



CCFB Feuillet 015

Centre canadien sur la fibre de bois

Faits sur la fibre



Des épinettes en apesanteur

L'épinette blanche est une essence d'importance pour l'industrie forestière canadienne et sa génétique est bien connue. Il reste encore tout de même quelques zones d'ombre. Quel est, par exemple, l'effet de la gravité sur l'expression de ses gènes? Pour répondre à cette question, 18 épinettes blanches ont effectué un séjour de 30 jours à bord de la Station spatiale internationale où leur taux de croissance a été comparé à celui de semis semblables restés sur la Terre. Voici le récit et la synthèse d'une expérience canadienne unique en génomique forestière.

À l'automne 2009, après une rencontre avec les responsables de l'Agence spatiale canadienne (ASC), qui cherchait des projets de recherche originaux à être réalisés dans l'espace, Jean Beaulieu, chercheur scientifique au Centre canadien sur la fibre de bois (CCFB) de Ressources naturelles Canada, a proposé de faire pousser des semis d'épinette blanche pendant 30 jours dans une chambre de croissance de la Station spatiale internationale (SSI) pour évaluer l'impact de l'absence de gravité sur cette espèce. Le projet a été accepté par l'ASC, mais avec la contrainte qu'il devait être réalisé très rapidement, car le programme des navettes spatiales tirait à sa fin. Un projet nécessitant la collaboration de plusieurs organisations a donc été rapidement élaboré et tous les préparatifs ont été menés à bien en quatre mois à peine, en vue du lancement par navette spatiale en avril 2010.

Les objectifs de cette expérience étaient d'aider les chercheurs à comprendre l'effet de l'apesanteur et de l'environnement spatial sur la croissance de semis d'épinette blanche en plus d'obtenir des indices sur le rôle de la gravité dans la forma-

tion des cellules des arbres, et donc sur la qualité du bois produit par nos essences canadiennes.

En avril 2010, 24 semis d'épinette blanche ont été envoyés à la station spatiale à bord de la navette spatiale Discovery. Au jour 3 de la mission, les semis ont été transbordés de la navette spatiale au laboratoire Destiny de la SSI. C'est l'astronaute T.J. Creamer, membre de l'équipage d'Expedition 22, qui a transplanté 18 de ces semis dans un petit conteneur et placé le conteneur dans l'incubateur développé par la NASA et appelé ABRS (Système de recherche biologique avancée). Au même moment, d'autres semis identiques ont été placés dans une chambre de croissance similaire dans un des laboratoires du Kennedy Space Center en Floride. Connue sous le nom d'APEX-CSA2 (expérience avancée sur les plantes en orbite), l'expérience a été dirigée par Jean Beaulieu du CCFB avec l'étroite collaboration de l'ASC et de la NASA.

Produits par embryogenèse somatique au Nouveau-Brunswick par la compagnie J.D. Irving Ltd, les semis utilisés étaient issus de trois lignées différentes. Six plants de chacune des trois lignées ont été sélectionnés pour pousser dans l'espace et sur terre, pendant 30 jours, à l'intérieur d'un incubateur où l'éclairage, la température et les paramètres atmosphériques étaient contrôlés. De nombreux défis se sont posés avant, pendant et après cette expérience inhabituelle. Par exemple, les 24 semis ont dû être entreposés à l'étroit dans une petite boîte de métal, quelques jours avant le décollage de la navette jusqu'au transfert dans la chambre de croissance quelques jours plus tard. Les semis devaient être dans un état physiologique permettant de conserver leurs bourgeons





Une des trois lignées d'épinettes blanches issues d'embryogénèse somatique au terme de leur période de croissance dans la Station spatiale internationale. Source : NASA



Une des trois lignées d'épinettes blanches au terme de leur période de croissance sur terre, dans le laboratoire du Kennedy Space Center, en Floride. Source : NASA



Tube développé au Kennedy Space Center pour permettre de fixer des échantillons d'organismes vivants en situation d'apesanteur. Source : RNCan

fermés jusqu'au début de l'expérience. Le débourrement devait avoir lieu rapidement afin de permettre la croissance d'une jeune pousse de tige et de racines nécessaires pour mesurer les effets de l'apesanteur durant le court temps alloué pour l'expérience. Enfin, les racines des semis ont été soumises à des conditions de croissance sans terre. Le substrat utilisé provenait de la compagnie Smithers-Oasis, comme celui qui est utilisé par les fleuristes.

