

Titre :	Effets des godets biodégradables à libération lente de fertilisants sur la fertilité du substrat et la morpho-physiologie des plants d'épinette blanche en conditions contrôlées : 1- Principaux résultats préliminaires
Année d'exécution :	2010
Responsable :	Mohammed S. Lamhamedi*, ing.f., agr., M. Sc., Ph. D.
Équipe technique :	Pascal Desjardins, techn. for., Mario Renaud, techn. for. spécialiste et Linda Veilleux, techn. lab.



Godets biodégradables et insertion des carottes des plants d'épinette blanche (3+0) dans ces godets avant leur mise en terre

* Correspondance : mohammed.lamhamedi@mrnf.gouv.qc.ca

LAMHAMEDI, M. S., P. DESJARDINS, M. RENAUD et L. VEILLEUX, 2010. *Effets des godets biodégradables à libération lente de fertilisants sur la fertilité du substrat et la morpho-physiologie des plants d'épinette blanche en conditions contrôlées : 1- Principaux résultats préliminaires*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction de la recherche forestière. Avis technique SGRE-2. 14 pages.

On peut citer tout ou partie de ce texte en indiquant la référence
© Gouvernement du Québec

Avant-propos

Ce projet a été réalisé à la suite d'une demande de la Direction générale des pépinières et des stations piscicoles (DGPSP) du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) du Québec. À l'exception du coût de la fabrication des godets biodégradables, les coûts des différentes phases de ce projet ont été entièrement assumés par le MRNF.

Ce rapport présente une synthèse des principaux résultats préliminaires des effets des godets biodégradables à libération lente de fertilisants sur l'évolution de la fertilité du substrat et la performance des plants de fortes dimensions d'épinette blanche pendant deux saisons de croissance en conditions contrôlées. Ce rapport est assujéti aux droits d'auteur et de propriété intellectuelle.

Ce projet a fait l'objet d'une évaluation de pertinence et d'une évaluation scientifique de la part de comités indépendants. L'évaluation de pertinence est effectuée par des praticiens du domaine concerné, tandis que l'évaluation scientifique est réalisée par les pairs. Ces mêmes comités sont responsables de l'évaluation des demandes de subvention déposées par les différentes institutions de recherche du Québec. Ces évaluations sont gérées par un organisme indépendant soit, le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (Site Internet : www.fqrnt.gouv.qc.ca) et sont conformes aux standards d'évaluation utilisés par les organismes subventionnaires internationaux.

La réalisation de ce projet en tant qu'appui scientifique aux entreprises privées québécoises (Plastiques Moore et PlasBio inc.) par les experts de la production de plants de la Direction de recherche forestière (DRF) du MRNF ne constitue aucunement une caution ou un engagement à court ou à long terme de l'utilisation des godets biodégradables dans les programmes de reboisement du Québec.

Le leader scientifique de ce projet (Mohammed S. Lamhamedi, ing.f., agr., *Ph. D.*) est responsable de la description des résultats et du matériel mentionné dans ce rapport. La mention des produits commerciaux utilisés dans ce rapport préliminaire a uniquement comme objectif d'informer le lecteur et non d'approuver leur utilisation à une échelle opérationnelle.

Remerciements

Nous tenons à remercier MM. Benoît-Marie Gingras, Jean Lortie, Jean-Yves Allard, Denis Gélinas, Claude Picotin, Luc Lavergne, Patrick Lemay, Michel Houle et Louis Labrecque (MRNF) pour leur contribution à la réalisation de ce projet et leur aide précieuse lors du choix des sites et de l'installation des dispositifs expérimentaux. Nous remercions M. Normand Mercier pour la confection des godets

biodégradables ajustés à la volumétrie des cavités du récipient 25-310 et M. Luc Lafond (pépinière Reboisement Mauricie) pour la production des plants de fortes dimensions d'épinette blanche.

Nos remerciements s'adressent également à Mmes Sandra Larivée et Audrey Fournier Rousseau, étudiantes du Département de mathématiques et de statistique de l'Université Laval qui ont effectué les analyses statistiques d'une partie des données de ce projet sous la direction de MM. Mohammed S. Lamhamedi et Gaétan Daigle.

Le financement de ce projet de recherche est assuré par la DRF du MRNF accordé à M. Mohammed S. Lamhamedi (n° projet : 112310038). Les godets biodégradables à libération lente de fertilisants : Une nouvelle technologie pour améliorer le statut nutritionnel, stimuler la performance précoce des plants d'épinette blanche et atténuer les effets des changements climatiques au Québec).

