



## **Développement de moyens d'intervention pour inhiber et contrôler la production de cônes dans la production d'arbre de Noël**

**Projet no. 16-4-20**

DURÉE DU PROJET : 05-2016 / 12-2017

### **RAPPORT D'ÉTAPE**

Réalisé par :  
Marie-Claude Lavoie, agr., IQDHO  
Émilie Lemaire M. Sc., agr., IQDHO

13 janvier 2017

Présenté à :  
L'Association des producteurs d'arbres de Noël du Québec (APANQ)

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

## **Développement de moyens d'intervention pour inhiber et contrôler la production de cônes dans la production d'arbre de Noël**

### **Projet : 16-4-20**

Ce projet d'une durée de 19 mois a pour objectif principal de développer une méthode efficace pour inhiber et contrôler le développement des cônes femelles sur *Abies fraseri*. Il est composé de 2 volets d'expérimentation, soit le 1) l'inhibition des cônes et 2) le contrôle des cônes. En 2016, c'est le Volet 1 qui a été réalisé chez 2 entreprises de production d'arbres de Noël. Ce volet avait pour objectif d'inhiber le développement des bourgeons reproductifs ou de favoriser le développement de bourgeons végétatifs.

Les objectifs spécifiques du Volet 1 étaient les suivant :

- 1) Évaluer l'utilisation d'hormones inhibitrices de gibbérellines pour empêcher le développement des bourgeons reproductifs;
- 2) Évaluer l'utilisation d'hormones (ex: auxines, cytokinines et ANA) pour créer un déséquilibre hormonal dans les arbres et inhiber le développement des bourgeons reproductifs;
- 3) Évaluer différents moments d'application des hormones de croissance pour inhiber le développement des bourgeons reproductifs.

### **DESCRIPTIF DES TRAVAUX RÉALISÉS**

#### **Mise en place des dispositifs**

Une réponse positive à la demande d'aide financière a été reçue à la fin du printemps 2016 ce qui a décalé la date de début du projet. C'est donc en mai 2016, plutôt qu'en mars 2016 qu'a débuté le Volet 1 du projet. Le travail sur le terrain a débuté le 15 juin par des visites chez 3 entreprises de production d'arbres de Noël afin de repérer les sites répondant aux critères de la mise en place du projet. Deux des entreprises ont été sélectionnées comme site d'expérimentation. Les dispositifs expérimentaux ont ainsi été mis en place au champ les 17 et 22 juin, dans des plantations de sapins Fraser, en Estrie.

Au total, 15 traitements ont été comparés. Les traitements ont été appliqués à des unités expérimentales (UE) composées de 2 sapins. Les UE ont été disposées selon un dispositif expérimental complètement aléatoire contenant 10 répétitions des traitements. Chaque dispositif comptait donc 300 sapins au total.

Au champ, afin d'optimiser l'uniformité entre les unités expérimentales, les sapins faisant partie de l'expérimentation ont été choisis selon l'avancement de la croissance de leurs pousses, leur calibre et leur hauteur. Au minimum 1 sapin a été laissé comme tampon entre les UE pour limiter la dérive des produits sur les UE adjacentes.

#### **Traitements comparés**

Quatre produits à base de phytohormones ont été comparés à un témoin :

T1 : Témoin (eau)

T2 : Bonzi (paclobutrazol : inhibiteur de gibbérelline)

T3 : MaxCel (6-benzyladenine : cytokinine)

T4 : Fruitone (ANA : auxine)

T5 : Apogee (prohexadione-calcium : inhibiteur de gibbérelline)

Les produits ont été appliqués selon 2 méthodes d'application :

1. Foliaire
2. Micro-injection

Deux moments d'application ont été comparés pour les pulvérisations foliaires :

1. Avant l'initiation des bourgeons à environ 50% de l'élongation des pousses latérales
2. À la fin de la différenciation des bourgeons et de l'élongation des pousses latérales

La micro-injection a été faite à un seul moment, avant l'initiation des bourgeons.

