



# Impact Note: CFS Atlantic – Making a Difference

## Seed-source effects, assisted migration, and fitness

Scientists at the Canadian Forest Service - Atlantic Forestry Centre (CFS-AFC) have compared white pine (*Pinus strobus* (L.)) productivity from large, central Ontario (ON) and small, isolated Newfoundland (NL) populations from different latitudes. The declining population numbers and sizes of NL white pine have become an important conservation issue because they pose a threat to its survival as a naturally occurring species on the island (Newfoundland Forest Service 1997). A common garden experiment was used to quantify and compare adaptive traits of white pine from the two regions. The information gathered begins to address an issue of pressing concern to forest professionals: what are suitable seed-source (provenance) deployment strategies in light of climate change predictions?

Six populations of eastern white pine from NL and ON were planted under three silvicultural treatments (STs) as part of a white pine weevil incidence study in a common garden experiment at the Petawawa Research Forest near Chalk River, ON. It was reported earlier in another related study that seed from the small, isolated stands from NL were experiencing adverse changes as a result of increased inbreeding. It was unknown what impact, if any, this would have on productivity and fitness. Alex Mosseler and John Major, two research scientists with CFS-AFC, provided the first adaptive trait information for the small remnant white pine populations by comparatively examining the components of growth and other adaptive traits.

Eight years after planting, and across all STs, ON populations had greater total height (15%), current leader length (25%), basal diameter (12%), and tree volume (49%) than NL populations. When looking at the overall shoot growth from the three STs, one might assume that the NL populations had a slower growth rate than the ON populations. However, ON and NL had similar growth rates up to June 20 under all three STs. Furthermore, budset (shoot-length growth cessation) occurred 13 days later for ON than NL populations under all three STs.

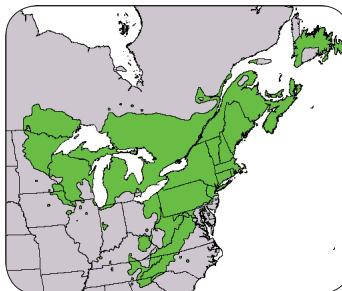
Northern provenances can set bud earlier than the southern provenances in common garden studies. Budset for species with predetermined growth is usually driven by day length; the average latitude difference between the ON and NL provenances was 3°. This represents an average of 2% more growth per day that the budset is delayed.

This may be a useful and productive, yet largely unexploited, basis for direct selection to improve tree growth and adapt to climate change. There is generally some variation in budset within populations to buffer environmental changes and maintain population fitness. With anticipated climate warming, assisted seed-source movement could be calculated based on these numbers. Moving seed sources northward 1° in latitude would potentially delay budset by approximately 4 days, and increase growth by 8%. Generally, white pine is tolerant to freezing damage and can be moved approximately 2° northward in latitude (Lu *et al.* 2003) without significant damage. Moreover, provenance impact on volume growth is also enhanced by increased diameter growth.

Seeds from NL stands should provide the basis for the restoration of white pine in the province. However, in the context of climate change, there should be discussion and action on the introduction of white pine seed from slightly more southern seed sources to be mixed with the local seed sources. Adding southern seed sources to local seed sources should provide increased genetic diversity and adaptive trait variation for natural selection and an increased probability of producing a fitter population than currently exists. There will be unfit individuals from external seed sources, just as in local populations, and these will be naturally selected against through mortality.

To maximize fitness in a changing environment, a conservative adaption strategy of assisted migration would include mixing local seed sources with more southern seed sources, particularly for smaller or disjunct populations.

**Lu, P., Joyce, D.G., and Sinclair, R.W. 2003a.** Geographic variation in cold hardness among eastern white pine (*Pinus strobus L.*) provenances in Ontario. *For. Ecol. and Manage.* 178: 329–340.



**Major, J.E., Mosseler, A., Barsi, D.C., Corriveau-Dupuis, B., and Campbell, M. 2009.** Impact of three silvicultural treatments on growth, light-energy processing and related needle-level adaptive traits of *Pinus strobus* from two regions. *Forest Ecology and Management* 257:168–181.

**Major, J.E., Mosseler, A., Barsi, D.C., Cloutier, A., and Campbell, M. 2009.** Impact of three silvicultural treatments on weevil incidence, growth, phenology, and branch-level dynamics of *Pinus strobus* from large and small populations. *Canadian Journal of Forest Research* 39:12–25.