OBJECTIFS GÉNÉRAUX DU PROJET

- i) Déterminer avec une grande précision la durée pendant laquelle les réserves initiales du plant et celles absorbées en azote (concentration foliaire et contenu total en pépinière) des PFD, en l'absence et en présence des godets en conditions contrôlées, peuvent subvenir à leurs besoins afin d'assurer une reprise et une bonne croissance des parties aériennes et des racines;
- ii) Comparer la fertilité de la rhizosphère et la performance morpho-physiologique (croissance, élongation des apex latéraux et principaux, échanges gazeux, nutrition minérale, etc.), en conditions contrôlées et sur deux sites de reboisement, des plants témoins et ceux pourvus de godets biodégradables de différentes durées de libération et de différentes concentrations de fertilisants à libération lente;
- iii) Quantifier et comparer l'allocation de la matière sèche et la séquestration du carbone des différentes parties des jeunes arbres (racines, rameaux, tiges et aiguilles) entre les plants témoins et ceux munis de godets.

N.B. Seuls les résultats préliminaires obtenus en conditions contrôlées, c'est-à-dire en serre, seront présentés dans ce rapport. Cependant, quelques résultats préliminaires observés sur deux sites de reboisement seront aussi présentés. Pour avoir des résultats fiables en plantations, les mesures doivent être effectuées sur une période d'une durée minimale de cinq ans. L'installation des dispositifs expérimentaux a été effectuée les 5, 17 et 18 juin 2008 (voir annexe 1).

MÉTHODOLOGIE SUCCINCTE

Le lot des plants d'épinette blanche (code culture : RM35EPB06-D62) utilisé pour ce projet a été produit dans le récipient 25-310 (25 cavités, 310 cm³/cavité) dans une pépinière forestière et satisfaisait les 25 normes et critères de qualité des plants en vigueur au Québec, notamment celle de la concentration foliaire en azote (catégorie A, qualité 1). Parmi les plants de ce lot destinés au reboisement, 40 plants choisis aléatoirement ont fait l'objet d'une évaluation de la fertilité du substrat et de plusieurs variables morpho-physiologiques (hauteur, diamètre, masse sèche des racines, des aiguilles, des tiges et des rameaux, analyse minérale séparée des aiguilles, des tiges et rameaux, et des racines, etc.). Les concentrations et les contenus des éléments minéraux et des oligo-éléments des godets ont été déterminés en utilisant un échantillon à raison de 10 godets par traitement, choisis aléatoirement. Cet échantillonnage a permis de vérifier si la variabilité des éléments minéraux et des oligo-éléments des contenus des godets était à la fois présente et acceptable à la suite de leur passage sur la chaîne de production. Avant l'analyse minérale, les godets de chaque traitement (combinaison : concentration et temps de libération) ont été broyés individuellement.

Statut nutritif initial et effets des godets biodégradables sur la performance morpho-physiologique des plants en conditions contrôlées

Cette expérience a été réalisée en serre pendant deux saisons de croissance consécutives sous des conditions environnementales optimales pour la croissance des plants d'épinette blanche (Été : températures jour = 25 °C, nuit = 18 °C; photopériode = 18 heures; automne : températures jour = 10-15 °C, nuit = 10 °C; photopériode journalière variable).



Le dispositif expérimental (**voir photo : Vue générale du dispositif expérimental**) a été installé le 27 juin 2008 et était constitué de cinq traitements répartis aléatoirement dans quatre blocs aléatoires complets [traitement témoin : plants témoins sans godet et quatre traitements de godets biodégradables : combinaison de deux concentrations (C1 et C2) d'éléments minéraux majeurs (N, P et K) et de deux temps de dégradation et de libération

des éléments minéraux contenus dans les godets (D1 et D2); [voir photo de la page couverture]. Les godets contenaient également les autres éléments minéraux (Ca, Mg et oligo-éléments). Les deux concentrations et le contenu total des éléments minéraux des godets de chacun des deux traitements ont été déterminés selon les standards de croissance et les besoins nutritifs des plants d'épinette blanche au moyen du logiciel *Plantec* de gestion de la nutrition minérale des plants forestiers au Québec. Les temps de dégradation des godets biodégradables (1 an et 2 ans) étaient contrôlés selon leur composition chimique (polymères, cellulose, etc.; **Brevet #**: 20050245638).

