Valorisation du lisier de porc par la fertilisation de plantations de peupliers hybrides

Projet pilote de l'Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches

RAPPORT FINAL
2012-2013

Présenté au
Ministère des Ressources naturelles du Québec
dans le cadre du Programme de mise en valeur
des ressources du milieu forestier – Volet I

Préparé par
Jean-Pierre Faucher, ing.f., directeur
Sylvie Poulin, secrétaire administrative

Juillet 2013

TABLE DES MATIÈRES

1. Présentation du projet 3
2. Comité scientifique de coordination 4
3. Localisation des dispositifs expérimentaux 2003 et 2004 5
4. Résumé du protocole expérimental 7
   - 4.1 Sélection des sites et disposition des parcelles 7
   - 4.2 Fertilisation complémentaire 7
   - 4.3 Épandage de lisier de porc 7
   - 4.4 Entretien des plantations 8
   - 4.5 Taille de formation et élagage 8
   - 4.6 Suivi environnemental et rendement 8
   - 4.7 Volet Carbone 9
5. Réalisations en 2012-2013 10
6. Réalisations spécifiques par bloc pour le dispositif expérimental 2003 11
   - 6.1 Bloc Alain Gagnon 1 11
   - 6.2 Bloc Daniel Pouliot 14
   - 6.3 Bloc Jean Tanguay 17
   - 6.4 Bloc Ferme Ludo 20
7. Réalisations spécifiques par bloc pour le dispositif expérimental 2004 23
   - 7.1 Blocs Alain Gagnon 2 et 3 23
   - 7.2 Blocs Louis Baby 1 et 2 26
   - 7.3 Bloc Louis Baby 3 29
   - 7.4 Bloc Aimée-Rose Vachon 32
   - 7.5 Bloc André Poulin 34
   - 7.6 Bloc Pauline Pelchat 37
   - 7.7 Bloc Enrico Audet 39
8. Résultats et discussions 42
   - 8.1 Dispositif de 2003 42
     - 8.1.1 Croissance des arbres 42
     - 8.1.2 Analyse foliaire 43
     - 8.1.3 Analyse de l'eau de percolation et de drainage souterrain 43
   - 8.2 Dispositif de 2004 44
     - 8.2.1 Croissance des arbres 44
     - 8.2.2 Analyse foliaire 44
     - 8.2.3 Analyse de l'eau de percolation et de drainage souterrain 44
9. Collaborateurs 46
10. Documents disponibles 46
11. Références 48

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Localisation des dispositifs expérimentaux 2003 et 2004 6

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Description et localisation des blocs des dispositifs expérimentaux 2003 et 2004.....5

1. Présentation du projet

Entrepris dans le cadre de *l'Initiative d'évaluation de la faisabilité du boisement en vue du captage de carbone* du ministère des Ressources naturelles du Canada, le projet pilote de l'Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches vise à expérimenter l'utilisation du lisier de porc comme fertilisant pour des plantations de peupliers hybrides sur des terres en friches de tenure privée. La problématique du surplus de lisier de porc est une réalité qui entraîne le déboisement de superficies pour permettre l'épandage. Ainsi, ce projet pourrait établir une solution pour valoriser le lisier et ainsi concilier les besoins des agriculteurs et des forestiers.

Les principaux objectifs du projet sont les suivants :

- Tester l'utilisation du lisier de porc pour fertiliser des plantations de peupliers hybrides destinées à la production de biens durables (surtout des produits de sciage et de déroulage);
- Évaluer l'impact environnemental, plus précisément sur la qualité de l'eau de percolation et de drainage souterrain, de la fertilisation du peuplier hybride avec le lisier de porc;
- Déterminer les coûts d'opération pour les activités liées à la production de peupliers hybrides avec l'utilisation du lisier de porc en fonction de différents sites.

Ce projet pilote fut sélectionné en 2002 par le comité conjoint du Service canadien des forêts et du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec et constitue l'unique initiative à avoir été retenue au Québec. Deux dispositifs expérimentaux ont été établis en 2003 et 2004. Ceux-ci font l'objet d'un suivi terrain et scientifique rigoureux depuis leur implantation.

Nous espérons établir une méthodologie qui permettra de valoriser le lisier de porc tout en améliorant la fertilité des sites à boiser en essence à croissance rapide et en minimisant les impacts sur l'environnement.

Ce rapport présente les réalisations pour l'année 2012-2013 ainsi que l'historique des travaux réalisés depuis le début du projet.

2. Comité scientifique de coordination

Le projet est soutenu, depuis 2002, par un comité scientifique de coordination formé de chercheurs ou de spécialistes des partenaires impliqués dans le projet. Voici la liste des partenaires et leur contribution au projet pendant l'année 2012-2013 :

- Service canadien des forêts – Centre de foresterie des Laurentides (SCF-CFL) : Les chercheurs et le personnel de soutien du SCF-CFL formés de Mme Michèle Bernier-Cardou, M. Benoît Lafleur, M. Sylvain Masse, M. David Paré et Mme Évelyne Thiffault, ont participé à la poursuite de l'analyse statistique, à l'interprétation des résultats, à la rédaction de l'article scientifique et aux travaux du comité scientifique;
- Université Laval : M. Claude Camiré, professeur retraité de l'Université Laval, n'a pas assisté aux rencontres du comité scientifique en 2012-2013. Par contre, celui-ci a offert son expertise au niveau de l'interprétation des résultats des analyses statistiques pour la partie environnementale, la croissance et le rendement ainsi que pour la rédaction des rapports et de l'article scientifique;
- Ministère des Ressources naturelles (MRN) : M. Michel Campagna de la direction de l'environnement du MRN n'a pas été en mesure de participer au comité scientifique cette année. De plus, via le Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier – Volet I, le MRN est un important partenaire financier pour la réalisation des opérations sur le terrain, la collecte des échantillons et les inventaires;
- L'Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches : M. Jean-Pierre Faucher a coordonné les activités du projet en collaboration avec Mme Sylvie Poulin. L'Agence agit à titre de promoteur du projet et l'équipe technique réalise une bonne part des activités terrain.

3. Localisation des dispositifs expérimentaux 2003 et 2004

Les dispositifs sont composés de 13 blocs expérimentaux qui ont été implantés en 2003 et 2004. Depuis 2010-2011, deux blocs ont été exclus du dispositif de 2004 pour des raisons opérationnelles qui faisait en sorte que la fertilisation avec le lisier de porc était rendue impossible à réaliser selon le protocole expérimental. Comme par le passé, les 11 blocs restants ont fait l'objet d'un suivi rigoureux au niveau environnemental et du rendement.

Le tableau 1 et la figure 1 décrivent et localisent les sites des dispositifs expérimentaux 2003 et 2004.

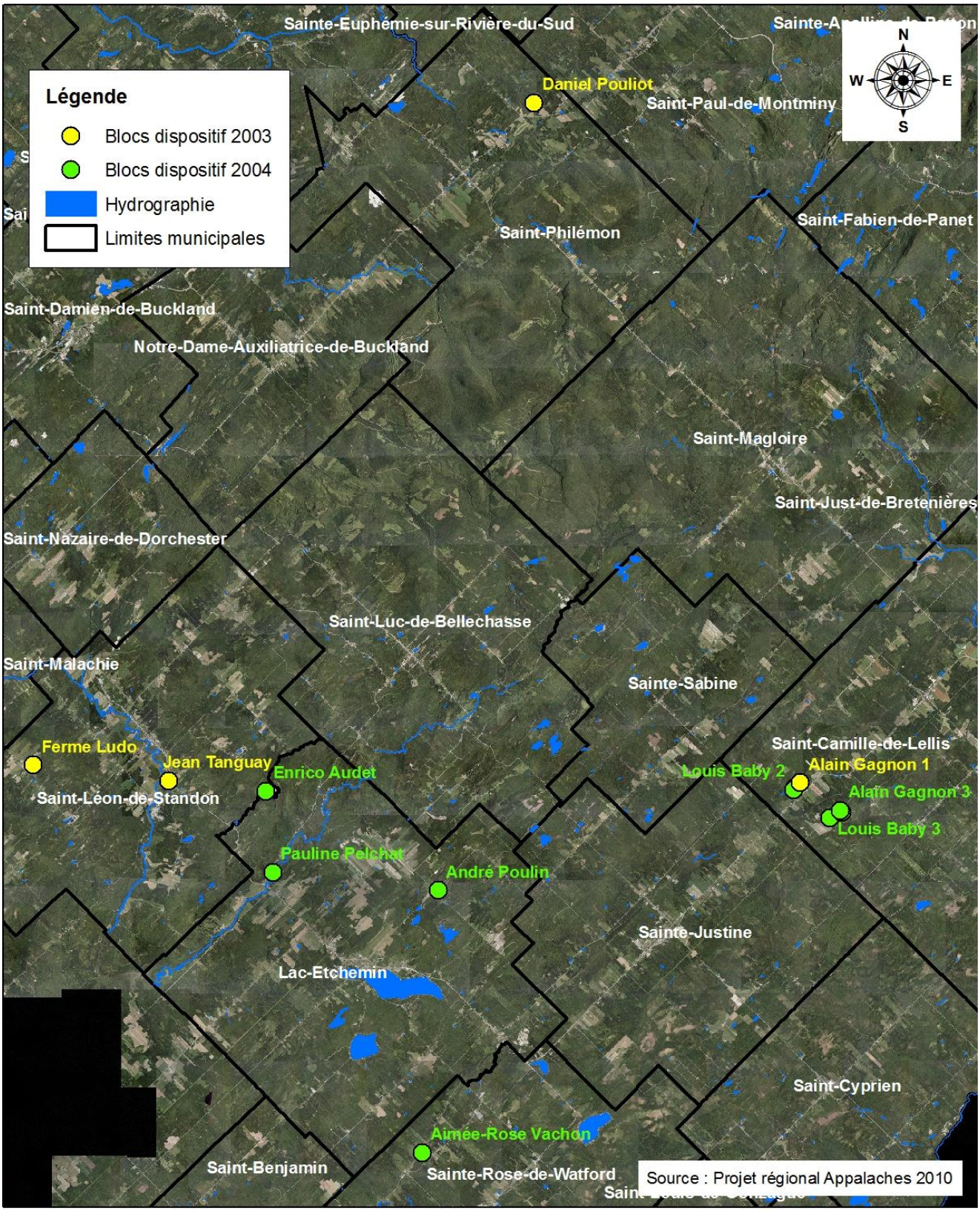
Tableau 1 Description et localisation des blocs des dispositifs expérimentaux 2003 et 2004

Dispositif expérimental 2003			
Nom du bloc	**Lieu**	**Superficie**	**Nombre de blocs**
Alain Gagnon 1	Saint-Camille-de-Lellis	1,2 ha	1 bloc
Daniel Pouliot	Saint-Philémon	1,4 ha	1 bloc
Jean Tanguay	Saint-Léon-de-Standon	1,5 ha	1 bloc
Ferme Ludo	Saint-Léon-de-Standon	1,1 ha	1 bloc
	Total	**5,2 ha**	**4 blocs**

Dispositif expérimental 2004			
Nom du bloc	**Lieu**	**Superficie**	**Nombre de blocs**
Alain Gagnon 2 et 3	Saint-Camille-de-Lellis	2,4 ha	2 blocs
Louis Baby 1 et 2	Saint-Camille-de-Lellis	2,5 ha	2 blocs
Louis Baby 3	Saint-Camille-de-Lellis	1,6 ha	1 bloc
Aimée-Rose Vachon*	Sainte-Rose-de-Watford	1,8 ha	1 bloc
André Poulin	Lac-Etchemin	1,7 ha	1 bloc
Pauline Pelchat*	Lac-Etchemin	2,7 ha	1 bloc
Enrico Audet	Saint-Léon-de-Standon	1,1 ha	1 bloc
	Total	**13,8 ha**	**9 blocs**

* Les sites Aimée-Rose Vachon et Pauline Pelchat ne font plus partie du suivi expérimental depuis juin 2010.

