

Sommaire Recherche et développement



Valeur
au
bois

RDS 2009-07-F

Stratégies de séchage à haute température pour les bois à valeur ajoutée

Les industries canadienne et québécoise du bois de sciage résineux sont massivement orientées vers la production de bois d'œuvre pour le marché nord-américain de la construction résidentielle. Ce lien de dépendance rend notre industrie du sciage très vulnérable dans les périodes de décroissance économique. D'où l'importance de développer de nouveaux produits à valeur ajoutée et de nouveaux marchés pour les sciages résineux traditionnellement destinés aux produits de commodité. Or, les normes de qualité relatives à la fabrication de ces produits sont beaucoup plus restrictives que les normes régissant la production du bois d'œuvre. De plus, comme les produits à valeur ajoutée sont généralement fabriqués et utilisés à des teneurs en humidité beaucoup plus faibles que le bois d'œuvre, le bois est porté à gauchir davantage au cours du séchage. Les procédés et stratégies de séchage doivent donc être adaptés pour prendre en compte ces nouvelles exigences et difficultés. À cet égard, le séchage à haute température présente plusieurs avantages, entre autres un meilleur contrôle du gauchissement par le phénomène de la plastification du bois sous l'effet de la température et du lestage, des temps de séchage au moins deux fois plus courts que les procédés à moyenne température et une plus grande efficacité énergétique du procédé.



Figure 1 : Chargement de colombages d'épinette dans le séchoir expérimental.

Objectifs de l'étude

Le but ultime du présent projet était de développer des stratégies de séchage à haute température (HT) pour des produits à valeur ajoutée provenant d'essences secondaires ou d'essences traditionnellement utilisées pour le bois d'œuvre. Deux approches complémentaires ont été utilisées pour définir les stratégies de séchage, soit les essais en laboratoire et le développement d'un modèle mathématique de simulation du séchage à haute température. Les objectifs spécifiques étaient :

- d'expérimenter dans un séchoir de laboratoire des stratégies de séchage à haute température pour l'épinette blanche, le sapin baumier et le peuplier faux-tremble;
- d'adapter un modèle de séchage existant (DRYTEK) au séchage à haute température et de le valider pour le bois d'épinette blanche.

Méthodologie

Essais en laboratoire

Trois essais de séchage en laboratoire ont été effectués sur des colombages 2 x 4 (50 mm x 100 mm) de 8 pi (2,44 m) de longueur pour chacune des trois essences choisies pour l'étude, en variant les stratégies d'un essai à l'autre et d'une essence à l'autre. L'effet du prétriage (dans le cas du sapin baumier et du peuplier faux-tremble) a également été étudié. Un lestage de 160 lb/pi² (8 kN/m²) a été utilisé dans tous les cas. Le *tableau 1* montre un programme type de séchage à HT utilisé dans cette étude pour l'épinette non prétriee ainsi que le sapin et le peuplier contenant de l'aubier et du bois de cœur normal. Le *tableau 2* montre un programme de séchage hybride à moyenne température/haute température (MT/HT), expérimenté dans le cas du sapin et du peuplier contenant des pièces de bois de cœur humide (poches humides). Le suivi du séchage a été effectué par la pesée périodique de six planches témoins disposées dans le bout de l'empilement (*figure 1*). La teneur en humidité (H) cible était de 8 %.

Tableau 1 : Programme type du séchage à HT utilisé pour l'épinette ainsi que le sapin et le peuplier contenant de l'aubier et du bois de cœur normal.

Étape	Durée (h)	H _{moyenne} (%)	T _s (°C)	T _h (°C)	H _{équi} (%)
Réchauffement	4		99	98	17,2
Préétuvage	6-10		95	95	--
Séchage HT 1		> 30	105	94	6,8
Séchage HT 2		30-8	115	90	3,5
Refroidissement	2		115-90		--
Équilibrage	15		90	77,5	6,8
Conditionnement	4		90	84	11,0
Refroidissement	3		40		

Tableau 2 : Programme de séchage hybride MT/HT utilisé pour le sapin et le peuplier contenant du bois de cœur humide (poches humides).