Un total de 100 plants a été empoté dans des pots de 3,8 L remplis d'un substrat (tourbe/vermiculite : 3/1), préalablement humecté, à une densité moyenne du substrat de $0,17 \text{ g/cm}^3$. Les pots ont été ensuite répartis aléatoirement à raison de 5 plants/traitement/bloc. Sous chacun des pots, une soucoupe permettait de récupérer toute perte de solution du sol. Cette solution était absorbée par capillarité ou remise, en cas de besoin, directement dans le pot le lendemain. Les teneurs en eau du substrat ont été mesurées par gravimétrie et ajustées (3 fois/semaine) afin de conserver la teneur en eau du substrat optimale (40 %, v/v) pour la croissance et pour les processus physiologiques de l'épinette blanche. Les pots dans chacun des blocs ont fait l'objet d'une permutation circulaire afin d'éviter les effets de certaines variations microenvironnementales sur la croissance, la physiologie et la température du substrat.

Trois échantillonnages destructifs ont été effectués et plusieurs variables reliées à la fertilité et à la morpho-physiologie des plants ont été évaluées :

- Échantillonnage 1 (fin 1^{re} saison de croissance : 14 janvier 2009. 2 plants/bloc/traitement) : hauteur, diamètre, masse sèche et analyse minérale des aiguilles (N, P, K, Ca et Mg et oligo-éléments), des tiges et des rameaux, des vieilles et des nouvelles racines qui sortaient des cavités et de la carotte initiale, masse et analyse minérale des godets après extirpation, concentrations et contenus des éléments minéraux et des oligo-éléments des godets, morphométrie des bourgeons et des primordia; fertilité et analyse minérale du substrat des pots des cinq traitements (N, P, K, Ca et Mg et oligo-éléments). La morphométrie des bourgeons (longueur, largeur et circonférence) a été analysée à l'aide d'un logiciel couplé à un binoculaire. À la fin de la première saison de croissance, les plants ont été entreposés en chambre froide le 4 février 2009 à 4 °C, puis remis en conditions optimales de croissance le 27 février 2009 pour débiter la 2^e saison de croissance.

- Échantillonnage 2 (après débourrement au début de la 2^e saison de croissance : 23 avril 2009. 1 plant/bloc/traitement) : En plus des variables mesurées lors du 1^{er} échantillonnage et à l'exception des variables reliées aux bourgeons, la longueur des nouvelles pousses de l'apex terminal et des quatre branches latérales les plus proches de l'apex a été mesurée.

- Échantillonnage 3 (après arrêt de croissance à la fin de la 2^e saison de croissance : 27 juillet 2009. 2 plants/bloc/traitement) : en plus des variables mesurées lors du premier échantillonnage et à l'exception des variables reliées aux bourgeons, les échanges gazeux (photosynthèse maximale à saturation, transpiration, conductance des stomates, etc.) et la surface spécifique des nouvelles aiguilles après formation des bourgeons ont été évaluées. Les échanges gazeux sont déterminés à l'aide d'un système ouvert (LC-Pro, ADC, Angleterre). Les concentrations de carbone des aiguilles, des tiges et des racines sont déterminées en laboratoire.

Les différents échantillons de racines ou de parties aériennes (tiges et rameaux, aiguilles) ont été broyés puis minéralisés à l'acide sulfurique en présence de sélénium et de peroxyde dans des tubes de digestion à 370 °C afin de quantifier la teneur en azote. La quantification de l'azote a été déterminée en utilisant un spectrophotomètre à flux continu (modèle QuickChem 8000, Lachat Instruments, Milwaukee, WI, États-Unis). Les autres éléments (P, K, Ca et Mg) ont été directement dosés dans la solution d'acide sulfurique diluée, à l'aide d'un spectromètre d'émission atomique au plasma (modèle ICAP 9000, Thermo Instruments, Franklin, MA, États-Unis). Pour ce qui est du substrat tourbeux, le dosage des éléments nutritifs a été fait au moyen d'une extraction à l'eau par compression.

Les analyses minérales du substrat, des godets et des plants sont effectuées par le laboratoire de chimie organique et inorganique (ISO/CEI 17025) du Service du soutien scientifique de la Direction de la recherche forestière (Forêt Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune).