Figure 1 Localisation des dispositifs expérimentaux 2003 et 2004



4. Résumé du protocole expérimental

Le déroulement des travaux réalisés dans le projet pilote de l'Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches s'appuie sur un protocole expérimental défini en 2004-2005. La méthodologie associée à ce projet vise à mesurer l'impact de la fertilisation avec le lisier sur la croissance des peupliers hybrides. Voici un résumé de ce protocole. Pour plus de détails, le lecteur peut se référer au rapport final de 2004-2005.

4.1 Sélection des sites et disposition des parcelles

Au départ, les sites choisis devaient répondre aux critères définis selon le Protocole de Kyoto et posséder les caractéristiques requises pour la culture de peupliers hybrides. Chacun des sites se compose d'un ou deux blocs. Les blocs sont divisés en quatre planches correspondant à trois doses de lisiers et d'une planche témoin. Les planches se subdivisent en quatre parcelles où sont testés trois clones différents et une parcelle herbacée (non boisée). La distribution des parcelles et l'assignation de la dose de lisier à chacune des planches se sont faites aléatoirement. Dans chacune des parcelles boisées, 16 arbres d'un même clone sont suivis dans le cadre du projet pour une période de 15 ans. Les clones testés dans le dispositif de 2003 sont les 505227, 915311 et 916401. Pour le dispositif de 2004, les clones sont les 3729, 915311 et 915313. L'espacement initial était de 4 m entre les rangées et de 2 m entre les plants. En 2008, une éclaircie a été réalisée dans les dispositifs de sorte que la moitié des plants furent coupés, donc l'espacement est maintenant de 4 m par 4 m (625 plants/ha). Les rangées de remplissage avaient pour rôle d'éduquer les arbres d'avenir afin de limiter la formation de branches et les risques d'insolation.

La disposition des parcelles à l'intérieur des blocs a été réalisée afin d'avoir une homogénéité au niveau des conditions du terrain (drainage, pente, type de sol) pour minimiser les marges d'erreur et afin de limiter les possibilités de contamination des planches fertilisées vers la planche témoin.

4.2 Fertilisation complémentaire

Tous les blocs ont bénéficié d'une fertilisation complémentaire au chlorure de potassium (KCl ou muriate de potasse) à l'été suivant la mise en terre des plants.

4.3 Épandage de lisier de porc

L'épandage du lisier s'effectue une fois par année au début du mois de juin. Les trois doses testées sont 40, 60 et 80 kg ha^{-1} d'azote. Sur le terrain, pour calibrer l'épandage en fonction de la dose voulue, un échantillon est prélevé dans la citerne de l'épandeur et la densité apparente du lisier est mesurée à l'aide d'un densimètre. Cette mesure reportée dans un abaque (Boyoucos) permet de déterminer la valeur fertilisante du lisier. Ainsi, connaissant la dose de référence de l'épandeur et la valeur fertilisante du lisier, nous sommes en mesure de calculer la vitesse d'épandage pour atteindre la dose souhaitée.

Afin de déterminer la dose exacte appliquée, un échantillon est prélevé et analysé en laboratoire pour établir sa teneur en azote, phosphore et potassium. Cette étape est réalisée pour chacune des fermes qui fournissent du lisier et au besoin répétée si la densité apparente mesurée sur le terrain est variable. Par la suite, en faisant le produit de la quantité de lisier épandue par la dose exacte de différentes

composantes nous donnent la valeur réellement épandue.

Dans chacun des dispositifs, l'épandage de lisier a commencé le printemps suivant la mise en terre des plants.

4.4 Entretien des plantations

Pendant les quatre premières saisons de croissance des plantations, un hersage a été réalisé dans les blocs afin de contrôler la compétition herbacée. Trois passages par années entre les mois de juin et septembre étaient effectués.

4.5 Taille de formation et élagage

Une taille de formation est réalisée à partir de la troisième année de croissance, au mois de juin, afin de produire un arbre avec une tige principale forte et droite, en éliminant les branches trop développées, celles avec un angle trop aigu par rapport au tronc et celles qui font compétition à la pousse terminale. En d'autres mots, elle permet d'améliorer la rectitude du tronc et d'éviter les fourches.

Un élagage est réalisé à partir de la quatrième saison de croissance. Cette étape permet de diminuer la présence de nœuds ainsi que d'améliorer le défilement en coupant les branches mortes et vivantes près du tronc dans la partie inférieure de l'arbre. L'élagage est réalisé entre le début du mois de juin et le mois d'août.

4.6 Suivi environnemental et rendement

Pour chacune des parcelles, un suivi au niveau du sol, de l'eau de percolation, du rendement des arbres et de la nutrition est effectué.

Sol

Au niveau du sol, un échantillonnage des 20 premiers centimètres (2 échantillons par parcelles donc 32 échantillons par bloc) a été réalisé dans chacun des blocs à leur année d'implantation (2003 ou 2004). Les paramètres suivants ont été mesurés : le pH ($CaCl_2$), la texture, les concentrations en P, K, Ca, Mg, Al et Na (Mehlich), N total et le C organique. Entre autres, à partir de ces données, il a été possible de calculer la saturation en phosphore des sols (rapport P/Al) au début du projet. Cet échantillonnage a été répété en septembre 2011 et les sols ont été analysés afin de voir l'évolution des éléments dans le sol.

Eau de percolation et de drainage souterrain

Dans chaque parcelle, deux lysimètres, dont un ayant une profondeur de 20 cm et le second de 40 cm, ont été installés. Au total, on retrouve 32 lysimètres dans chacun des blocs expérimentaux. Au minimum, à trois reprises pendant la saison de croissance, c'est-à-dire entre les mois de juin et septembre, un échantillon de l'eau de percolation est prélevé dans chacun des lysimètres après une pluie abondante. En laboratoire, on dose ensuite le phosphore (P/PO_4^{3-}), l'azote ammoniacal (N/NH_4^+) et les nitrates (N/NO_3^-). À partir de l'année 2011, afin de réduire les frais, uniquement les lysimètres de la planche témoin et celle fertilisée avec la plus forte dose ont été échantillonnés à trois reprises pendant la saison.

Croissance

Après la saison de croissance, les arbres des dispositifs sont mesurés un à un. Les données recueillies sont le diamètre au sol (DHS), le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et la hauteur totale de l'arbre. Des observations sur l'état de l'arbre, la forme de l'arbre, la forme de la tige et son inclinaison ont été notées pour chacun des plants de 2006 à 2010 inclusivement. À compter de l'année 2011, considérant la taille des arbres, le diamètre au sol ne fut pas mesuré.

Nutrition du peuplier

Au mois de septembre, un échantillon de feuilles est prélevé sur chacun des arbres sur la plus haute branche. Les échantillons sont combinés pour chacune des parcelles. Les analyses foliaires permettent de déterminer la teneur en N, P, K, Ca et Mg. Un nouvel échantillonnage foliaire fut réalisé en septembre 2012 ainsi que les analyses foliaires. Rappelons que cette collecte ne fut pas réalisée en 2011 par souci d'économie.

4.7 Volet Carbone

Cinq blocs expérimentaux (un de l'année 2003 et quatre de 2004) ont été échantillonnés, à l'été 2004, en vue de l'estimation des réservoirs de carbone et d'azote. Des échantillons dans les couches 0-20 cm, 20-40 cm et 40-60 cm ont été prélevés et analysés par le Service canadien des forêts – Centre de foresterie des Laurentides (SCF-CFL) dans le cadre du projet Forêt 2020. Au total, 50 plantations ont été échantillonnées au Québec par le SCF dans le cadre de ce projet.

Cet échantillonnage fut répété en 2011 par le personnel du SCF et de l'Agence.

5. Réalisations en 2012-2013

Les réalisations associées à chacun des dispositifs expérimentaux de 2003 et 2004 depuis le début du projet jusqu'à la saison 2012-2013 sont décrites dans les prochaines sections. De plus, cette année a été l'occasion de poursuivre l'analyse statistique de l'ensemble des données soient : la croissance des arbres, l'analyse foliaire ainsi que l'eau de percolation et de drainage souterrain. Les données de croissance recueillies pendant la saison 2011 ont été intégrées au jeu de données et analysées. Ainsi, un nouveau rapport d'analyse statistique fut produit par Mme Michèle Bernier-Cardou en juin 2012 ainsi qu'un addendum préparé en juillet 2012.

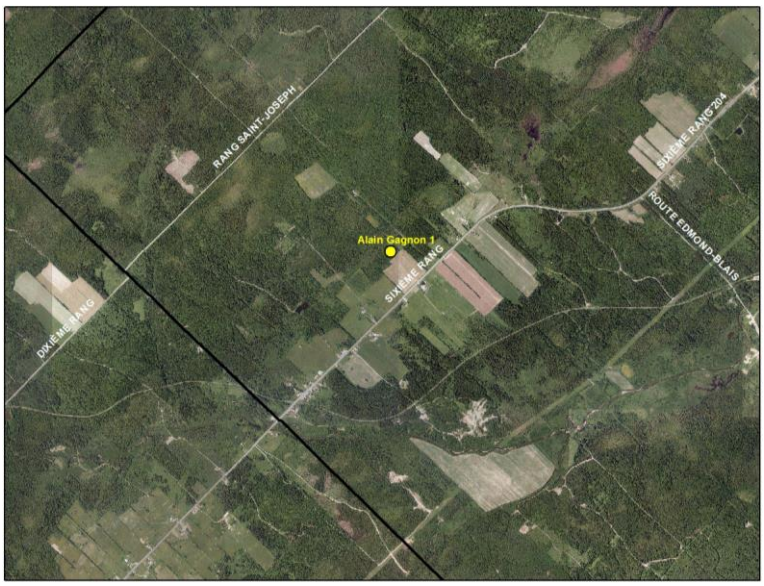
Voici les principales réalisations dans le cadre du projet pilote du 1er avril 2012 au 31 mars 2013 :

- L'Agence a coordonné l'ensemble des activités terrain reliées à la réalisation du projet. À l'exception des analyses statistiques et de la révision des articles scientifiques qui a été effectuée par le SCF-CFL;
- L'Agence a préparé, animé et assuré le secrétariat d'une rencontre du comité scientifique qui s'est déroulée le 23 octobre 2012;
- Au début du mois de juin 2012, l'épandage du lisier de porc a été effectué à l'intérieur de 11 blocs des dispositifs expérimentaux de 2003 (4 blocs) et 2004 (7 blocs);
- Des échantillons de lisier de porc (4) ont été prélevés et analysés pour chaque producteur de porcs qui fournissent le lisier afin de valider les doses réellement appliquées;
- Aux mois de mai et juillet 2013, un nettoyage a été réalisé dans les dispositifs afin d'éliminer les arbres cassés ou corriger des défauts de formation. Les branches ont été sorties des dispositifs pour éviter qu'ils soient une source de fertilisant lors de leur décomposition.
- Suite à l'épandage de lisier, un échantillonnage de l'eau de percolation a été réalisé à deux reprises pendant la saison du mois de juin à septembre et le contenu de ces prélèvements a été analysé (331 échantillons). Uniquement les lysimètres des planches témoins et celles fertilisées avec la plus forte dose ont été échantillonnés;
- En septembre 2012, un échantillonnage foliaire des arbres des planches témoins et ceux fertilisés avec la plus forte dose fut réalisé. Des analyses foliaires en laboratoire de ces échantillons ont aussi été faites.
- En novembre 2012, les arbres des dispositifs ont été mesurés (DHP et hauteur totale) (1 987 arbres);
- La mise à jour des bases de données a été effectuée en y intégrant les données de la saison 2012 (mesurages dendrométriques, analyses foliaires, analyses de lisier et analyses de l'eau de percolation);
- L'équipe du SCF-CFL s'est afféré à mettre à jour l'analyse statistique en y intégrant les données de croissance recueillies en 2011 et en poursuivant certaines analyses complémentaires à la demande du comité scientifique.

