centre du point d'inventaire avec le GPS.
- Placer une fiche métallique identifiée avec une étiquette métallique (no. Bloc et no. Placette : ex. 1-1) et du ruban de couleur bleu pour les placettes à élaguer (numéros impairs) et du rose barré pour les placettes témoin (numéros pairs).
- Pour les placettes témoin, mettre un ruban rose barré tout autour de la placette de manière à ce qu'il soit le plus évident possible que ces tiges ne doivent pas être élaguées.

## **4- Relevé des données d'inventaire**

Noter, pour chaque placette :

1. La date
2. Le nom des évaluateurs
3. Le numéro du bloc
4. Le numéro de la placette figurant sur le plan de sondage
5. Les coordonnées GPS

Description des placettes de 100m<sup>2</sup> :

1. Présence du *Ribes* (voir consignes de la zone d'observation du *Ribes*)
2. Pente (A-B-C-D-E)
3. Exposition (cardinale simple : N-S-E-O)
4. Position sur la pente (Sommet, Haut, Milieu, Bas)
5. Dépôt (1AY, 1AM, 2A, 2AE, R1E)
6. Drainage (0-6)
7. Densité du couvert de bois sur pied (A, B, C, D)

Pour chaque tige de pin blanc plantée :

**Chaque tige devra être identifiée de manière permanente : inscrire son numéro sur une étiquette de métal et fixer l'étiquette sur une branche du deuxième verticille à partir du haut et faisant face au centre de la placette. Les tiges sont également identifiées avec du ruban de couleur. Celles des placettes à élaguer avec du ruban bleu et celles des placettes témoin avec du ruban rose barré noir. Les tiges sont positionnées sur le schéma du formulaire. La numérotation se fait dans le sens horaire à partir du nord de la placette.**

1. Présence de rouille sur le tronc ou « top rust »
2. Présence de rouille sur les branches
3. Distance la plus faible observée sur la branche entre la rouille et le tronc (si sur le tronc, inscrire 0)
4. Marquer le tronc au crayon feutre ou à la sanguine un pouce au-dessus de la branche observée au #3
5. Hauteur de l'observation (si sur le tronc, inscrire la hauteur du chancre le plus bas)
6. Hauteur de l'arbre
7. Libre de croître par rapport à la régénération et non au couvert dominant (voir schéma en annexe)
8. Présence de charançons
9. Défauts ou autres maladies
10. Présence de compétition herbacée et arbustive dans un rayon de 1,13 m autour de chaque tige (Nulle, Faible : < 50 % de recouvrement ou Élevée : >50 % de recouvrement)
11. Hauteur de la compétition

Zone d'observation du *Ribes* pour chaque placette (voir schéma) :

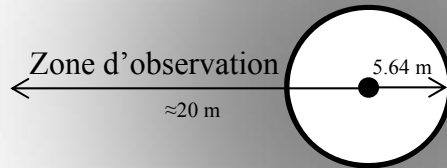
Du centre de la placette à distance de vue (soit un rayon  $\approx 20$ m max. et incluant l'intérieur de la placette) :

1. Présence de conditions propices à l'installation du *Ribes* (ex. cuvette, renversé, andain)
2. Présence de *Ribes* (si présence de conditions propices, aller vérifier à cet endroit la présence de *Ribes*)