L'évaluation des variables environnementales a été effectuée au moyen de plusieurs sondes branchées à un système d'acquisition de données (modèle CR10X, Campbell Scientific, Edmonton, Alberta, Canada). Ces sondes ont enregistré, de façon continue, la température du substrat et à la surface de la silice (modèle 107B, Campbell Scientific, Edmonton, Alberta, Canada), ainsi que l'intensité de lumière (modèle LI-190SB Quantum, LI-COR, Lincoln, Nebraska, États-Unis). La sonde de la variable « intensité lumineuse » a été installée dans un récipient vide, c'est-à-dire sans plants et sans substrat, et éloigné de l'ombrage de récipients pourvus de plants afin d'éviter l'atténuation de la lumière causée par les parties aériennes des plants en croissance. La température et l'humidité relative de l'air ont également été enregistrées à l'aide d'une sonde (modèle HMP35C, Campbell Scientific, Edmonton, Alberta, Canada), située à l'intérieur de la partie centrale de la serre.

Performance morpho-physiologique des plants d'épinette blanche en l'absence et en présence des godets biodégradables sur le site de reboisement

Trois dispositifs expérimentaux ont été installés sur trois sites différents (deux sites en milieu forestier après coupe et après scarifiage, un site en pépinière d'une production à racines nues présentement en

jachère). L'installation de ces trois dispositifs expérimentaux a été effectuée les 5, 17 et 18 juin 2008 (voir Annexe 1). La superficie de chaque dispositif était de 4,4 ha. Chaque dispositif, d'un total de 1 380 plants, était constitué de cinq traitements répartis de façon aléatoire dans quatre blocs aléatoires complets (traitement témoin : plants témoins sans godet et quatre traitements de godets biodégradables : combinaison de deux concentrations et deux temps de libération des godets). Chaque bloc contenait 69 plants (48 + 21 plants) pour un total de 276 plants par traitement. Les 48 plants ont été mis en terre à un espacement de 2 m x 2 m et seront mesurés à chaque année (hauteur, diamètre, survie, etc.) pour le suivi à long terme. Par contre, les 21 plants qui ont été mis en terre de façon intercalaire ont été assujettis à un échantillonnage destructif de 4 plants/bloc/traitement au cours des cinq premières années de croissance afin de mesurer les masses sèches des aiguilles, des racines, des tiges et des branches. Les quatre plants du premier bloc de chaque échantillonnage ont été choisis aléatoirement. Par contre, les quatre autres plants des blocs restants ont été choisis systématiquement puisque leur position est similaire aux quatre plants du premier bloc. Nos travaux antérieurs démontrent clairement que les plants intercalaires n'exercent aucun effet négatif sur la croissance ou la physiologie des plants forestiers résineux pendant les premières années de croissance.

Ces mêmes échantillons ont été utilisés pour connaître les concentrations des éléments minéraux et des oligo-éléments dans les godets biodégradables et les différentes parties du plant (aiguilles, tiges et rameaux, vieilles racines et nouvelles racines). La concentration de carbone dans les différentes parties des plants a été également évaluée. Les analyses minérales des godets et des plants, ainsi que celles du carbone ont été effectuées à partir de quatre échantillons composites par traitement. Un échantillon composite est constitué de quatre godets ou de quatre plants/bloc/traitement.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

1- Conditions contrôlées (serre)

a- Décomposition des godets et fertilité du substrat

- Après broyage des godets biodégradables neufs, c'est-à-dire non utilisés, les analyses minérales de ces godets issus des quatre traitements (D1C1, D2C2, D1C2, D2C1) démontrent l'absence d'une variabilité importante entre les godets de chaque traitement aussi bien en concentration qu'en contenu en éléments minéraux. Cela démontre que le mélange de la matière première et des fertilisants est très homogène au cours de la chaîne de fabrication des godets.
- La présence des godets a augmenté de façon significative la fertilité des substrats. Par exemple après 6,4 mois de croissance, la fertilité du substrat en azote minéral a augmenté, selon le

traitement, de 420 à 4800 % par comparaison à la fertilité des plants témoins c'est-à-dire en l'absence de godets et d'ajout de fertilisants.