6. Réalisations spécifiques par bloc pour le dispositif expérimental 2003

6.1 Bloc Alain Gagnon 1

Propriétaire : *M. Alain Gagnon*
Municipalité : *Saint-Camille-de-Lellis*
Localisation : *À 7 km à l'est de Sainte-Justine par la Route 204.*
Longitude : *70°16'43,64 O*
Latitude : *46°27'45,27 N*
Lot : 41, Rang : 5, Canton : Bellechasse
Altitude : *401 m*, Superficie : *1,2 ha*
Numéro de feuillet : *21L08-NO*
Sous-domaine :
Érablière à bouleau jaune de l'est
Région écologique :
Coteaux des basses Appalaches (3d)
Sous-région écologique : *3d-t*



État de la friche avant l'implantation : Friche herbacée abandonnée depuis plus de 10 ans avec une couverture de broussaille inférieure à 25 %.

Activités réalisées depuis le début :

Préparation de terrain, reboisement et fertilisation complémentaire :

- Préparation de terrain du 15 mai au 9 juin 2003 : Débroussaillement mécanique, drainage de contour, labourage, drainage des planches, hersage à disques et à dents (vibro);
- Implantation du bloc en juin 2003 : Piquetage du bloc, conception du plan d'implantation, transport des plants de l'entrepôt au site par les reboiseurs, reboisement le 11 juin 2003 avec l'aide de cinq reboiseurs et étiquetage des arbres permanents;
- Rabattage des plants en juin 2003 suite à une recommandation de M. Pierre Périnet afin d'éliminer la nécrose dont les plants étaient affectés;
- Inventaire des arbres dans les blocs à l'automne 2003;
- Regarni des plants morts à l'intérieur du bloc, dans les bordures et le remplissage en juin 2004;
- Fertilisation complémentaire au potassium (KCl) à l'été 2004.

Entretien du bloc :

- Hersage entre les rangées de plants à cinq reprises de juin à septembre 2003;
- Hersage entre les rangées de plants à quatre reprises de mai à septembre 2004;
- Désherbage mécanique entre les plants de la rangée (débroussailleuse) le 25 août 2003;
- Désherbage mécanique entre les plants de la rangée (débroussailleuse) le 7 septembre 2004;
- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises de juin à septembre en 2005 et en 2006.

Épandage de lisier de porc :

- Premier épandage de lisier le 1er juin 2004;
- Deuxième épandage de lisier le 8 juin 2005;
- Troisième épandage de lisier le 30 mai 2006;

- Quatrième épandage de lisier le 7 juin 2007;
- Cinquième épandage de lisier le 6 juin 2008;
- Sixième épandage de lisier le 3 juin 2009;
- Septième épandage de lisier le 28 mai 2010;
- Huitième épandage de lisier le 3 juin 2011;
- Neuvième épandage de lisier le 5 juin 2012.

Suivi environnemental :

- Installation des lysimètres à l'automne 2003;
- Prélèvement à cinq reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2004 et analyse en laboratoire à l'hiver 2004-2005;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2005 et analyse en laboratoire à l'hiver 2005-2006;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à novembre 2006 et analyse en laboratoire à l'hiver 2006-2007;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à octobre 2007 et analyse en laboratoire à l'hiver 2007-2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2008 et analyse en laboratoire à l'automne 2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2009 et analyse en laboratoire à l'hiver 2009-2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2010 et analyse en laboratoire à l'automne 2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2011 et analyse en laboratoire à l'automne 2011;
- Prélèvement à deux reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2012 et analyse en laboratoire à l'automne 2012.

Échantillonnage du sol :

- Échantillonnage intensif du sol pour la caractérisation physico-chimique du bloc à l'été 2003 et en septembre 2011 (planche témoin et parcelle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote). Analyse des échantillons de sol (extraction Mehlich) pour en déterminer leur composition à l'hiver 2003-2004 et à l'automne 2011;
- Bilan de carbone : Échantillonnage pour l'estimation des réservoirs totaux en C et N dans les sols en surface (couches 0-20 et 20-40 cm) à l'été 2004 et en mai 2011. Analyse chimique des échantillons à l'hiver 2004-2005 et 2011-2012.

Taille de formation et élagage :

- Taille de formation en juin 2005;
- Élagage sur le premier mètre des arbres au mois d'août 2006;
- Martelage des arbres à couper en vue de l'éclaircie le 29 mai 2008;
- Récolte des arbres martelés par le propriétaire en juillet 2008. Le tronc et les branches des arbres ont été sortis du site avec un tracteur de ferme et une remorque;
- Deuxième élagage le 3 juillet 2008. Les branches ont été sorties du site;
- Troisième élagage les 12 et 13 juillet 2010. Les branches ont été sorties du site;
- Quatrième élagage les 11 et 14 juillet 2011. Les branches ont été sorties du site;

- Taille de formation des arbres présentant des défauts 14 mai 2012.

Mesurage dendrométrique :

- Mesurage dendrométrique des arbres à chaque automne de 2003 à 2012.

Nutrition :

- Échantillonnage foliaire des arbres permanents, à chaque mois de septembre de 2003 à 2010 et analyse du feuillage en laboratoire à chaque hiver de 2003 à 2010;
- Échantillonnage foliaire de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote en septembre 2012 et analyse du feuillage en laboratoire à l'hiver 2013.

Autres activités :

- En janvier 2009, récolte de deux échantillons de branches sur le clone 915311 dans chacune des planches (doses) et pour chaque clone de la planche témoin;
- Installation de cafétérias à mulot en 2003 et application de répulsif (Ramik vert) à l'automne de 2003 à 2009;
- Mise à jour du plan et intégration des résultats dans les bases de données à chaque hiver de 2003 à 2012;
- Remplacement des piquets qui marquent l'emplacement des lysimètres à l'automne 2012.

6.2 Bloc Daniel Pouliot

Propriétaire : *M. Daniel Pouliot*
Municipalité : *Saint-Philémon*
Localisation : *À 5 km à l'est de Saint-Philémon par la Route 216*
Longitude : *70°25'04,91 O*
Latitude : *46°42'29,62 N*
Lot : 42, Rang : 3, Canton : Montminy
Altitude : *401 m,* Superficie : *1,4 ha*
Numéro de feuillet : *21L09-NO*
Sous-domaine :
Érablière à bouleau jaune de l'est
Région écologique :
Coteaux des basses Appalaches (3d)
Sous-région écologique : *3d-t*

État de la friche avant implantation : Friche herbacée qui était cultivée pour le fourrage.

Activités réalisées depuis le début :

Préparation de terrain, reboisement et fertilisation complémentaire :

- Préparation de terrain en mai 2003 : Drainage de contour, élimination de la broussaille en bordure du bloc, labourage, hersage à disques et ramassage des roches;
- Implantation du bloc en juin 2003 : Piquetage du bloc, conception du plan d'implantation, transport des plants de l'entrepôt au site par les reboiseurs, reboisement le 10 juin 2003 avec l'aide de cinq reboiseurs et étiquetage des arbres permanents;
- Rabattage des plants en juin 2003 suite à une recommandation de M. Pierre Périnet afin d'éliminer la nécrose dont les plants étaient affectés;
- Inventaire des arbres dans les blocs, automne 2003;
- Regarni des plants morts à l'intérieur du bloc, dans les bordures et le remplissage, juin 2004;
- Fertilisation complémentaire au potassium (KCl), été 2004.

Entretien du bloc :

- Hersage entre les rangées de plants à quatre reprises, de juin à septembre 2003;
- Hersage entre les rangées de plants à deux reprises, ramassage des roches et bêchage entre les plants à une reprise de mai à septembre 2004;
- Désherbage mécanique entre les plants de la rangée (débroussailleuse) le 28 août 2003;
- Désherbage mécanique entre les plants de la rangée (débroussailleuse) le 9 septembre 2004;
- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises de juin à septembre en 2005 et 2006.

Épandage de lisier de porc :

- Premier épandage de lisier le 31 mai 2004;
- Deuxième épandage de lisier le 6 juin 2005;
- Troisième épandage de lisier le 30 mai 2006;
- Quatrième épandage de lisier le 4 juin 2007;
- Cinquième épandage de lisier le 6 juin 2008;

- Sixième épandage de lisier le 2 juin 2009;
- Septième épandage de lisier le 27 mai 2010;
- Huitième épandage de lisier le 6 juin 2011;
- Neuvième épandage de lisier le 4 juin 2012.

Suivi environnemental :

- Installation des lysimètres à l'automne 2003;
- Prélèvement à cinq reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2004 et analyse en laboratoire à l'hiver 2004-2005;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2005 et analyse en laboratoire à l'hiver 2005-2006;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à novembre 2006 et analyse en laboratoire à l'hiver 2006-2007;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à octobre 2007 et analyse en laboratoire à l'hiver 2007-2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2008 et analyse en laboratoire à l'automne 2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2009 et analyse en laboratoire à l'hiver 2009-2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2010 et analyse en laboratoire à l'automne 2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 160 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2011 et analyse en laboratoire à l'automne 2011;
- Prélèvement à deux reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 160 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2012 et analyse en laboratoire à l'automne 2012.

Échantillonnage de sol :

- Échantillonnage intensif du sol pour la caractérisation physico-chimique du bloc à l'été 2003 et en septembre 2011 (planche témoin et parcelle fertilisée avec la dose de 160 kg ha^{-1} d'azote). Analyse des échantillons de sol (extraction Mehlich) pour en déterminer leur composition à l'hiver 2003-2004 et à l'automne 2011.

Taille de formation et élagage :

- Taille de formation en juin 2005;
- Élagage sur le premier mètre des arbres au mois d'août 2006;
- Martelage des arbres à éliminer le 29 mai 2008;
- Récolte des arbres martelés par le propriétaire en juillet 2008. Le tronc et les branches des arbres ont été sortis du site avec un tracteur de ferme et une remorque pour une partie et par un tracteur et une chargeuse pour l'autre partie;
- Deuxième élagage le 4 juillet 2008. Les branches ont été sorties du site;
- Troisième élagage les 14 et 21 juillet 2010. Les branches ont été sorties du site;
- Quatrième élagage les 6 et 12 juillet 2011. Les branches ont été sorties du site.

Mesurage dendrométrique :

- Mesurage dendrométrique des arbres à chaque automne de 2003 à 2012.

Nutrition :

- Échantillonnage foliaire des arbres permanents, à chaque mois de septembre de 2003 à 2010 et analyse du feuillage en laboratoire à chaque hiver de 2003 à 2010;
- Échantillonnage foliaire de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote en septembre 2012 et analyse du feuillage en laboratoire à l'hiver 2013.

Autres activités :

- Installation de cafétérias à mulot en 2003 et application de répulsif (Ramik vert) à l'automne de 2003 à 2008;
- Mise à jour du plan et intégration des résultats dans les bases de données à chaque hiver de 2003 à 2012;
- Remplacement des piquets qui marquent l'emplacement des lysimètres à l'automne 2012.

6.3 Bloc Jean Tanguay

Propriétaire : *M. Jean Tanguay*
Municipalité : *Saint-Léon-de-Standon*
Localisation : *À 1 km au sud de Saint-Léon par la Route 277 En bordure de la Route 277.*
Longitude : *70°36'29,48 O*
Latitude : *46°27'50,16 N*
Lot : 185, Rang : 11, Canton : Standon
Altitude : *279 m*, Superficie : *1,5 ha*
Numéro de feuillet : *21L07-NE*
Sous-domaine :
Érablière à bouleau jaune de l'est
Région écologique :
Coteaux des basses Appalaches (3d)
Sous-région écologique : *3d-t*

État de la friche avant implantation : Friche herbacée abandonnée depuis plus de 10 ans sans aucune couverture de broussaille.