**Newfoundland Forest Service. 1997.** A white pine protection strategy for Newfoundland and Labrador. Newfoundland Forest Service. File Report. 33 p.



#### For more information, please contact:

##### **John Major**

Ecophysiological Geneticist  
Genetic Diversity, Adaptation, and Climate Change  
Natural Resources Canada  
Canadian Forest Service – Atlantic Forestry Centre  
P.O. Box 4000  
Fredericton, NB E3B 5P7  
Tel: 506-452-3262  
Email: John.Major@NRCAN-RNCAN.gc.ca





## Note d'impact : SCF Atlantique – une différence importante

### Effets de l'origine des graines, migration assistée et valeur adaptative

Des scientifiques du Centre de foresterie de l'Atlantique (CFA) du Service canadien des forêts (SCF) ont comparé la productivité du pin blanc (*Pinus strobus* (L.)) provenant de grandes populations du centre de l'Ontario et de petites populations isolées de Terre-Neuve et croissant à différentes latitudes. Le déclin de l'effectif et de l'étendue des populations de pin blanc de Terre-Neuve est devenu un problème de conservation important, car il menace la survie de cette essence naturellement présente sur l'île (Newfoundland Forest Service, 1997). Un essai sur le terrain en conditions semblables a servi à quantifier et à comparer des caractères adaptatifs du pin blanc des deux régions. Les données ainsi recueillies sont les premières permettant d'aborder un problème de plus en plus pressant pour les forestiers professionnels : quelles sont les bonnes stratégies de déploiement de provenances (origines des graines) à utiliser compte tenu des prévisions sur l'évolution du climat?

Six populations de pin blanc provenant de Terre-Neuve et de l'Ontario ont été plantées dans le cadre d'un essai sur le terrain en conditions semblables dans la forêt expérimentale de Petawawa, près de Chalk River, en Ontario, et soumises à trois traitements sylvicoles (TS) différents dans le cadre d'une étude sur l'impact du charançon du pin blanc. D'après les résultats d'une précédente étude connexe, l'augmentation de la consanguinité avait des effets négatifs sur les graines provenant des petits peuplements isolés de Terre-Neuve. Nul ne savait quel serait, le cas échéant, l'impact sur la productivité et la valeur adaptative. Alex Mosseler et John Major, deux chercheurs scientifiques du CFA du SCF, ont fourni les premières données sur les caractères adaptatifs de la petite population toujours existante de pin blanc grâce à une étude comparative de composantes de la croissance et d'autres caractères adaptatifs.

Huit ans après la plantation, les populations d'Ontario avaient donné de meilleurs résultats que celles de Terre-Neuve pour ce qui est de la hauteur totale (15 %), de la longueur de la flèche de l'année courante (25 %), du diamètre basal (12 %) et du volume ligneux (49 %), peu importe le traitement sylvicole. Un examen de la croissance générale des pousses dans les trois TS pourrait laisser supposer que les populations de Terre-Neuve avaient un taux de croissance plus lent que celles d'Ontario. Or, les populations des deux provinces ont eu des taux de croissance similaires jusqu'au 20 juin dans tous les TS. De plus, l'apparition des bourgeons (arrêt de l'allongement des pousses) s'est produite 13 jours plus tard chez les populations d'Ontario que chez celles de Terre-Neuve dans tous les TS.

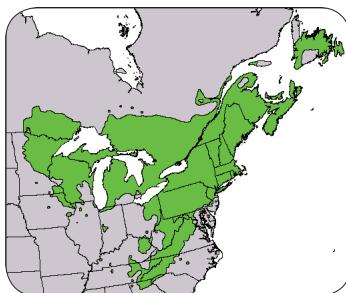
Les bourgeons peuvent apparaître plus tôt chez les provenances du nord que chez celles du sud dans le cadre d'essais en conditions semblables. Chez les essences à croissance définie, l'apparition des bourgeons est habituellement régie par la photopériode; la différence moyenne de latitude entre les populations de l'Ontario et de Terre-Neuve était de 3°, ce qui représente un gain de croissance moyen de 2 % pour chaque jour de retard dans l'apparition des bourgeons.