### **Applications des traitements**

Les pulvérisations foliaires ont été faites à l'aide d'un pulvérisateur à dos sur les  $\frac{3}{4}$  supérieur de l'arbre. Un pulvérisateur du modèle BP-4 de *Dramm* a été utilisé.

Les pulvérisations ont été faites à 2 stades précis du développement des bourgeons afin d'empêcher que ces derniers deviennent reproductifs. Pour déterminer les moments d'application des produits, un travail de révision de la littérature a été fait et des chercheurs dans le domaine ont été contactés. En s'inspirant de travaux de recherche réalisés au Michigan, le moment des applications a été déterminé en fonction du stade de croissance des pousses et du cumul de degrés-jours. Un des moments propices dans la saison de croissance pour appliquer les produits serait à la demi-élongation des pousses latérales, avant l'initiation des bourgeons et un peu avant un cumul de 695 °C degrés-jour. Les données de température enregistrées à la station météo de Lennoxville, à proximité des sites, ont été utilisées pour estimer le cumul de degrés-jour. Selon l'avis de producteurs expérimentés, c'est généralement autour du 15 juin que les pousses sont à demi-élongation, mais il y avait du retard sur le développement des sapins au printemps 2016. Le premier traitement a eu lieu le 20 juin au Site 1 et le 23 juin au Site 2.

La seconde pulvérisation a été ciblée à la fin de la différenciation des bourgeons et de l'élongation des pousses latérales à environ 1030 °C degrés-jour cumulés. Le 2<sup>e</sup> traitement a été fait le 5 juillet au Site 1 et le 6 juillet au Site 2. En plus des degrés-jour, la disposition des aiguilles (enroulement vers le haut ou ramilles plates) et la distances entre les aiguilles ont été utilisées comme critères pour indiquer la fin de la période de croissance.

Les applications par micro-injection ont été faites directement dans l'arbre au niveau du tronc à environ 12 pouces au-dessus du sol à l'aide d'un appareil *Quick-Jet*. Un trou a été préalablement percé dans lequel une petite douille de plastique était insérée. Ceci facilitait l'insertion de la pointe de l'appareil dans l'aubier de l'arbre. La hauteur du trou était légèrement variable d'un arbre à l'autre car il fallait éviter les nœuds où le bois est plus dense, donc difficile à forer. Selon les recommandations de la compagnie *Arborjet* et selon le diamètre des arbres de notre expérimentation, un seul site d'injection par arbre était nécessaire pour appliquer les produits. Les arbres ont été injectés avant l'initiation des bourgeons, le même jour que la 1<sup>ère</sup> application foliaire, soit le 20 juin au Site 1 le 23 juin au Site 2.

Les doses les plus élevées recommandées sur les étiquettes ont été utilisées pour le projet. La même quantité de produit par arbre a été utilisée en pulvérisation foliaire et en injection. L'appareil à injection *Quick-Jet* est conçu pour administrer des faibles volumes. Deux ml étaient mesurés avec précision par l'appareil et injectés dans chaque arbre. Les pulvérisations foliaires ont été faites à un volume d'environ 600 litres à l'hectare. Le tableau 1 indique les doses théoriques des produits à appliquer tandis que les tableaux 2 et 3 présentent les doses réelles appliquées aux Site 1 et 2.

**Tableau 1 Doses théoriques des produits**

<b>Produits</b>	<b>Doses par Litre</b>
Apogee	0,45 g
MaxCell	10 ml
Fruitone	0,625 ml
Bonzi	12,5 ml

**Tableau 2 Doses réelles des produits appliquées au Site 1**

<b>SITE 1</b>	<b>Applications foliaires</b>		<b>Application par injection</b>
	<b>Doses / arbre 1<sup>ère</sup> application</b>	<b>Doses / arbre 2<sup>ème</sup> application</b>	<b>Doses / arbre</b>
<b>Apogee</b> (+ 0,5ml / L d'adjuvant)	0,072 g	0,087 g	0,072 g
<b>MaxCel</b>	1,625 ml	1,825 ml	1,625 ml
<b>Fruitone</b> (+ 0,5ml / L d'adjuvant)	0,081 ml	0,116 ml	0,081 ml
<b>Bonzi</b>	2,163 ml	2,413 ml	2,163 ml