Activités réalisées depuis le début :

Préparation de terrain, reboisement et fertilisation complémentaire :

- Préparation de terrain, fin mai et début juin 2003 : Deux passages avec la rotobêche.
- Implantation du bloc en juin 2003 : Piquetage du bloc, conception du plan d'implantation, transport des plants de l'entrepôt au site par les reboiseurs, reboisement les 3 et 4 juin 2003 avec l'aide de trois reboiseurs et étiquetage des arbres permanents.
- Rabattage des plants en juin 2003 suite à une recommandation de M. Pierre Périnet afin d'éliminer la nécrose dont les plants étaient affectés;
- Inventaire des arbres dans les blocs à l'automne 2003;
- Regarni des plants morts à l'intérieur du bloc dans les bordures et le remplissage en juin 2004;
- Fertilisation complémentaire au potassium (KCl) à l'été 2004.

Entretien du bloc :

- Hersage entre les rangées de plants à quatre reprises de juillet à septembre 2003;
- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises de juin à septembre 2004;
- Désherbage mécanique entre les plants de la rangée (débroussailleuse) le 26 août 2003;
- Désherbage mécanique entre les plants de la rangée (débroussailleuse) le 2 septembre 2004;
- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises de juin à septembre en 2005 et 2006.

Épandage de lisier de porc :

- Premier épandage de lisier le 31 mai 2004;
- Deuxième épandage de lisier le 9 juin 2005;
- Troisième épandage de lisier le 1er juin 2006;
- Quatrième épandage de lisier le 8 juin 2007;
- Cinquième épandage de lisier le 11 juin 2008;

- Sixième épandage de lisier le 4 juin 2009;
- Septième épandage de lisier le 31 mai 2010;
- Huitième épandage de lisier le 4 juin 2011;
- Neuvième épandage de lisier le 6 juin 2012.

Suivi environnemental :

- Installation des lysimètres à l'automne 2003;
- Prélèvement à cinq reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2004 et analyse en laboratoire à l'hiver 2004-2005;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2005 et analyse en laboratoire à l'hiver 2005-2006;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à novembre 2006 et analyse en laboratoire à l'hiver 2006-2007;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à octobre 2007 et analyse en laboratoire à l'hiver 2007-2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2008 et analyse en laboratoire à l'automne 2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2009 et analyse en laboratoire à l'hiver 2009-2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2010 et analyse en laboratoire à l'automne 2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2011 et analyse en laboratoire à l'automne 2011;
- Prélèvement à deux reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2012 et analyse en laboratoire à l'automne 2012.

Échantillonnage du sol :

- Échantillonnage intensif du sol pour la caractérisation physico-chimique du bloc à l'été 2003 et en septembre 2011 (planche témoin et parcelle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote). Analyse des échantillons de sol (extraction Mehlich) pour en déterminer leur composition à l'hiver 2003-2004 et à l'automne 2011.

Taille de formation et élagage :

- Taille de formation en juin 2005;
- Élagage sur le premier mètre des arbres au mois d'août 2006;
- Martelage des arbres à éliminer le 28 mai 2008;
- Récolte des arbres martelés par un ouvrier sylvicole et un assistant en juillet 2008. Le tronc et les branches des arbres ont été sortis du site avec un véhicule tout terrain et une remorque;
- Deuxième élagage le 26 juin 2008. Les branches ont été sorties du site;
- Troisième élagage les 21 et 22 juillet 2010. Les branches ont été sorties du site;
- Quatrième élagage les 18 et 19 juillet 2011. Les branches ont été sorties du site;
- Taille de formation des arbres présentant des défauts le 11 mai 2012.

Nutrition :

- Échantillonnage foliaire des arbres permanents, à chaque mois de septembre de 2003 à 2010 et analyse du feuillage en laboratoire à chaque hiver de 2003 à 2010;
- Échantillonnage foliaire de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote en septembre 2012 et analyse du feuillage en laboratoire à l'hiver 2013.

Mesurage dendrométrique :

- Mesurage dendrométrique des arbres à chaque automne de 2003 à 2012;

Autres activités :

- En janvier 2009, récolte de deux échantillons de branches pour chaque clone de la planche témoin;
- Installation de cafétérias à mulot en 2003 et application de répulsif (Ramik vert) à l'automne de 2003 à 2009;
- Mise à jour du plan et intégration des résultats dans les bases de données à chaque hiver de 2003 à 2012;
- Remplacement des piquets qui marquent l'emplacement des lysimètres à l'automne 2012.

6.4 Bloc Ferme Ludo

Propriétaire : *M. Doric Fournier*
Municipalité : *Saint-Léon-de-Standon*
Localisation : *À partir de la route du 7e au 10e rang, 2,5 km au nord sur le rang St-Guillaume*
Longitude : 70°40'47,12 O
Latitude : 46°28'09,37 N
Lot : 37, Rang : 9, Canton : Standon
Altitude : 459 m, Superficie : *1,1 ha*
Numéro de feuillet : *21L07-NE*
Sous-domaine :
Érablière à bouleau jaune de l'est
Région écologique :
Coteaux des basses Appalaches (3d)
Sous-région écologique : *3d-t*

État de la friche avant implantation : Friche herbacée abandonnée depuis plus de 10 ans sans aucune couverture de broussaille.

Activités réalisées depuis le début :

Préparation de terrain, reboisement et fertilisation complémentaire :

- Préparation de terrain, fin mai et début juin 2003 : Drainage de contour et installation d'un ponceau, déplacer une partie d'une digue de roches, deux passages avec la rotobêche et un passage avec la herse à disques;
- Implantation du bloc en juin 2003 : Piquetage du bloc, conception du plan d'implantation, transport des plants de l'entrepôt au site par les reboiseurs, reboisement le 6 juin 2003 avec l'aide de trois reboiseurs et étiquetage des arbres permanents;
- Rabattage des plants en juin 2003 suite à une recommandation de M. Pierre Périnet afin d'éliminer la nécrose dont les plants étaient affectés;
- Inventaire des arbres dans les blocs à l'automne 2003;
- Regarni des plants morts à l'intérieur du bloc dans les bordures et le remplissage en juin 2004;
- Fertilisation complémentaire au potassium (KCl) à l'été 2004.

Entretien du bloc :

- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises, de juillet à septembre 2003;
- En septembre 2004, hersage entre les rangées de plants à deux reprises;
- Désherbage mécanique entre les plants de la rangée (débroussailleuse) le 26 août 2003;
- Désherbage mécanique entre les plants de la rangée (débroussailleuse) le 3 septembre2004;
- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises de juin à septembre en 2005 et 2006.

Épandage de lisier de porc :

- Premier épandage de lisier le 31 mai 2004;
- Deuxième épandage de lisier le 9 juin 2005;
- Troisième épandage de lisier le 1er juin 2006;

- Quatrième épandage de lisier le 8 juin 2007;
- Cinquième épandage de lisier le 11 juin 2008;
- Sixième épandage de lisier le 5 juin 2009;
- Septième épandage de lisier le 1er juin 2010;
- Huitième épandage de lisier le 6 juin 2011;
- Neuvième épandage de lisier le 6 juin 2012.

Suivi environnemental :

- Installation des lysimètres à l'automne 2003;
- Prélèvement à cinq reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2004 et analyse en laboratoire à l'hiver 2004-2005;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2005 et analyse en laboratoire à l'hiver 2005-2006;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à novembre 2006 et analyse en laboratoire à l'hiver 2006-2007;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à octobre 2007 et analyse en laboratoire à l'hiver 2007-2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2008 et analyse en laboratoire à l'automne 2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2009 et analyse en laboratoire à l'hiver 2009-2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2010 et analyse en laboratoire à l'automne 2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2011 et analyse en laboratoire à l'automne 2011;
- Prélèvement à deux reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2012 et analyse en laboratoire à l'automne 2012.

Échantillonnage du sol :

- Échantillonnage intensif du sol pour la caractérisation physico-chimique du bloc à l'été 2003 et en septembre 2011 (planche témoin et parcelle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote). Analyse des échantillons de sol (extraction Mehlich) pour en déterminer leur composition à l'hiver 2003-2004 et à l'automne 2011.

Taille de formation et élagage :

- Taille de formation en juin 2005;
- Élagage sur le premier mètre des arbres au mois d'août 2006;
- Martelage des arbres à éliminer le 28 mai 2008;
- Récolte des arbres martelés par le propriétaire en juillet 2008. Le tronc et les branches des arbres ont été sortis du site avec un tracteur de ferme et une chargeuse;
- Deuxième élagage le 19 juin 2008. Les branches ont été sorties du site;
- Troisième élagage le 26 juin et le 27 juillet 2010. Les branches ont été sorties du site;
- Quatrième élagage les 23 et 27 août 2011. Les branches ont été sorties du site;
- Taille de formation des arbres présentant des défauts le 11 mai 2012.

Mesurage dendrométrique :

- Mesurage dendrométrique des arbres à chaque automne de 2003 à 2012.

Nutrition :

- Échantillonnage foliaire des arbres permanents, à chaque mois de septembre de 2003 à 2010 et analyse du feuillage en laboratoire à chaque hiver de 2003 à 2010;
- Échantillonnage foliaire de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote en septembre 2012 et analyse du feuillage en laboratoire à l'hiver 2013.

Autres activités :

- Installation de cafétérias à mulot en 2003 et application de répulsif (Ramik vert) à l'automne de 2003 à 2008;
- Mise à jour du plan et intégration des résultats dans les bases de données à chaque hiver de 2003 à 2012;
- Remplacement des piquets qui marquent l'emplacement des lysimètres à l'automne 2012.

7. Réalisations spécifiques par bloc pour le dispositif expérimental 2004

7.1 Blocs Alain Gagnon 2 et 3

Propriétaire : *M. Alain Gagnon*
Municipalité : *Saint-Camille-de-Lellis*
Localisation : *À 7 km à l'est de Sainte-Justine par la Route 204. Près de la rivière Daaquam*
Longitude : *70°15'27,46 O*
Latitude : *46°27'07,34 N*
Lot : 40, Rang : 6, Canton : Bellechasse
Altitude : *358 m*, Superficie : *2,4 ha*
Numéro de feuillet : *21L08-NO*
Sous-domaine :
Érablière à bouleau jaune de l'est
Région écologique :
Coteaux des basses Appalaches (3d)
Sous-région écologique : *3d-t*

État de la friche avant implantation : Friche herbacée abandonnée depuis plus de 10 ans sans aucune couverture de broussaille.

Activités réalisées depuis le début :

Préparation de terrain, reboisement et fertilisation complémentaire :

- Préparation de terrain : Échantillonnage préliminaire du sol, automne 2003, labourage en octobre 2003, hersage en mai 2004, installation d'un ponceau en juin 2004;
- Implantation des blocs en juin 2004 : Piquetage du bloc, conception du plan d'implantation, transport des plants de l'entrepôt au site par les employés de l'Agence, reboisement les 25 et 26 mai 2004 avec l'aide de quatre reboiseurs et étiquetage des arbres permanents;
- Inventaire des arbres dans les blocs, automne 2004;
- Regarni des plants morts à l'intérieur du bloc et dans les bordures et le remplissage en juin 2005;
- Fertilisation complémentaire au potassium (KCl) à l'été 2005.

Entretien des blocs :

- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises de juillet à septembre de 2004 à 2007.

Épandage de lisier de porc :

- Premier épandage de lisier le 8 juin 2005;
- Deuxième épandage de lisier le 30 mai 2006;
- Troisième épandage de lisier le 7 juin 2007;
- Quatrième épandage de lisier le 9 juin 2008;
- Cinquième épandage de lisier le 3 juin 2009;
- Sixième épandage de lisier le 28 mai 2010;
- Septième épandage de lisier le 3 juin 2011;
- Huitième épandage de lisier le 5 juin 2012.