Étape	Durée (h)	H _{moyenne} (%)	T _s (°C)	T _h (°C)	H _{équi} (%)
Réchauffement	4		60	59	21,8
Séchage MT 1		100-50	60	52	10,2
Séchage MT 2		50-40	63	52	7,8
Séchage MT 3		40-30	66	52	6,3
Étuvage	6		95	95	--
Séchage HT 1		30 - 20	105	94	6,8
Séchage HT 2		20 - 8	115	90	3,5
Refroidissement	2		115-90		--
Équilibrage	15		90	77,5	6,8
Conditionnement	4		90	84	11,0
Refroidissement	3		40		

Simulation du séchage

Le logiciel DRYTEK, mis au point conjointement par l'Université Laval et Forintek Canada Corp. pour la simulation du séchage à moyenne température de quatre essences commerciales résineuses de l'Est du Canada, a été adapté pour la simulation du séchage à HT (*figure 2*). Il s'agissait alors d'ajouter au modèle mathématique existant une équation pour simuler l'évolution de la pression dans le bois et de mesurer en laboratoire les paramètres physiques du modèle pour le séchage à HT. Des températures de 105 et 115 °C ont été considérées pour les essais de validation du modèle effectués sur le bois d'épinette blanche (*figure 2*).



Figure 2 : Dispositif expérimental pour les essais de validation : a) chargement dans le séchoir; b) capteurs de mesure de la pression et de la température dans le bois.

Résultats et discussion

La *figure 3* montre des courbes types de séchage obtenues pour le bois d'épinette blanche séché à HT. On note d'abord que la durée du séchage est d'environ le double de celle du bois d'œuvre, la période de préétuvage et la période d'équilibrage contribuant pour une bonne partie de cette différence. Il est également à noter que malgré la forte variation de la teneur en humidité initiale, les six planches témoins se retrouvent près de la teneur en humidité cible en fin de cycle (*tableau 3*). Le prétriage n'est donc pas une nécessité lorsque la teneur en humidité cible est inférieure à 10 %, à condition évidemment que le chargement ne contienne pas de pièces comportant des poches humides. Le *tableau 3* indique par contre un déclassement assez important des colombages après séchage. Le gauchissement est responsable de ce déclassement, ce qui est vraisemblablement le résultat d'un nombre élevé de gros nœuds sur certaines pièces.

La *figure 4* compare les courbes moyennes de séchage à HT obtenues pour le bois d'aubier/bois de cœur normal de sapin et de peuplier aux courbes de séchage hybride MT/HT obtenues pour le bois de cœur humide de ces deux mêmes essences. Une fois le bois de cœur comportant des poches humides séparé de l'aubier et du bois de cœur normal, le séchage à HT convient très bien à ces deux essences qui peuvent alors atteindre l'humidité cible de 8 à 9 % dans environ 5 jours. La variation de la teneur en humidité finale et le pourcentage de déclassement sont alors fort acceptables (*tableau 3*). Le séchage séparé du bois de cœur humide au moyen d'un programme hybride MT/HT double cependant la durée du séchage. Ceci a permis de minimiser la fourchette des teneurs en humidité finales mais un peu au détriment du déclassement. La proportion de pièces touchées par le collapse, contrairement aux chargements séchés sans prétriage, a par contre été très faible.

Tableau 3 : Distribution des teneurs en humidité avant et après séchage et pourcentage de perte de classe (Colombage à Utilité colombage) pour le bois d'épinette (EP), du sapin à cœur normal (SACN), du peuplier à cœur normal (PECN), du sapin à cœur humide (SACH) et du peuplier à cœur humide (PECH) (la valeur entre parenthèses est l'écart-type).

Essence	Humidité initiale (%)	Humidité finale (%)	Proportion entre 6% et 10%	Perte de classe (%)
EP	53,8 (35,8)	8,0 (1,4)	96	18
SACN	85,1 (27,7)	9,1 (1,1)	90	3
PECN	83,2 (9,7)	7,7 (1,1)	92	5
SACH	114,0 (24,8)	9,2 (1,4)	91	23
PECH	90,5 (16,7)	7,6 (1,0)	97	10

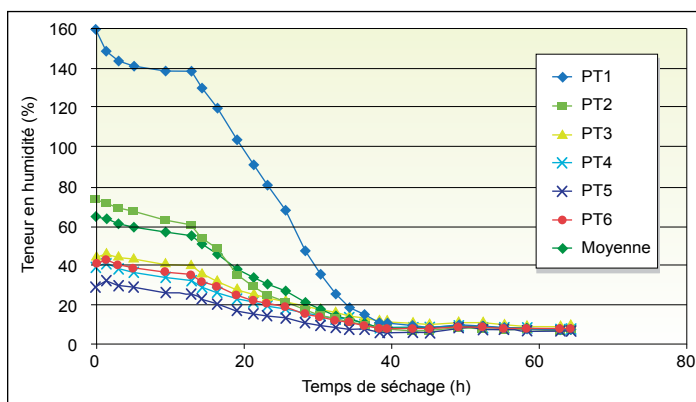


Figure 3 : Courbes types de séchage à HT obtenues pour le bois d'épinette blanche.