**Tableau 3 Doses réelles des produits appliquées au Site 2**

<b>SITE 2</b>	<b>Applications foliaires</b>		<b>Application par injection</b>
	<b>Dose / arbre 1<sup>ère</sup> application</b>	<b>Dose / arbre 2<sup>ème</sup> application</b>	<b>Dose / arbre</b>
<b>Apogee</b> (+ 0,5ml / L d'adjuvant)	0,068 g	0,067 g	0,063 g
<b>MaxCel</b>	1,376 ml	1,428 ml	1,390 ml
<b>Fruitone</b> (+ 0,5ml / L d'adjuvant)	0,081 ml	0,089 ml	0,087 ml
<b>Bonzi</b>	1,350 ml	1,740 ml	1,738 ml

### **Prises de données**

La longueur de 5 nouvelles pousses latérales par arbre a été mesurée une journée avant chacune des pulvérisations foliaires. Pour calculer à quelle proportion de leur croissance était les pousses lors des traitements, les mêmes pousses ont été mesurées à nouveau après la fin de l'élongation. Les données serviront également à évaluer si les produits ont affecté la croissance des arbres. Les mesures ont été prises du même côté de chaque arbre.

Afin de vérifier si les traitements avaient une influence sur le calibre des arbres, la hauteur des arbres et la circonférence des troncs à la hauteur des injections ont été mesurées. Ces données sont importantes pour l'interprétation future des résultats.

Une semaine après les traitements, l'ensemble des arbres a été observé pour déceler les signes de phytotoxicité mais aucun signe de phytotoxicité n'a été détecté.

### **Entretien des plants**

Les producteurs avaient la responsabilité d'entretenir les plantations, d'appliquer des traitements phytosanitaires ou autres régies de culture nécessaires à la bonne santé des sapins. Par contre ils devaient s'assurer de ne pas tailler les arbres faisant partie de l'expérimentation avant la fin des prises de données. C'est pourquoi des rubans marqueurs de couleur servant à bien identifier les traitements ont été attachés sur 2 côtés opposés des arbres, pour qu'ils soient bien visibles.

### **Suivi agronomique**

Marc Légaré, conseiller en pépinière à l'IQDHO, a visité les champs et rencontré les producteurs responsables de sites expérimentaux. Il a participé à de nombreuses réunions téléphoniques et prodigué de précieux conseils à la chargée de projet.

### **Compilation des données et analyses**

Les données de longueurs des pousses, circonférences des troncs, hauteurs des arbres ont été compilées.

### **Diffusion des résultats**

Le projet est affiché sur le site Internet de l'IQDHO. Le rapport d'étape sera diffusé sur ce même site, sur la page Facebook de l'IQDHO et sur Agri-Réseau dès son approbation. Il sera également possible à l'APANQ de le diffuser à ses membres et sur leur site internet.

## **LES PROBLÉMATIQUES RENCONTRÉES**

La réponse d'acceptation du projet a été tardive ce qui a empêché de mettre en place le Volet 2 (contrôle des cônes) puisque le moment d'application des traitements était déjà passé.

Dans le Volet 1, un des premiers défis fût rencontrés lors de la mise en place des dispositifs expérimentaux. Les sapins n'étaient pas tous au même stade de débourrement et du même calibre. Ces paramètres peuvent influencer la production de cônes et l'efficacité des traitements. Il y a donc eu une sélection des arbres pour exclure des dispositifs les arbres aux stades de développement extrêmes (très débourrés et trop peu débourrés) et ceux avec un calibre beaucoup plus gros ou petit que la moyenne. Les terrains avaient de nombreuses sources de variation (entre autres : topographie, débourrement inégal et différence de calibre entre les individus) se prêtant mal à la mise en place d'un dispositif avec des blocs. Un dispositif complètement aléatoire a donc été choisi. De plus, le nombre d'arbres inclu dans le dispositif a été augmenté pour maximiser les chances d'observer des différences

significatives entre les traitements. En plus des variations mentionnées précédemment, il y a des variations génétiques entre les arbres ce qui peut également influencer la production de cônes.