- La libération des éléments minéraux contenus dans les cavités biodégradables, par exemple pour l'azote minéral, était maximale et presque quasi-totale dès la fin de la première saison de croissance c'est-à-dire après 6,5 mois de croissance des plants d'épinette blanche en serre pour les différents traitements évalués. Cela démontre qu'en présence de conditions optimales de croissance (lumière, teneur en eau du substrat, etc.), la libération des éléments minéraux est rapide et similaire entre les deux temps de libération des éléments minéraux (D1 et D2). Cette libération ne se fait pas de façon progressive sur une longue période c'est-à-dire tout au long de deux saisons de croissance surtout pour les deux traitements de libération longue des éléments minéraux (**D2C1** et **D2C2**).
- Après 11 mois de croissance en conditions contrôlées, la décomposition de la matière première des godets des différents traitements était très faible. La structure et la forme des godets des différents traitements étaient presque intactes (**voir planche**). En effet, le pourcentage de perte de masse des godets des différents traitements entre le début (godets neufs non utilisés : 27 juin 2008) et la dernière date d'échantillonnage (27 juillet 2009) des différents traitements variait entre 11,2 et 31,9 % (D1C1 = 12,2 %, D1C2 = 31,9 %, D2C1 = 11,2 %, D2C2 = 20,1%). Il serait intéressant d'optimiser la composition de la matière première, notamment celle des polymères biodégradables afin d'assurer une décomposition complète et rapide des godets biodégradables, ainsi qu'une libération des éléments minéraux échelonnée et progressive tout au long des deux premières saisons de croissance.

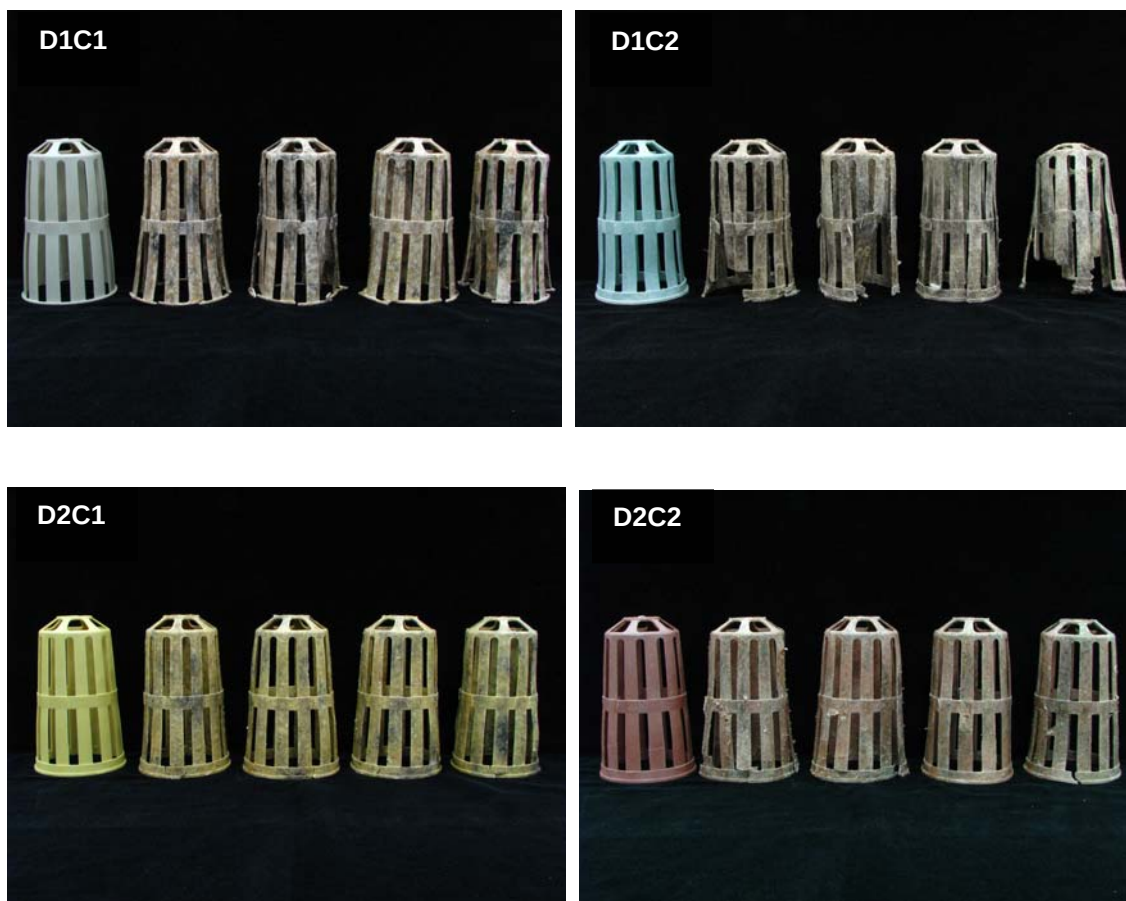


Planche 1. Structure et forme des godets des quatre traitements. Le godet à l'extrême gauche de chacun de ces traitements montre celui à l'état neuf tandis que les quatre suivants reflètent l'état de la décomposition après 11 mois de croissance en serre.