Suivi environnemental :

- Installation des lysimètres à l'automne 2004;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2005 et analyse en laboratoire à l'hiver 2005-2006;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à novembre 2006 et analyse en laboratoire à l'hiver 2006-2007;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à octobre 2007 et analyse en laboratoire à l'hiver 2007-2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2008 et analyse en laboratoire à l'automne 2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2009 et analyse en laboratoire à l'hiver 2009-2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2010 et analyse en laboratoire à l'automne 2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2011 et analyse en laboratoire à l'automne 2011;
- Prélèvement à deux reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2012 et analyse en laboratoire à l'automne 2012.

Échantillonnage du sol :

- Échantillonnage intensif du sol pour la caractérisation physico-chimique du bloc en septembre 2004 et 2011 (planche témoin et parcelle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote). Analyse des échantillons de sol (extraction Mehlich) pour en déterminer leur composition à l'hiver 2004-2005 et à l'automne 2011;
- Bilan de carbone : Échantillonnage pour l'estimation des réservoirs totaux en C et N dans les sols en surface (couches 0-20 et 20-40 cm) à l'été 2004 et en mai 2011. Analyse chimique des échantillons à l'hiver 2004-2005 et 2011-2012.

Taille de formation et élagage :

- Taille de formation et élagage sur le premier mètre des arbres au mois d'août 2006;
- Martelage des arbres à éliminer le 27 mai 2008;
- Récolte des arbres martelés par un ouvrier sylvicole et une assistante en juillet 2008. Le tronc et les branches des arbres ont été sortis du site avec un véhicule tout terrain et une remorque;
- Deuxième élagage le 3 juillet 2008. Les branches ont été sorties du site;
- Troisième élagage du 5 au 8 juillet 2010. Les branches ont été sorties du site;
- Quatrième élagage du 3 au 9 août 2011. Les branches ont été sorties du site;
- Taille de formation des arbres présentant des défauts le 14 mai 2013.

Mesurage dendrométrique :

- Mesurage dendrométrique des arbres à chaque automne de 2004 à 2012.

Nutrition :

- Échantillonnage foliaire des arbres permanents à chaque mois de septembre de 2004 à 2010 et analyse en laboratoire du feuillage à chaque hiver de 2004 à 2010;

- Échantillonnage foliaire de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote en septembre 2012 et analyse du feuillage en laboratoire à l'hiver 2013.

Autres activités :

- Installation de cafétérias à mulot en 2004 et application de répulsif (Ramik vert) à l'automne de 2004 à 2009;
- Mise à jour du plan et intégration des résultats dans les bases de données à chaque hiver de 2004 à 2012;
- Remplacement des piquets qui marquent l'emplacement des lysimètres à l'automne 2012.

7.2 Blocs Louis Baby 1 et 2

Propriétaire : M. Louis Baby
Municipalité : Saint-Camille-de-Lellis
Localisation : *À 7 km à l'est de Sainte-Justine par la Route 204. Site en arrière de la maison*
Longitude : *70°16'54,95 O*
Latitude : *46°27'38,66 N*
Lot : 42, Rang : 5, Canton : Bellechasse
Altitude : *396 m*, Superficie : *2,5 ha*
Numéro de feuillet : *21L08-NO*
Sous-domaine :
Érablière à bouleau jaune de l'est
Région écologique :
Coteaux des basses Appalaches (3d)
Sous-région écologique : *3d-t*

État de la friche avant implantation : Friche herbacée abandonnée depuis plus de 10 ans avec une couverture de broussaille inférieure à 25 % (spirées, saules).

<u>Activités réalisées depuis le début :</u>

<u>Préparation de terrain, reboisement et fertilisation complémentaire :</u>

- Préparation de terrain : Échantillonnage préliminaire du sol à l'automne 2003, labourage en octobre 2003, hersage en mai 2004 et drainage des planches en mai 2004;
- Implantation des blocs en juin 2004 : Piquetage du bloc, conception du plan d'implantation, transport des plants de l'entrepôt au site par les employés de l'Agence, reboisement les 10 et 11 juin 2004 avec l'aide de quatre reboiseurs et étiquetage des arbres permanents;
- Inventaire des arbres dans les blocs à l'automne 2004;
- Regarni des plants morts à l'intérieur du bloc et dans les bordures et le remplissage en juin 2005;
- Fertilisation complémentaire au potassium (KCl) à l'été 2005.

<u>Entretien des blocs :</u>

- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises en 2004 de juillet à septembre et ramassage de roches en juillet 2004;
- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises, de juin à septembre 2005, 2006 et 2007.

<u>Épandage de lisier de porc :</u>

- Premier épandage de lisier le 8 juin 2005;
- Deuxième épandage de lisier le 31 mai 2006;
- Troisième épandage de lisier le 7 juin 2007;
- Quatrième épandage de lisier le 6 juin 2008;
- Cinquième épandage de lisier le 3 juin 2009;
- Sixième épandage de lisier le 31 mai 2010;
- Septième épandage de lisier le 4 juin 2011;
- Huitième épandage de lisier le 5 juin 2012.

Suivi environnemental :

- Installation des lysimètres à l'automne 2004;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2005 et analyse en laboratoire à l'hiver 2005-2006;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à novembre 2006 et analyse en laboratoire à l'hiver 2006-2007;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à octobre 2007 et analyse en laboratoire à l'hiver 2007-2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2008 et analyse en laboratoire à l'automne 2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2009 et analyse en laboratoire à l'hiver 2009-2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2010 et analyse en laboratoire à l'automne 2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2011 et analyse en laboratoire à l'automne 2011;
- Prélèvement à deux reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2012 et analyse en laboratoire à l'automne 2012.

Échantillonnage du sol :

- Échantillonnage intensif du sol pour la caractérisation physico-chimique du bloc en septembre 2004 et 2011 (planche témoin et parcelle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote). Analyse des échantillons de sol (extraction Mehlich) pour en déterminer leur composition à l'hiver 2004-2005 et à l'automne 2011.

Taille de formation et élagage :

- Taille de formation et élagage sur le premier mètre des arbres au mois d'août 2006;
- Martelage des arbres à éliminer le 27 mai 2008;
- Récolte des arbres martelés par un ouvrier sylvicole et une assistante en juillet 2008. Le tronc et les branches des arbres ont été sortis du site avec un véhicule tout terrain et une remorque;
- Deuxième élagage le 2 juillet 2008. Les branches ont été sorties du site;
- Troisième élagage les 15 et 16 juillet 2010. Les branches ont été sorties du site;
- Quatrième élagage les 15 et 16 août 2011. Les branches ont été sorties du site;
- Taille de formation des arbres présentant des défauts le 14 mai 2013.

Mesurage dendrométrique :

- Mesurage dendrométrique des arbres à chaque automne de 2004 à 2012.

Nutrition :

- Échantillonnage foliaire des arbres permanents à chaque mois de septembre de 2004 à 2010 et analyse du feuillage en laboratoire à chaque hiver de 2004 à 2010;
- Échantillonnage foliaire de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote en septembre 2012 et analyse du feuillage en laboratoire à l'hiver 2013.

Autres activités :

- En janvier 2009 pour le bloc Louis Baby 1 une récolte de deux échantillons de branche sur le clone 915311 dans chacune des planches (doses) et pour chaque clone de la planche témoin a été réalisée;
- Installation de cafétérias à mulot en 2004 et application de répulsif (Ramik vert) à l'automne de 2004 à 2009;
- Mise à jour du plan et intégration des données dans la base de données à chaque hiver de 2004 à 2012;
- Remplacement des piquets qui marquent l'emplacement des lysimètres à l'automne 2012.

7.3 Bloc Louis Baby 3

Propriétaire : M. Louis Baby
Municipalité : Saint-Camille-de-Lellis
Localisation : *À 8 km à l'est de Sainte-Justine par la Route 204. Près de la rivière Daaquam.*
Longitude : *70°15'49,06 O*
Latitude : *46°26'59,89 N*
Lot : 42, Rang : 6, Canton : Bellechasse
Altitude : *355 m*, Superficie : *1,6 ha*
Numéro de feuillet : *21L08-NO*
Sous-domaine :
Érablière à bouleau jaune de l'est
Région écologique :
Coteaux des basses Appalaches (3d)
Sous-région écologique : *3d-t*

État de la friche avant implantation : Friche herbacée abandonnée depuis plus de 10 ans avec une couverture de broussaille entre 25 et 50 % (spirées, saules).

Activités réalisées depuis le début :

Préparation de terrain, reboisement et fertilisation complémentaire :

- Préparation de terrain : Échantillonnage préliminaire du sol à l'automne 2003, labourage en octobre 2003, hersage en mai 2004 et installation d'un ponceau en juin 2004;
- Implantation du bloc en juin 2004 : Piquetage du bloc, conception du plan d'implantation, transport des plants de l'entrepôt au site par les employés de l'Agence, reboisement les 8 et 9 juin 2004 avec l'aide de quatre reboiseurs et étiquetage des arbres permanents;
- Inventaire des arbres dans les blocs à l'automne 2004;
- Regarni des plants morts à l'intérieur du bloc et dans les bordures et le remplissage en juin 2005;
- Fertilisation complémentaire au potassium (KCl) à l'été 2005.

Entretien des blocs :

- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises de juillet à septembre 2004, 2005, 2006 et 2007.

Épandage de lisier de porc :

- Premier épandage de lisier le 8 juin 2005;
- Deuxième épandage de lisier le 30 mai 2006;
- Troisième épandage de lisier le 4 juin 2007;
- Quatrième épandage de lisier le 9 juin 2008;
- Cinquième épandage de lisier le 3 juin 2009;
- Sixième épandage de lisier le 28 mai 2010;
- Septième épandage de lisier le 3 juin 2011;
- Huitième épandage de lisier le 5 juin 2012.

Suivi environnemental :

- Installation des lysimètres à l'automne 2004;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2005 et analyse en laboratoire à l'hiver 2005-2006;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à novembre 2006 et analyse en laboratoire à l'hiver 2006-2007;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à octobre 2007 et analyse en laboratoire à l'hiver 2007-2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2008 et analyse en laboratoire à l'automne 2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2009 et analyse en laboratoire à l'hiver 2009-2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres, de juin à septembre 2010 et analyse en laboratoire à l'automne 2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2011 et analyse en laboratoire à l'automne 2011;
- Prélèvement à deux reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2012 et analyse en laboratoire à l'automne 2012.

Échantillonnage de sol :

- Échantillonnage intensif du sol pour la caractérisation physico-chimique du bloc en septembre 2004 et 2011 (planche témoin et parcelle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote). Analyse des échantillons de sol (extraction Mehlich) pour en déterminer leur composition à l'hiver 2004-2005 et à l'automne 2011.
- Bilan de carbone : Échantillonnage pour l'estimation des réservoirs totaux en C et N dans les sols en surface (couches 0-20 et 20-40 cm) à l'été 2004 et en mai 2011. Analyse chimique des échantillons à l'hiver 2004-2005 et 2011-2012.

Taille de formation et élagage :

- Taille de formation et élagage sur le premier mètre des arbres au mois d'août 2006;
- Martelage des arbres à éliminer le 27 mai 2008;
- Récolte des arbres martelés par un ouvrier sylvicole et une assistante en juillet 2008. Le tronc et les branches des arbres ont été sortis du site avec un véhicule tout terrain et une remorque;
- Deuxième élagage le 1er juillet 2008. Les branches ont été sorties du site;
- Troisième élagage le 30 juin et le 1er juillet 2010. Les branches ont été sorties du site;
- Quatrième élagage le 25 au 28 juillet 2011. Les branches ont été sorties du site;
- Taille de formation des arbres présentant des défauts le 14 mai 2013.

Nutrition :

- Échantillonnage foliaire des arbres permanents à chaque mois de septembre de 2004 à 2009 et analyse du feuillage en laboratoire à chaque hiver de 2004 à 2009;
- Échantillonnage foliaire de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote en septembre 2012 et analyse du feuillage en laboratoire à l'hiver 2013.