### **Modifications apportées au projet initial**

D'abord, le projet s'est déroulé à 2 sites de productions plutôt que 3. La planification du projet a dû se faire très rapidement à cause de la date tardive de d'acceptation du projet et parce que la croissance des pousses avait débuté et les traitements devaient être faits dans un bref délai. Avec les ressources disponibles, la distance à parcourir pour se rendre chez le troisième producteur susceptible de participer était trop importante pour que les traitements et les prises de données puissent se faire au bon moment à 3 Sites. Les deux producteurs participants sont localisés dans la même région, en Estrie.

Ensuite, 2 méthodes d'application des produits sont à l'essai, plutôt qu'une seule. Après des échanges avec des chercheurs, discussions et réflexions, l'application par injection, montrant quelques avantages, s'est présentée comme une option très intéressante et innovante à expérimenter. En effet, selon Fabienne Cola (comm. pers.), chercheuse au *ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs*, la pulvérisation foliaire a démontré moins d'efficacité lors d'essais faits sur des épinettes. S'il pleut, s'il y a une rosée ou une mauvaise couverture lors de la pulvérisation, l'efficacité de ce type d'application en serait diminuée. Mais puisqu'il s'agit d'une méthode traditionnelle, simple et rapide, elle est incontournable au projet.

L'injection du produit directement dans l'arbre est une méthode plus 'propre' pour l'environnement, car il n'y a pas de perte de produits comme il peut y en avoir avec la dérive lors d'une pulvérisation foliaire. Avec une injection, une quantité maximale de la dose de produit est absorbée par l'arbre. De plus, il y a moins de risque de contamination cutanée par la personne qui applique le produit. Plusieurs facteurs seront à considérer pour évaluer l'efficacité des 2 méthodes.

Un des produits préalablement sélectionné, le N-Sure (cytokinine), a été changé pour le Bonzi (paclobutrazol : inhibiteur de gibbérelline) parce que la concentration en cytokinine dans le N-Sure est inconnue et qu'il était difficile de déterminer la concentration de produit à utiliser.

### **Perte de spécimens d'arbres à l'essai**

En automne 2016, au Site 1 lors de la récolte des sapins pour le temps des Fêtes, quelques arbres faisant partie intégrante du dispositif ont été coupés par inadvertance pour être vendus. Quelques données seront impossibles à mesurer au printemps prochain puisque 12 sapins ont été perdus.

### **Prises de données**

Au niveau des prises de données, un décompte des bourgeons présents sur toutes les pousses de l'année à la cime des sapins était planifié avant les pulvérisations. Mais lors de la révision de la littérature, il a été constaté que les pulvérisations devaient débuter avant que les bourgeons soient visibles. Les cônes seront comptés sur chaque arbre au printemps prochain.

## **LES ÉTAPES À VENIR**

Volet 1 : inhiber le développement des bourgeons reproductifs ou favoriser le développement végétatif. Puisque les bourgeons prennent plus d'une saison à se développer, les prises de données pour évaluer l'efficacité des produits appliqués à l'été 2016 seront faites au printemps 2017 par le décompte des cônes présents sur les arbres traités.

Volet 2 : il s'agit d'appliquer des produits pour détruire les cônes présents au tout début de leur formation sur les arbres. L'objectif spécifique de ce volet est d'évaluer l'utilisation de différents produits et différentes doses pour détruire les cônes au début de leur développement. Ce qui pourrait avoir comme avantage de réduire les coûts d'élimination des cônes, car l'enlèvement des cônes dans les sapins est une opération qui se fait manuellement.