N.B. Tous les plants et les godets utilisés dans cette expérience en serre ont été photographiés à chaque date d'échantillonnage.

b- Morpho-physiologie des plants

- Important : La cinétique de croissance et de développement des plantes horticoles sont complètement différents de ceux des plants résineux.
- La survie des plants d'épinette blanche n'a pas été influencée de façon significative par l'ajout de godets biodégradables avant la mise en terre.
- L'ajout du godet n'a pas influencé de façon significative la croissance en diamètre et en hauteur (Témoin : 57,2 cm, D1C1 = 58,1 cm, D1C2 = 62,8 cm, D2C1 = 56,8 cm, D2C2 = 61,6 cm) après les deux premières saisons de croissance en serre. Cependant, les plants mis dans des godets ont

montré une élévation des branches latérales significativement supérieure à celle des plants témoins. L'absence de différence de croissance en hauteur entre les godets et le traitement témoin ne pourrait être due qu'au statut nutritif initial adéquat des plants témoins d'épinette blanche avant la mise en terre. Ce statut nutritif initial a permis aux plants témoins d'épinette blanche de se constituer des réserves leur permettant d'obtenir des élévations des apex terminaux relativement similaires à celles observées des plants munis de godets. Cependant, les plants témoins ont commencé à montrer des symptômes de déficience des éléments minéraux, surtout en azote à la suite de l'élévation de leurs apex terminaux, (voir photo prise le 27 juillet 2009).



Vue générale de la morphologie des plants d'épinette blanche selon les différents traitements : plant témoin à gauche avec un début d'apparition d'une chlorose légère suivi des plants des autres traitements : D1C1, D2C1, D1C2 et D2C2. À remarquer également, l'absence de différences en matière de croissance en hauteur entre les plants témoins et les traitements des godets). À notre avis, les effets positifs de l'ajout des godets sur la croissance en hauteur ne seront observés que lors des années subséquentes de croissance.

- L'utilisation des godets ajourés de larges fentes n'a pas perturbé l'initiation et la croissance des racines à l'extérieur de la carotte initiale. Après 11 mois de croissance en conditions contrôlées, les godets ont augmenté de façon significative la masse des nouvelles racines à l'extérieur des carottes initiales de 64 % par rapport aux plants témoins. L'initiation et la croissance rapide de ces nouvelles racines faciliteront l'installation des plants et l'accès aux différentes ressources, notamment l'eau et les éléments minéraux.



Photo. Croissance et développement des racines en présence des godets après 11 mois de croissance en serre (à gauche : en pot; à droite : après dépotage).

- Les plants en présence des godets ont montré une concentration foliaire d'azote significativement supérieure à celle des plants témoins tout au long des deux saisons de croissance. Par exemple, après 6,5 mois de croissance en serre, l'augmentation de la concentration foliaire d'azote variait, selon le traitement, de 48 à 72,4 % par comparaison aux plants témoins. Après deux saisons de croissance (dernière date d'échantillonnage : 27 juillet 2009), la concentration foliaire d'azote des plants témoins était de 0,61 % alors que celle des plants en présence des godets variait de 1,32 à 2,21 %.
- Les plants en présence des godets ont montré des taux de photosynthèse significativement supérieurs de 34 % par comparaison aux plants témoins après deux saisons de croissance. Cela explique les différences de croissance de nouvelles racines observées entre les godets et les plants témoins car la croissance des racines est intimement liée aux produits de la photosynthèse courante.