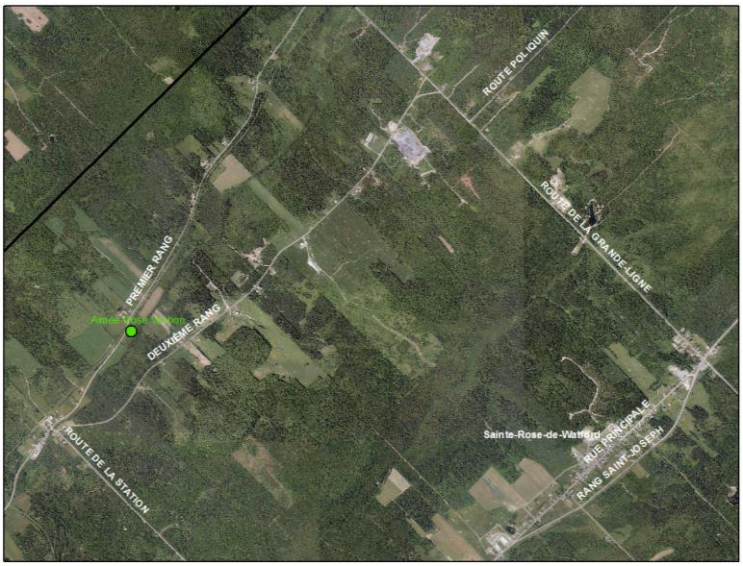
Mesurage dendrométrique :

- Mesurage dendrométrique des arbres à l'automne de 2004 à 2012.

Autres activités :

- Installation de cafétérias à mulot en 2004 et application de répulsif (Ramik vert) à l'automne de 2004 à 2009;
- Mise à jour du plan et intégration des résultats dans les bases de données à chaque hiver de 2004 à 2012;
- Remplacement des piquets qui marquent l'emplacement des lysimètres à l'automne 2012.

7.4 Bloc Aimée-Rose Vachon



Propriétaire : *Mme Aimée-Rose Vachon*
Municipalité : *Sainte-Rose-de-Watford*
Localisation : *2,5 km à l'est du rang 1. À la jonction de la voie ferrée et du rang 1.*
Longitude : *70°28'34,53 O*
Latitude : *46°19'47,12 N*
Lot : 51, Rang : 1, Canton : Watford
Altitude : *324 m*, Superficie : *1,8 ha*
Numéro de feuillet : *21L08-SO*
Sous-domaine :
Érablière à bouleau jaune de l'est
Région écologique :
Coteaux des basses Appalaches (3d)
Sous-région écologique : *3d-t*

État de la friche avant implantation : Friche herbacée abandonnée depuis plus de 10 ans avec une couverture de broussaille d'environ 50 % (spirées, saules, aulnes et cornouillers).

Note : Ce bloc ne fait plus partie du dispositif expérimental depuis 2010-2011.

Activités réalisées depuis le début :

Préparation de terrain, reboisement et fertilisation complémentaire :

- Préparation de terrain : Échantillonnage préliminaire du sol, débroussaillage mécanique en arrière d'un tracteur et passage de la rotobêche à l'automne 2003 et hersage en mai 2004;
- Implantation du bloc en juin 2004 : Piquetage du bloc, conception du plan d'implantation, transport des plants de l'entrepôt au site par les employés de l'Agence, reboisement le 15 juin 2004 avec l'aide de quatre reboiseurs et étiquetage des arbres permanents;
- Inventaire des arbres dans les blocs à l'automne 2004;
- Regarni des plants morts à l'intérieur du bloc et dans les bordures et le remplissage en juin 2005;
- Fertilisation complémentaire au potassium (KCl) à l'été 2005.

Entretien des blocs :

- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises de juillet à septembre de 2004 à 2007.

Épandage de lisier de porc :

- Premier épandage de lisier le 9 juin 2005;
- Deuxième épandage de lisier le 31 mai 2006;
- Troisième épandage de lisier le 7 juin 2007;
- Quatrième épandage de lisier le 9 juin 2008;
- Cinquième épandage de lisier le 4 juin 2009.

Suivi environnemental :

- Installation des lysimètres à l'automne 2004;

- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2005 et analyse en laboratoire à l'hiver 2005-2006;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à novembre 2006 et analyse en laboratoire à l'hiver 2006-2007;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à octobre 2007 et analyse en laboratoire à l'hiver 2007-2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2008 et analyse en laboratoire à l'automne 2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2009 et analyse en laboratoire à l'hiver 2009-2010.

Échantillonnage du sol :

- Échantillonnage intensif du sol pour la caractérisation physico-chimique du bloc en septembre 2004. Analyse des échantillons de sol pour en déterminer leur composition à l'hiver 2004-2005.

Taille de formation et élagage :

- Taille de formation et élagage sur le premier mètre des arbres au mois d'août 2006;
- Martelage des arbres à éliminer le 26 mai 2008;
- Récolte des arbres martelés par un ouvrier sylvicole et un assistant en juillet 2008. Le tronc et les branches des arbres ont été sortis du site avec un véhicule tout terrain et une remorque;
- Deuxième élagage le 2 juillet 2008. Les branches ont été sorties du site.

Nutrition :

- Échantillonnage foliaire des arbres permanents, à chaque mois de septembre de 2004 à 2009 et analyse du feuillage en laboratoire à chaque hiver de 2004 à 2009.

Mesurage dendrométrique :

- Mesurage dendrométrique des arbres à chaque automne de 2004 à 2009.

Autres activités :

- Installation de cafétérias à mulot en 2004 et application de répulsif (Ramik vert) à l'automne de 2004 à 2009;
- Mise à jour du plan et intégration des résultats dans les bases de données à chaque hiver de 2004 à 2009.

7.5 Bloc André Poulin

Propriétaire : *M. André Poulin*
Municipalité : *Lac-Etchemin*
Localisation : *À 3,5 km à l'ouest de Lac-Etchemin par la route du rang Cinq.*
Longitude : *70°28'06,22 O*
Latitude : *46°25'28,36 N*
Lot : 314, Rang : 5, Canton : Ware
Altitude : *512 m*, Superficie : *1,7 ha*
Numéro de feuillet : *21L08-NO*
Sous-domaine :
Érablière à bouleau jaune de l'est
Région écologique :
Coteaux des basses Appalaches (3d)
Sous-région écologique : *3d-t*

État de la friche avant implantation : Friche herbacée abandonnée depuis plus de 10 ans avec une couverture de broussaille de 100 % (spirées, saules, aulnes et cornouillers).

Activités réalisées depuis le début :

Préparation de terrain, reboisement et fertilisation complémentaire :

- Préparation de terrain : Échantillonnage préliminaire du sol, débroussaillage mécanique en arrière d'un tracteur, élimination des racines de cornouiller, enterrer une digue de roches et passage de la rotobêche à l'automne 2003, hersage en mai 2004;
- Implantation du bloc en juin 2004 : Piquetage du bloc, conception du plan d'implantation, transport des plants de l'entrepôt au site par les employés de l'Agence, reboisement le 15 juin 2004 avec l'aide de quatre reboiseurs et étiquetage des arbres permanents;
- Inventaire des arbres dans les blocs à l'automne 2004;
- Regarni des plants morts à l'intérieur du bloc et dans les bordures et le remplissage, juin 2005;
- Fertilisation complémentaire au potassium (KCl) à l'été 2005.

Entretien du bloc :

- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises de juillet à septembre de 2004 à 2007.

Épandage de lisier de porc :

- Premier épandage de lisier le 9 juin 2005;
- Deuxième épandage de lisier le 31 mai 2006;
- Troisième épandage de lisier le 8 juin 2007;
- Quatrième épandage de lisier le 7 juin 2008;
- Cinquième épandage de lisier le 4 juin 2009;
- Sixième épandage de lisier le 31 mai 2010;
- Septième épandage de lisier le 4 juin 2011.
- Huitième épandage de lisier le 6 juin 2012.

Suivi environnemental :

- Installation des lysimètres à l'automne 2004;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2005 et analyse en laboratoire à l'hiver 2005-2006;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à novembre 2006 et analyse en laboratoire à l'hiver 2006-2007;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à octobre 2007 et analyse en laboratoire à l'hiver 2007-2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2008 et analyse en laboratoire à l'automne 2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2009 et analyse en laboratoire à l'hiver 2009-2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2010 et analyse en laboratoire à l'automne 2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2011 et analyse en laboratoire à l'automne 2011;
- Prélèvement à deux reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2012 et analyse en laboratoire à l'automne 2012.

Échantillonnage du sol :

- Échantillonnage intensif du sol pour la caractérisation physico-chimique du bloc en septembre 2004. Analyse des échantillons de sol pour en déterminer leur composition à l'hiver 2004-2005.

Taille de formation et élagage :

- Taille de formation et élagage sur le premier mètre des arbres au mois d'août 2006;
- Martelage des arbres à éliminer le 26 mai 2008;
- Récolte des arbres martelés par un ouvrier sylvicole et un assistant en juillet 2008. Le tronc et les branches des arbres ont été sortis du site avec un véhicule tout terrain et une remorque;
- Deuxième élagage le 27 juin 2008. Les branches ont été sorties du site;
- Troisième élagage les 20 et 22 juillet 2010. Les branches ont été sorties du site;
- Quatrième élagage les 25 et 26 août 2011. Les branches ont été sorties du site;
- Débroussaillage des drageons de peupliers le 13 juillet 2012.

Mesurage dendrométrique :

- Mesurage dendrométrique des arbres à chaque automne de 2004 à 2012.

Nutrition :

- Échantillonnage foliaire des arbres permanents, à chaque mois de septembre de 2004 à 2010 et analyse du feuillage en laboratoire à chaque hiver de 2004 à 2010;
- Échantillonnage foliaire de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote en septembre 2012 et analyse du feuillage en laboratoire à l'hiver 2013.

Autres activités :

- En janvier 2009, récolte de deux échantillons de branches pour chaque clone de la planche témoin;
- Installation de cafétérias à mulot en 2004 et application de répulsif (Ramik vert) à l'automne de 2004 à 2009;
- Mise à jour du plan et intégration des résultats dans les bases de données à l'hiver de 2004 à 2012;
- Remplacement des piquets qui marque l'emplacement des lysimètres à l'automne 2012.

7.6 Bloc Pauline Pelchat

Propriétaire : *M. Pauline Pelchat*
Municipalité : *Lac-Etchemin*
Localisation : *À 1,3 km à l'ouest sur le rang de la Grande Rivière à partir de la Route 277.*
Longitude : *70°33'19,22 O*
Latitude : *46°25'52,38 N*
Lot : 372, Rang : 1, Canton : Standon
Altitude : *382 m*, Superficie : *2,7 ha*
Numéro de feuillet : *21L07-NE*
Sous-domaine :
Érablière à bouleau jaune de l'est
Région écologique :
Coteaux des basses Appalaches (3d)
Sous-région écologique : *3d-t*

État de la friche avant implantation : Friche herbacée qui était cultivée pour le fourrage.

Note : Ce bloc ne fait plus partie du dispositif expérimental depuis 2010-2011.

Activités réalisées depuis le début :

Préparation de terrain, reboisement et fertilisation complémentaire :

- Préparation de terrain : Échantillonnage préliminaire du sol, automne 2003, labourage en septembre 2003 et hersage en mai 2004;
- Implantation du bloc en juin 2004 : Piquetage du bloc, conception du plan d'implantation, transport des plants de l'entrepôt au site par les employés de l'Agence, reboisement les 2 et 3 juin 2004 avec l'aide de quatre reboiseurs et étiquetage des arbres permanents;
- Inventaire des arbres dans les blocs à l'automne 2004;
- Regarni des plants morts à l'intérieur du bloc et dans les bordures et le remplissage en juin 2005;
- Fertilisation complémentaire au potassium (KCl) à l'été 2005.