Au sol, Jean Beaulieu et ses collaborateurs ont surveillé la croissance des plants au moyen de caméras vidéo et par télémétrie. Ils ont demandé aux astronautes de la SSI de les arroser au besoin. Après 30 jours de croissance, la tête et les racines nouvellement formées des semis ont été coupées et transférées dans des solutions de conservation et entreposées au froid. La récolte des échantillons sur les semis ayant poussé sur Terre a été réalisée par le personnel de la NASA en même temps que celle effectuée dans la SSI. La moitié des échantillons est revenue sur Terre en mai 2010 sur la navette Atlantis alors que l'autre moitié l'a été sur le dernier vol de la navette Discovery en mars 2011, presque un an plus tard.

Jean Beaulieu et son équipe ont constaté une croissance « normale » dans les deux cas (sur Terre et dans l'espace), mais après l'analyse de l'expression de 27 gènes, ils ont noté des différences dans l'expression de ces gènes, c'est-à-dire dans le nombre de molécules produites à partir de ces gènes. Des différences ont été observées pour des gènes qui affectent le fonctionnement et le développement des cellules, et cela pourrait avoir une incidence sur la formation du bois.

La réponse différente des plants dans l'espace et sur Terre a aussi influencé la morphologie des plants, par exemple la longueur des aiguilles et leur angle d'insertion sur les tiges. Ces observations constituent une première chez les arbres et c'est le dispositif expérimental exceptionnel mis en place dans la SSI qui a permis d'obtenir ces résultats. Presque les deux tiers des gènes ont produit un plus grand nombre de molécules transcrites en apesanteur que sur Terre. Bien que ces différences ne se soient pas révélées pour la plupart statis-

tiquement significatives, les trois gènes montrant des différences significatives ont été surexprimés en apesanteur. Ces résultats montrent donc clairement que les arbres sur Terre réagissent à la gravité.

Un des défis auxquels fait face le secteur forestier est de trouver un équilibre entre la demande croissante en fibres de bois et la nécessité de gérer de manière durable les écosystèmes forestiers pour répondre aux besoins des générations présentes et futures du Canada. Une meilleure compréhension de la génétique des épinettes blanches, une essence importante sur le plan économique, pourrait permettre un jour de créer des variétés génétiquement améliorées capables entre autres de faire face aux changements climatiques et de produire une fibre dont les caractéristiques rendraient l'industrie forestière canadienne plus compétitive.

La réalisation et le succès de ce projet sont le fruit d'une collaboration entre des chercheurs scientifiques du Service canadien des forêts, de l'Université Laval, de l'Agence spatiale canadienne, du ministère des Ressources naturelles du Québec, de la compagnie J.D. Irving Ltd du Nouveau-Brunswick et de la compagnie Smithers-Oasis. De plus, il faut souligner la collaboration essentielle de la NASA, sans qui ce projet n'aurait pas pu voir le jour.

Le présent *Faits sur la fibre* a été inspiré de l'article suivant :
Beaulieu, J. et al. 2013. Differential gene expression patterns in white spruce newly formed tissue on board the International Space Station. *Advances in Space Research* 52:760-772.

Pour de plus amples informations, veuillez contacter :

Jean Beaulieu

Centre canadien sur la fibre de bois
Jean.Beaulieu@RNCan-NRCan.gc.ca

Marie Deslauriers

Centre canadien sur la fibre de bois
Marie.Deslauriers@RNCan-NRCan.gc.ca

Photos de la première page, de gauche à droite : Récupération des échantillons d'épinette blanche avant la réalisation des études histologiques et d'expression des gènes. Source : ASC-CSA ; Semis d'épinette blanche à la fin de leur période de croissance dans l'incubateur du Kennedy Space Center. Source : NASA ; Vue de la Station spatiale internationale. Source : NASA