2- Sites de reboisement

a- Décomposition des godets

- La décomposition et la dégradation de la matière première des godets des différents traitements étaient également très faibles sur le site de reboisement. Par exemple, le pourcentage de perte de masse des godets des différents traitements entre l'état initial (godets neufs non utilisés : 27 juin 2008) et après deux saisons de croissance variait de 8,6 à 20,9 % (Site Saint-Bernard : D1C1 = 8,6 %, D1C2 = 23,8 %, D2C1 = 11,4 %, D2C2 = 20,9 %).

b- Morpho-physiologie des plants

- Important : Les données de deux saisons de croissance sont en cours de vérification et de traitement et elles n'ont pas encore été analysées statistiquement. Cependant, si l'on désire obtenir des résultats fiables des effets des différents traitements sur la performance morpho-physiologique des plants d'un site de plantation, il s'avèrera nécessaire d'évaluer leur performance pendant au moins cinq ans.

3- Conclusion générale

L'utilisation des godets dans des conditions contrôlées a permis une augmentation significative de la fertilité du substrat, de la concentration en azote des plants, de la croissance de nouvelles racines et de la photosynthèse. Cependant, il sera nécessaire d'optimiser la composition de la matière première, notamment celle des polymères biodégradables afin d'assurer une décomposition complète et rapide des

godets biodégradables, ainsi qu'une libération des éléments minéraux échelonnée et progressive tout au long des deux premières saisons de croissance.

ANNEXE 1 - Principales phases du projet

- Dépôt d'une proposition de projet de la part de M. Normand Mercier de la compagnie Plastiques Moore et de M. Gaétan Nadeau de Plas-Bio inc auprès de la Direction générale des pépinières et des Stations piscicoles (DGPSP) du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) du Québec (**6 décembre 2007**).
- La DGPSP a sollicité l'implication d'un chercheur de la Direction de recherche forestière (DRF) (**10 janvier 2008**). La DRF a répondu favorablement et a désigné M. Mohammed S. Lamhamedi comme responsable scientifique du projet.
- Première rencontre (**7 février 2008**) entre les partenaires (DRF, DGPSP, Plastiques Moore et Plas-Bio) dont l'objectif était de définir les responsabilités des partenaires, les principales phases du projet et les modalités d'exécution :
 - ✓ Composition chimique de la matière première des cavités biodégradables : M. Michel Mezza (France) et M. Gaétan Nadeau (Plas-Bio inc.).
 - ✓ Choix de l'architecture de la cavité biodégradable dans laquelle les carottes des plants d'épinette blanche sont insérées. MM. Benoît-Marie Gingras, Mohammed S. Lamhamedi, Normand Mercier et Jean Lortie.
 - ✓ Détermination des doses de fertilisants à utiliser lors de la confection des cavités biodégradables selon les besoins des plants d'épinette blanche. MM. Benoît-Marie Gingras, Mohammed S. Lamhamedi et Jean-Yves Allard.
 - ✓ Fabrication des cavités biodégradables spécifiques aux plants d'épinette blanche : M. Normand Mercier.
 - ✓ Choix des sites : MM. Benoît-Marie Gingras, Pascal Desjardins, Normand Mercier, Denis Gélinas, Claude Picotin, Luc Lavergne et Louis Labrecque.
 - ✓ Production de plants : M. Luc Lafond (pépinière Reboisement Mauricie).
- Conception scientifique et rédaction détaillée du projet lors des deux phases d'évaluation (pertinence et évaluation scientifique par les pairs). M. Mohammed S. Lamhamedi.
- Installation, mise en terre des dispositifs expérimentaux dans trois sites (**5, 17 et 18 juin 2008**) et un dispositif en serre (**27 juin 2008**), échantillonnages, mesurage, préparation des échantillons, analyses au laboratoire, saisie et vérification des données. MM. Mohammed S. Lamhamedi, Pascal Desjardins, Mario Renaud et Linda Veilleux. Aide ponctuelle : MM. Michel Houle et Patrick Lemay.

- Analyses minérales des échantillons (substrats, plants, godets après leur broyage) au laboratoire de chimie organique et inorganique de la DRF du MRNF et au laboratoire de la Faculté d'agriculture et des sciences de l'alimentation de l'Université Laval.
- Veille technologique, analyses statistiques des données, rédaction et transfert de connaissances. MM. Mohammed S. Lamhamedi, Pascal Desjardins, Mario Renaud et Mme Linda Veilleux. Les analyses statistiques ont été effectuées par deux étudiantes de premier cycle (Sandra Larivée et Audrey Fournier Rousseau) du Département de mathématiques et de statistique de l'Université Laval sous la direction de MM. Mohammed S. Lamhamedi et Gaétan Daigle.