Entretien des blocs :

- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises de juillet à septembre de 2004 à 2007.

Épandage de lisier de porc :

- Premier épandage de lisier le 9 juin 2005;
- Deuxième épandage de lisier le 31 mai 2006;
- Troisième épandage de lisier le 8 juin 2007;
- Quatrième épandage de lisier le 10 juin 2008;
- Cinquième épandage de lisier le 4 juin 2009.

Suivi environnemental :

- Installation des lysimètres à l'automne 2004;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à

septembre 2005 et analyse en laboratoire à l'hiver 2005-2006;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à novembre 2006 et analyse en laboratoire à l'hiver 2006-2007;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à octobre 2007 et analyse en laboratoire à l'hiver 2007-2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2008 et analyse en laboratoire à l'automne 2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2009 et analyse en laboratoire à l'hiver 2009-2010.

Échantillonnage du sol :
- Échantillonnage intensif du sol pour la caractérisation physico-chimique du bloc en septembre 2004. Analyse des échantillons de sol pour en déterminer leur composition à l'hiver 2004-2005;
- Bilan de carbone : Échantillonnage en vue de l'estimation des réservoirs totaux en C et N dans les sols en surface (couches 0-20 et 20-40 cm) à l'été 2004; Analyse chimique de C et N pour l'estimation des réservoirs de C et N à l'hiver 2004-2005.

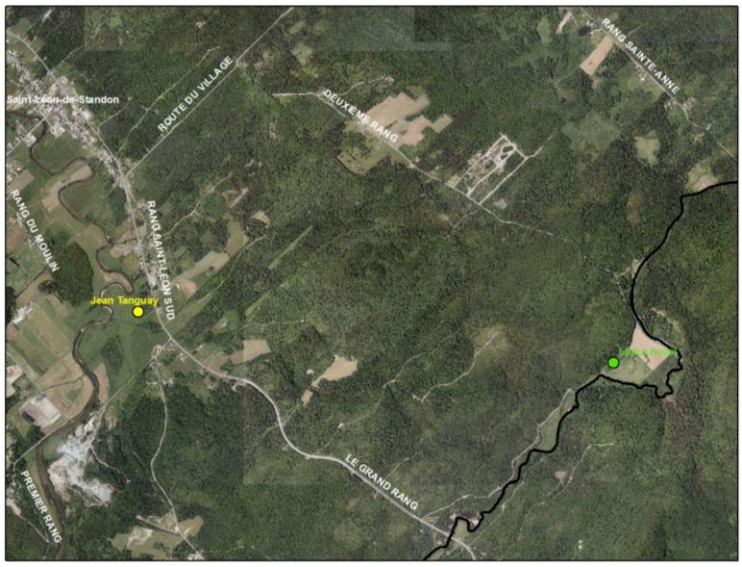
Taille de formation et élagage :
- Taille de formation et élagage sur le premier mètre des arbres au mois d'août 2006;
- Martelage des arbres à éliminer le 26 mai 2008;
- Récolte des arbres martelés par un ouvrier sylvicole et un assistant en juillet 2008. Le tronc et les branches des arbres ont été sortis du site avec un véhicule tout terrain et une remorque;
- Deuxième élagage le 27 juin 2008. Les branches ont été sorties du site.

Mesurage dendrométrique :
- Mesurage dendrométrique des arbres à chaque automne de 2004 à 2009.

Nutrition :
- Échantillonnage foliaire des arbres permanents à chaque mois de septembre de 2004 à 2009 et analyse du feuillage à chaque hiver de 2004 à 2009.

Autres activités :
- Installation de cafétérias à mulot en 2004 et application de répulsif (Ramik vert) à l'automne de 2004 à 2009;
- Mise à jour du plan et intégration des résultats dans les bases de données à chaque hiver de 2004 à 2009.

7.7 Bloc Enrico Audet



Propriétaire : *M. Enrico Audet*
Municipalité : *Saint-Léon-de-Standon*
Localisation : *À 1 km à l'Est sur la route du village, puis au sud jusqu'au bout du 2e rang*
Longitude : *70°33'29,55 O*
Latitude : *46°27'35,86 N*
Lot : 445, Rang : 2, Canton : Standon
Altitude : *355 m*, Superficie : *1,1 ha*
Numéro de feuillet : *21L07-NE*
Sous-domaine :
Érablière à bouleau jaune de l'est
Région écologique :
Coteaux des basses Appalaches (3d)
Sous-région écologique : *3d-t*

État de la friche avant implantation : Friche herbacée abandonnée depuis plus de 10 ans sans aucune couverture de broussaille.

Activités réalisées depuis le début :

Préparation de terrain, reboisement et fertilisation complémentaire :

- Préparation de terrain : Échantillonnage préliminaire du sol, drainage de contour, installation de ponceaux et labourage, automne 2003 et hersage en mai 2004;
- Implantation du bloc en juin 2004 : Piquetage du bloc, conception du plan d'implantation, transport des plants de l'entrepôt au site par les employés de l'Agence, reboisement le 27 mai 2004 avec l'aide de quatre reboiseurs et étiquetage des arbres permanents;
- Inventaire des arbres dans les blocs à l'automne 2004;
- Regarni des plants morts à l'intérieur du bloc et dans les bordures et le remplissage en juin 2005;
- Fertilisation complémentaire au potassium (KCl) à l'été 2005.

Entretien des blocs :

- Hersage entre les rangées de plants à trois reprises de juin à septembre de 2004 à 2007.

Épandage de lisier de porc :

- Premier épandage de lisier le 9 juin 2005;
- Deuxième épandage de lisier le 1er juin 2006;
- Troisième épandage de lisier le 8 juin 2007;
- Quatrième épandage de lisier le 11 juin 2008;
- Cinquième épandage de lisier le 5 juin 2009;
- Sixième épandage de lisier le 1er juin 2010;
- Septième épandage de lisier le 6 juin 2011;
- Huitième épandage de lisier le 6 juin 2012.

Suivi environnemental :

- Installation des lysimètres à l'automne 2004;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2005 et analyse en laboratoire à l'hiver 2005-2006;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à novembre 2006 et analyse en laboratoire à l'hiver 2006-2007;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à octobre 2007 et analyse en laboratoire à l'hiver 2007-2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2008 et analyse en laboratoire à l'automne 2008;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2009 et analyse en laboratoire à l'hiver 2009-2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de juin à septembre 2010 et analyse en laboratoire à l'automne 2010;
- Prélèvement à trois reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2011 et analyse en laboratoire à l'automne 2011;
- Prélèvement à deux reprises de l'eau de percolation à l'intérieur des lysimètres de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote de juin à octobre 2012 et analyse en laboratoire à l'automne 2012.

Échantillonnage du sol :

- Échantillonnage intensif du sol pour la caractérisation physico-chimique du bloc en septembre 2004. Analyse des échantillons de sol pour en déterminer leur composition à l'hiver 2004-2005.

Taille de formation et élagage :

- Taille de formation et élagage sur le premier mètre des arbres au mois d'août 2006;
- Martelage des arbres à éliminer le 28 mai 2008;
- Récolte des arbres martelés par un ouvrier sylvicole et un assistant en juillet 2008. Le tronc et les branches des arbres ont été sortis du site avec un véhicule tout terrain et une remorque;
- Deuxième élagage le 26 juin 2008. Les branches ont été sorties du site;
- Troisième élagage les 25 et 29 juin 2010. Les branches ont été sorties du site;
- Quatrième élagage les 18 et 19 août 2011. Les branches ont été sorties du site.

Mesurage dendrométrique :

- Mesurage dendrométrique des arbres à chaque automne de 2004 à 2012.

Nutrition :

- Échantillonnage foliaire des arbres permanents à chaque mois de septembre de 2004 à 2009 et analyse du feuillage à chaque hiver de 2004 à 2010;
- Échantillonnage foliaire de la planche témoin et de celle fertilisée avec la dose de 80 kg ha^{-1} d'azote en septembre 2012 et analyse du feuillage en laboratoire à l'hiver 2013.

Autres activités :

- Installation de cafétérias à mulot en 2004 et application de répulsif (Ramik vert) à l'automne de 2004 à 2009;
- Mise à jour du plan et intégration des résultats dans les bases de données à chaque hiver de 2004 à 2012;
- Remplacement des piquets qui marquent l'emplacement des lysimètres à l'automne 2012.

8. Résultats et discussions

L'année 2012-2013 fut l'occasion de finaliser le rapport d'analyse statistique couvrant la période 2003 à 2010 pour le dispositif de 2003 et la période de 2004 à 2010 pour le dispositif de 2004. De plus, les valeurs des hauteurs et des diamètres de l'année 2011 ont été ajoutées à l'analyse de la croissance des arbres. Cette tâche a été réalisée par Mme Michèle Bernier-Cardou du Service canadien des forêts - Centre de foresterie des Laurentides (SCF-CFL). Cette section présente certains résultats tirés du rapport d'analyse statistique et de son addendum produits en 2012.

Tout comme par le passé, les résultats de l'analyse montrent que la fertilisation avec le lisier a une influence significative sur le taux de croissance autant dans le dispositif de 2003 que celui de 2004. Les arbres traités étaient plus hauts et avaient de plus gros troncs que les arbres des mêmes clones des plantations témoins. Par contre, il n'y a pas de différence significative entre les doses de lisier appliquées en 2011.

En ce qui concerne les données d'eau de percolation et de drainage souterrain, on note des concentrations élevées de phosphore en ajoutant les valeurs de 2010. De nouveaux échantillons de sols ont été prélevés à l'automne 2011 et les résultats des analyses en laboratoire ne nous montrent aucune problématique au niveau du taux de saturation en phosphore (rapport P/Al) puisqu'aucune valeur ne dépasse le seuil de 13,1 % établi selon le *Règlement sur les exploitations agricoles* pour des sols dont la teneur en argile est égale ou inférieure à 30 %.

8.1 Dispositif de 2003

8.1.1 Croissance des arbres

8.1.1.1 Hauteur

Pour la période 2003 à 2011, le taux de croissance moyen des arbres fertilisés était supérieur à celui des arbres-témoins et il variait avec la dose de lisier. La hauteur moyenne des plants fertilisés était de 12,5 m et celle des plants-témoins de 9,9 m.

8.1.1.2 Diamètre à hauteur de poitrine (DHP)

En 2011, le taux de croissance moyen en DHP était supérieur pour les arbres fertilisés comparativement aux plants témoins. Après huit ans de fertilisation, le DHP moyen des arbres fertilisés était de 15,5 cm et de 11,9 cm pour les plants témoins.

8.1.1.3 Volume

Après 9 ans de croissance, le volume estimé moyen des tiges variait de 47 à 67 m^3/ha selon les clones.

8.1.2 Analyse foliaire

En moyenne, la dose de lisier n'a pas influencé le poids unitaire des feuilles. Par contre, le taux d'augmentation moyen du poids moyen des feuilles était plus élevé chez les arbres fertilisés que chez les témoins.

Au niveau de la nutrition, la dose de lisier a eu un effet sur la concentration du feuillage en N, en K et en Ca. Pour les concentrations en N et K, celles-ci étaient plus élevées dans les feuilles d'arbres fertilisés et celle en Ca était plus faible pour ces mêmes arbres comparativement aux témoins.

L'effet moyen de la dose de lisier a eu une influence significative sur la quantité de N par feuille.

Les régions de confiance pour les concentrations de chaque élément nutritif et de leur contenu dans le feuillage prélevé en 2010 montrent qu'il y aurait surtout accumulation de K, mais peut-être aussi de N dans le feuillage des arbres fertilisés relativement à celui des arbres-témoins.

8.1.3 Analyse de l'eau de percolation et de drainage souterrain

8.1.3.1 Le phosphore

Pour l'eau potable, afin de juger de la qualité de l'eau de surface, le seuil reconnu à ne pas dépasser au niveau du phosphore total est de 0,03 ppm.