### **Mise en place du dispositif**

Le Volet 2 sera mis en place au début de printemps 2017 à 2 sites de productions. Le choix des sites se fera selon les conditions d'uniformité du champ et l'historique de présence de cônes. Les arbres du dispositif seront sélectionnés à l'aide des mêmes critères que ceux du Volet 1. Aussi des visites régulières seront faites pour suivre les stades de développement des cônes afin de bien cibler les pulvérisations

### **Application des traitements**

Volet 2 : il est prévu de comparer 8 traitements:

1-Témoin (eau) 2-Chaux 3-Ethrel 4-N-Tank 5-Goal 6-Scythe 7-Huile essentielle d'agrumes 8-Fruitone. Néanmoins, une révision de la littérature sera faite au cours de l'hiver pour confirmer les traitements et quelques changements pourraient être faits quant au nombre et aux types de produits utilisés. Des pulvérisations foliaires seront faites en avril-mai 2017. Chaque produit sera appliqué à 2 doses différentes. Les dispositifs seront ajustés en fonction des sources de variation dans les plantations. Comme pour le Volet 1, les pulvérisations seront ciblées sur la section supérieure des arbres.

### **Les prises de données**

Toujours pour le Volet 2, pour évaluer l'efficacité des produits, un décompte du nombre de cônes "brûlés" ou qui ont continué à se développer sera fait vers la fin juin. Afin d'évaluer si les produits ont influencé la croissance des arbres, la longueur de la chandelle et de 5 pousses de l'année sera mesurée vers la fin juillet, après la période de croissance. Une semaine après les traitements, tous les arbres seront observés pour détecter les signes de phytotoxicité.

À partir du début avril la température extérieure à chacun des sites sera enregistrée à intervalle de 15 minutes à l'aide d'une sonde *HOBO data logger*. Les données serviront à développer un modèle de degrés jours adapté aux conditions du Québec qui guidera les producteurs pour synchroniser l'application des produits avec le bon stade de développement des bourgeons. Ces données seront utilisées pour les 2 volets du projet.

Après l'expérimentation et l'analyse des résultats, les coûts des différents traitements seront calculés et l'ensemble des résultats seront diffusés.

## **REMERCIEMENTS**

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du *Programme de développement sectoriel*, issue de l'accord du cadre *Cultivons l'avenir 2* conclu entre le *ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec*, et *Agriculture et Agroalimentaire Canada*.

L'équipe du projet tient à remercier les 2 producteurs d'arbres de Noël : M. Larry Downey de *Sapinière et pépinière Downey inc.* et M. Pierre Roberge de *Les entreprises Downey et Roberge inc.* qui ont contribué activement en partageant des espaces de production en champ ainsi que du matériel. (Note : la numérotation des sites (1 et 2) n'est pas nécessairement liée à l'ordre de nomination des entreprises.) Ils ont accepté les risques, toutefois minimes, de l'application des produits inhabituels pour cette production par des méthodes également inhabituelles. Sachant que la qualité esthétique des arbres de Noël est très importante, cette confiance est grandement appréciée.

Michel Delorme de chez *Plant Products* a gracieusement donné de son temps pour accompagner l'équipe lors des applications des produits par injection des sapins avec l'appareil *Quick-Jet*.

Merci à madame Fabienne Colas, chercheuse sur la production et la conservation des semences au *Service Génétique, Reproduction et Écologie* et monsieur Guildo Gagnon, technicien travaillant tous deux au *ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs* pour le partage de leurs expériences pratiques, plus spécifiquement sur la physiologie des conifères et sur la technique d'application des produits par injection.

Merci à madame Dominique Choquette, conseillère aux entreprises d'arbres de Noël et petits fruits au MAPAQ qui a généreusement contribué à ce premier volet du projet en participant aux nombreuses discussions et à la prise de données sur le terrain avec mesdames : Julie Marcoux, dta. au MAPAQ et Virginie Logier-Paquette, stagiaire au MAPAQ de l'Estrie.

Un remerciement également à L'Association des producteurs d'arbres de Noël d'avoir initié un tel projet d'innovation. Finalement, un remerciement aux collègues de l'IQDHO ayant contribué à la réalisation de ce projet.