Il pourrait s'agir d'un moyen utile et productif, mais encore très peu exploité, de sélection directe permettant d'améliorer la croissance des arbres et de s'adapter à l'évolution du climat. En règle générale, l'apparition des bourgeons peut varier quelque peu au sein des populations, ce qui permet d'amortir des changements environnementaux et de préserver la valeur adaptative des populations. Compte tenu du réchauffement climatique prévu, il pourrait être possible de calculer à partir de ces données la migration assistée de provenances. Le déplacement de provenances de 1° vers le nord pourrait permettre de retarder l'apparition des bourgeons d'environ 4 jours et d'obtenir un gain de croissance de 8 %. En règle générale, le pin blanc tolère les gelures et peut être déplacé d'environ 2° vers le nord (Lu *et al.*, 2003) sans subir de dommage important. De plus, l'effet de la provenance sur l'accroissement en volume est accentué par un accroissement plus important en diamètre.

Les graines provenant de peuplements de Terre-Neuve devraient permettre de rétablir le pin blanc dans la province. Cependant, dans le contexte du changement climatique, il conviendrait d'envisager et d'entreprendre l'introduction de graines de pin blanc provenant de localités plus méridionales et leur utilisation en mélange avec des provenances locales. Le mélange de provenances plus méridionales à des provenances locales devrait permettre d'accroître la diversité génétique et la variabilité des caractères adaptatifs à des fins de sélection naturelle ainsi que la probabilité d'obtenir une population mieux adaptée qu'à l'heure actuelle. Tout comme les populations locales, les provenances externes produiront un certain nombre d'individus mal adaptés, qui seront éliminés par sélection naturelle (mortalité).

Pour maximiser la valeur adaptive dans un environnement en mutation, une stratégie adaptative prudente de migration assistée devrait notamment prévoir l'incorporation de provenances plus méridionales aux provenances locales, notamment pour les populations les plus petites ou isolées.

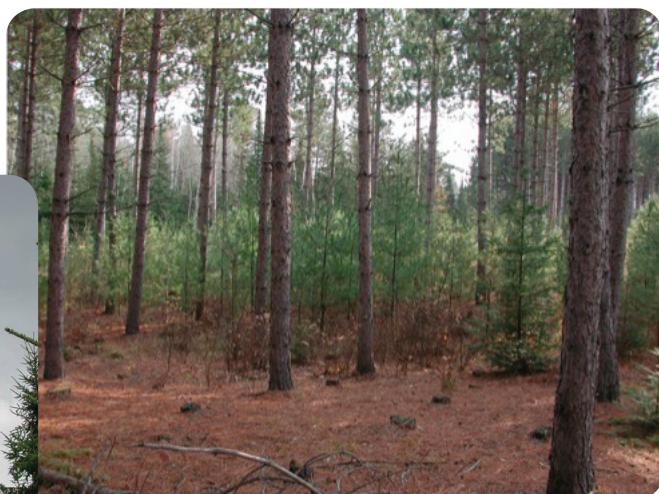
**Lu, P., Joyce, D.G., et Sinclair, R.W. 2003a.** Geographic variation in cold hardiness among eastern white pine (*Pinus strobus L.*) provenances in Ontario. *For. Ecol. and Manage.* 178: 329–340.



**Major, J.E., Mosseler, A., Barsi, D.C., Corriveau-Dupuis, B., et Campbell, M. 2009.** Impact of three silvicultural treatments on growth, light-energy processing and related needle-level adaptive traits of *Pinus strobus* from two regions. *Forest Ecology and Management* 257:168–181.

**Major, J.E., Mosseler, A., Barsi, D.C., Cloutier, A., et Campbell, M. 2009.** Impact of three silvicultural treatments on weevil incidence, growth, phenology, and branch-level dynamics of *Pinus strobus* from large and small populations. *Canadian Journal of Forest Research* 39:12–25.

**Newfoundland Forest Service. 1997.** A white pine protection strategy for Newfoundland and Labrador. Newfoundland Forest Service. File Report. 33 p.



**Pour de plus amples renseignements,  
veuillez communiquer avec :**

**John Major**

Généticien spécialisé en écophysiologie  
Diversité génétique, adaptation et changement climatique  
Ressources naturelles Canada  
Service canadien des forêts – Centre de foresterie de l'Atlantique  
C.P. 4000  
Fredericton (N.-B.) E3B 5P7  
Tél. : 506-452-3262  
Courriel : John.Major@RNCan-NRCan.gc.ca