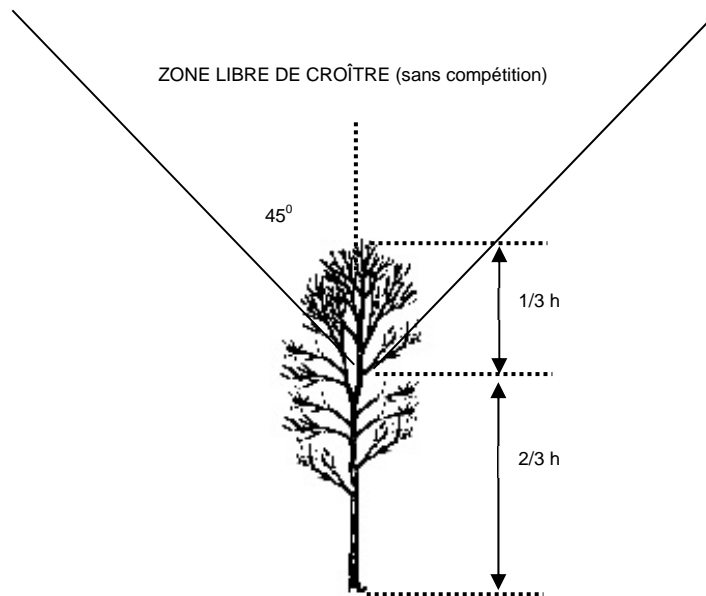


**Schéma des placettes et zones d'observation :**

● = Centre de placette



**Schéma de la notion de libre de croître :**



## ANNEXE 2 : CONSIGNES D'INVENTAIRE DU DISPOSITIF DE SUIVI DE L'ÉLAGAGE

---

*Suivi de la plantation réalisée dans un dispositif expérimental d'essai de coupe progressive situé dans le secteur Alexandre dans l'aire commune 071-20, de la région de Fort-Coulonge*

### Plan de sondage

- Le positionnement GPS des placettes est fourni (voir plan en annexe).
- 17 blocs de 5 paires de placettes, pour un total de 170 placettes présentées sur le plan sont à inventorier (numéros 101 à 1 710).
- Les placettes paires (rubans bleu) sont censées ne pas avoir été élaguées.

### Matériel nécessaire

- Plan du dispositif et plan de sondage (fourni)
- Feuillet de prise de données

### Outils nécessaires

- Formulaire
- GPS
- Gallon de menuisier/perche télescopique
- Pied à coulisse
- Pad

### Placettes de 5,64 m de rayon

- Retrouver les placettes sur le terrain : les placettes paires sont identifiées en bleu et les impaires en rose. Une fiche de métal a été placée au centre de la placette.
- Faire un suivi de chaque tige dans la placette.
- La numérotation des tiges a été faite dans le sens horaire à partir du nord.
- Un schéma de localisation des tiges est présent sur les formulaires de 2011.

### Noter :

- Hauteur en cm
- DHP
- Etat (M=Mort, V=Vivant, EM=Élagué Mort, EV=Élagué Vivant, MV=En voie de mourir, A=Absent)
- Présence de chancre au tronc à la hauteur de chancre enregistrée en 2011
- Présence d'un nouveau chancre plus grave que celui de 2011
- Distance du nouveau chancre par rapport au tronc. Indiquez 0 si le chancre est sur le tronc.
- Hauteur de la branche qui porte le chancre ou du chancre sur le tronc
- Flèche détruite par le charançon
- Les aiguilles 2013 sont rouges ou absentes

# ANNEXE 3 : CONSIGNES D'INVENTAIRE DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE

---

## Plan de sondage

- *Le positionnement GPS des placettes est fourni (voir plan en annexe)*
- 64 grappes présentées sur le plan sont à inventorier (numéros 1 à 80, certains manquants)

## Matériel nécessaire

- Plan du dispositif et plan de sondage (fourni)
- Feuillet de prise de données

## Outils nécessaires

- GPS
- Boussole
- Topofil
- Pied à coulisse (classe de 2 cm)
- Gallon de 30 m
- Baguette de 1,13 m
- Pad

## Grappes de 10 micro-placettes de 4 m<sup>2</sup>

- Faire une grappe par point d'inventaire GPS
- Enregistrer par GPS la localisation des grappes de régénération
- Sur le formulaire, indiquer le numéro de la grappe ainsi que les numéros des micro-placettes

## Noter :

- Présence par essence par classe de hauteur :
  - 5 cm à 60 cm de hauteur
  - 61 cm à 1,6 m de hauteur
  - Gaules de 2-4-6-8 cm de DHP
- Dénombrement dans 3 micro-placettes par grappe, par essence, par classe de hauteur (2-5-8) :
  - 5 cm à 60 cm de hauteur
  - 61 cm à 1,6 m de hauteur
  - Gaules de 2-4-6-8 cm de DHP

Les pins infectés par la rouille sont compilés comme une essence distincte (voir formulaire).

**Pour les pins blancs, noter, pour le plus beau pin blanc de la placette :**

- Sa hauteur
- Présence d'insectes, de rouille ou de défauts
- Libre de croître (cône du tiers supérieur de la cime)
- Si non libre, essence de la tige lui faisant le plus de compétition, sa hauteur, sa distance

**Couvert**

- Densiomètre : Oui ou Non

**Localisation de la placette**

- Classes : Sentier, hors sentier ou autres

**Porter une attention particulière à la présence du *RIBES*, à noter sur le formulaire.**