Au niveau de l'eau de percolation et de drainage souterrain, en ajoutant les données de 2010, on note que 56 % des échantillons d'eau dépassaient le seuil de 0,03 ppm en phosphore dans le dispositif de 2003. De plus, les proportions des échantillons d'eau où les concentrations excédaient le seuil étaient aussi élevées dans les planches témoins que dans les parcelles fertilisées. Un léger risque de contamination par ruissellement des planches témoins vers celles fertilisées pourrait expliquer ce résultat pour certains dispositifs, mais en général, ce risque est écarté.

8.1.3.2 L'azote ammoniacal

Le seuil acceptable pour juger de la potabilité de l'eau de surface ou de drainage souterrain est fixé à 0,5 ppm pour l'azote ammoniacal. En moyenne, 5,7 % des échantillons ont dépassé le seuil de N/NH4+.

La concentration moyenne de N/NH4+ augmentait avec les années.

8.1.3.3 Les nitrates

Le seuil acceptable pour juger de la potabilité de l'eau de surface ou de drainage souterrain est fixé à 10 ppm pour les nitrates. En moyenne, 0,2 % des échantillons d'eau ont dépassé ce seuil.

La concentration moyenne de N/NO3- a varié en fonction du temps et de la dose ainsi que selon le clone.

8.2 Dispositif de 2004

8.2.1 Croissance des arbres

8.2.1.1 Hauteur

De 2004 à 2011, le taux de croissance des plants fertilisés était supérieur à celui des arbres-témoins. Les arbres fertilisés étaient significativement plus grands avec une hauteur moyenne de 11,4 m versus celle des plants-témoins qui était de 9,6 m.

8.2.1.2 Diamètre à hauteur de poitrine (DHP)

Pour la période 2005 à 2011, le taux moyen de croissance en DHP était supérieur pour les plants fertilisés, avec une moyenne de 15,0 cm, versus les plants témoins avec une moyenne de 11,9 cm.

8.2.1.3 Volume

Après huit ans de croissance, le volume estimé moyen des tiges variait de 42 à 65 m^3/ha.

8.2.2 Analyse foliaire

En moyenne, tout comme pour le dispositif de 2003, la dose de lisier n'a pas beaucoup affecté le poids unitaire des feuilles. Le poids unitaire moyen a varié entre les clones et dans le temps.

L'application du lisier a eu un effet sur la concentration du feuillage en N, en K, en Ca et en Mg. La concentration moyenne en N et en K était plus élevée dans le feuillage des arbres fertilisés que dans celui des arbres témoins. En moyenne, dans le cas du Ca et du Mg, la concentration dans le feuillage des plants-témoins était plus élevée que celui des plants fertilisés.

Au niveau du contenu des éléments nutritifs dans le feuillage, on note une accumulation de N et de P dans le feuillage entre 2004 et 2010. Le taux moyen d'augmentation du contenu en N étant plus élevé dans le feuillage des arbres fertilisés que dans celui des arbres-témoins.

Les régions de confiance pour les concentrations de chaque élément nutritif et de leur contenu dans le feuillage prélevé en 2010 montrent qu'il y aurait eu accumulation de K et de N dans le feuillage des arbres fertilisés.

8.2.3 Analyse de l'eau de percolation et de drainage souterrain

8.2.3.1 Le phosphore

Au niveau de l'eau de percolation et de drainage souterrain, en ajoutant les données de 2010, on note que 60 % des échantillons d'eau dépassaient le seuil de 0,03 ppm en phosphore dans le dispositif de 2004. La concentration du phosphore dans l'eau des lysimètres a varié dans le temps.

8.2.3.2 L'azote ammoniacal

En moyenne, 4,1 % des échantillons d'eau des lysimètres ont dépassé le seuil tolérable de 0,5 ppm de N/NH4+.

Dans les parcelles fertilisées, la concentration moyenne de N/NH4+ a augmenté avec la dose de lisier.

8.2.3.3 Les nitrates

En moyenne, moins de 1 % des échantillons d'eau ont dépassé le seuil acceptable de 10 ppm pour les nitrates. Dans les parcelles fertilisées, la concentration des nitrates a augmenté avec la dose de lisier. Les nitrates étaient aussi plus concentrés dans l'eau des lysimètres des parcelles fertilisées que dans les planches témoins.

9. Collaborateurs

Les personnes suivantes ont contribué à la réalisation du projet pilote en 2012-2013 :

- Mme Michèle Bernier-Cardou, Service canadien des forêts;
- M. Claude Camiré, Université Laval et Réseau ligniculture Québec;
- M. Michel Campagna, ministère des Ressources naturelles;
- Mme Vanessa Duclos, Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches;
- M. Jean-Pierre Faucher, Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches;
- M. Denis Ferland, Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches;
- M. Benoît Lafleur, étudiant gradué au Service canadien des forêts;
- Mme Julie Létourneau, Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches;
- M. Sylvain Masse, Service canadien des forêts;
- M. David Paré, Service canadien des forêts;
- M. Pierre Périnet, ministère des Ressources naturelles;
- Mme Sylvie Poulin, Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches;
- M. Derek Sidders, Service canadien des forêts;
- M. David St-Pierre, Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches;
- Mme Évelyne Thiffault, Service canadien des forêts.

10. Documents disponibles

L'Agence peut fournir sur demande les documents suivants :

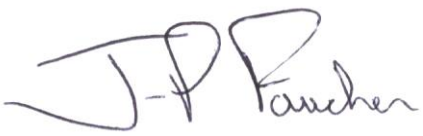
- Présentation du projet pilote au 58^{e} Congrès annuel de l'Association forestière des Cantons de l'Est, Saint-Georges, le 17 octobre 2003, Sylvain Masse du SCF et Martin Loiselle de l'Agence des Appalaches. Format électronique PowerPoint.
- Pochette d'information remise aux participants lors de la visite des dispositifs expérimentaux 2003 et 2004, Lac-Etchemin, le 22 octobre 2003, organisée par Martin Loiselle de l'Agence des Appalaches en collaboration avec le Service canadien des forêts.
- Photos des sites avant et après implantation, équipements, reboisement, machinerie utilisée, etc.
- Données détaillées (sols, solutions de sol, feuillage et croissance) pour chaque bloc du dispositif expérimental 2003 et 2004.
- Les rapports finaux de 2002-2003 à 2011-2012, Projet pilote de l'Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches, Initiative d'évaluation de la faisabilité du boisement en vue du captage du carbone, Martin Loiselle et Jean-Pierre Faucher.
- Rapport de la préenquête auprès de propriétaires ruraux de la région Appalaches, Infras inc., Marcel M. Giner et Karl-Éric Giner, mars 2005.
- Rapport d'analyse statistique, Initiative d'évaluation de la faisabilité du boisement en vue du captage du carbone, dispositif expérimental 2003, Michèle Grenier, juin 2005.
- Conférence présentant l'état d'avancement et les résultats préliminaires du projet pilote lors du colloque « La ligniculture aux quatre coins du Québec » organisé par le Réseau Ligniculture Québec les 9, 10 et 11 mai 2005 à Chicoutimi dans le cadre du 73^{e} congrès de l'ACFAS.
- Document d'information remis aux participants lors des visites des dispositifs expérimentaux

2003 et 2004, Lac-Etchemin, le 18 juillet 2006 et le 2 octobre 2008, organisés par Martin Loiselle de l'Agence des Appalaches.

- Lambany, G. et Loiselle, M. 2007. Harmonisation des usages du territoire agroforestier : l'exemple intéressant du projet pilote des Appalaches. Affiche présentée dans le cadre du 10e Congrès agroforestier d'Amérique du Nord, juin 2007, Québec.
- Lambany, G. et Loiselle, M. 2007. Projet pilote des Appalaches. Affiche présentée dans le cadre du Carrefour de la recherche forestière, 19-20 septembre 2007, Québec, Québec.
- Document d'information remis aux participants à la visite de travaux sylvicoles pour les membres du Comité des partenaires de la forêt privée, le 15 mai 2009, organisé par Jean-Pierre Faucher de l'Agence des Appalaches et Guillaume Fontaine du Groupement forestier de Bellechasse-Lévis.
- Rapports d'analyse statistique, Initiative d'évaluation de la faisabilité du boisement en vue du captage du carbone, dispositif expérimental 2003 et dispositif expérimental 2004, préparé par Karine Dion en mars 2007 et mis à jour par Anne-Sophie Charest en mai 2007.
- Rapport d'analyse statistique – document de travail, Initiative d'évaluation de la faisabilité du boisement en vue du captage du carbone, Michèle Bernier-Cardou et Ouail Essaadouni, octobre 2009.
- Rapport d'analyse statistique – document de travail, Initiative d'évaluation de la faisabilité du boisement en vue du captage du carbone, Michèle Bernier-Cardou et Sandra Larrivée, février 2011.
- Rapport d'analyse statistique – document de travail, Initiative d'évaluation de la faisabilité du boisement en vue du captage du carbone, Michèle Bernier-Cardou et Vanessa Kientega, août 2011.
- Rapport d'analyse statistique, Initiative d'évaluation de la faisabilité du boisement en vue du captage du carbone, Michèle Bernier-Cardou et al., juin 2012.
- Rapport d'analyse statistique, Addendum au rapport de juin 2012, Initiative d'évaluation de la faisabilité du boisement en vue du captage du carbone, Michèle Bernier-Cardou et al., juillet 2012.
- Document de la visite terrain organisée pour les membres du comité scientifique et les spécialistes du domaine de la populiculture réalisée le 8 septembre 2010, Jean-Pierre Faucher et Sylvie Poulin.
- Harmonisation des usages du territoire agroforestier en Chaudière-Appalaches – Projet pilote des Appalaches, Valorisation du lisier de porc par la fertilisation de plantations de peupliers hybrides, Document de présentation du projet et de ses résultats pour le Carrefour Forêt Innovations 2011, Jean-Pierre Faucher et Sylvie Poulin, octobre 2011.

11.Références

- Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method impoved for making particle size analysis of soils. Agron. J. 54 : 464-465.
- Bernier-Cardou, M. et al. 2012. Rapport d'analyse statistique – Initiative d'évaluation de la faisabilité du boisement en vue du captage de carbone. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides. Juin 2012. 200 p.
- Bernier-Cardou, M. et al. 2012. Rapport d'analyse statistique – Addendum au rapport de juin 2012 – Initiative d'évaluation de la faisabilité du boisement en vue du captage de carbone. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides. Juillet 2012. 34 p.
- Camiré, C. et M. Brazeau. 1998. Culture des genres *Populus* et *Larix* au Québec : sols, exigences nutritionnelles et productivité. Rapport présenté au MRN. CRBF, Univ. Laval, Québec. 132 p.
- Dubé, M. 2007. Qualité de l'eau de percolation dans les lysimètres. Document de travail. Direction de l'environnement et de la protection des forêts, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.
- Lafleur, B.; Thiffault, E.; Paré, D; Camiré, C.; Bernier-Cardou, M. et Masse, S. 2012. Effects of hog manure application on the nutrition and growth of hybrid poplar (Populus spp.) and on soil solution chemistry in short-rotation woody crops. S. Agric. Ecosyst. Environ. 155:95-104.
- Mehlich, A. 1984. Mehlich 3 soil test extractant : A modification of Mehlich 2 extractant. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 15 : 1409-1416.
- Parkinson, J.A., et S.E. Allen. 1975. A wet oxydation procedure for the determination of nitrogen and mineral elements in biological materials. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 6 : 1-11.



Jean-Pierre Faucher, ing.f.
Directeur

Sylvie Poulin
Secrétaire administrative

Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches
201, rue Claude-Bilodeau, bureau 4
Lac-Etchemin (Québec) G0R 1S0
Téléphone : 418 625-2100
Télécopieur : 418 625-2600
Courriel : directeur@amvap.ca
Site Internet : www.amvap.ca