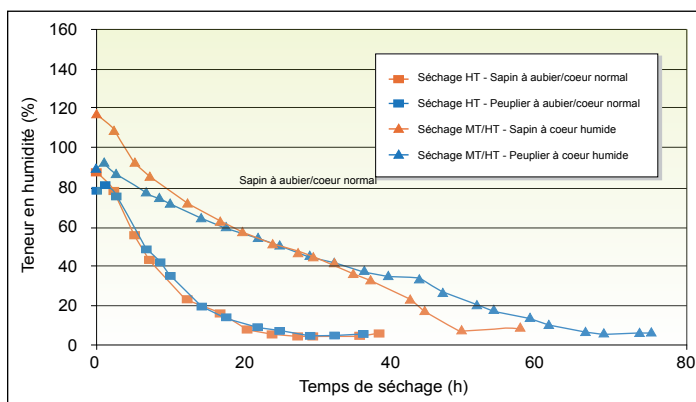


Figure 4 : Courbes moyennes de séchage à HT obtenues pour le bois d'aubier/bois de cœur normal de sapin baumier et de peuplier faux-tremble ainsi que les courbes moyennes de séchage MT/HT obtenues pour le bois à cœur humide de ces deux mêmes essences.

La figure 5 compare les résultats de la simulation du séchage à HT du bois d'épinette blanche avec les résultats expérimentaux obtenus du test de validation à 115 °C. Les deux types de résultats concordent très bien, tant pour l'aubier que pour le duramen (bois de cœur). Les résultats obtenus à 105 °C ont également été très similaires. Quant aux profils de teneur en humidité, la concordance entre les résultats expérimentaux et les valeurs simulées a été très bonne pour le bois de cœur; toutefois, pour les fortes teneurs en humidité de l'aubier, DRYTEK tend à prédire des profils trop plats. Pour ce qui est des profils de pression dans le bois, les valeurs simulées se sont avérées très proches des valeurs expérimentales, la pression au centre de la pièce de bois en début de séchage pouvant atteindre près d'une atmosphère (80-100 kPa) à la température de séchage de 115 °C, et environ 35 kPa à 105 °C. Il est donc important de prendre en compte l'effet de la pression sur le calcul de la force motrice du mouvement de l'eau dans le bois à haute température, du moins pour les teneurs en humidité supérieures à 30-40 %.

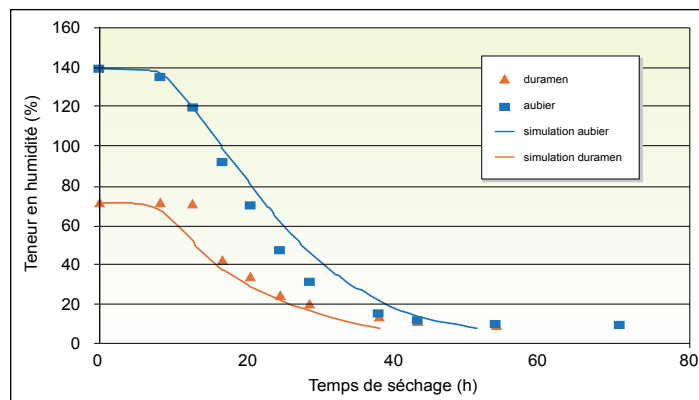


Figure 5 : Courbes de séchage moyennes expérimentales et simulées à 115 °C

Retombées potentielles de l'étude

Cette étude apporte aux industriels des données très utiles pour tout projet de conversion du séchage du bois d'œuvre au séchage de produits à valeur ajoutée. Bien que le séchage à haute température affecte la résistance mécanique du bois de façon non négligeable, plusieurs applications de produits à valeur ajoutée, même à des fins de charpente, ne sont pas touchées par cette contrainte. Si la stratégie de séchage est appropriée et ajustée aux caractéristiques du chargement (lestage, prétriage, prérobotage, programme hybride, etc.), le séchage à haute température, comme le démontre cette étude, peut donner rapidement un produit d'excellent qualité. Quant au programme de séchage comme tel, un outil de simulation tel que DRYTEK peut grandement faciliter la planification de projets en ce sens.



Conclusions

Le présent projet a démontré que les colombages 2 x 4 d'épinette blanche destinés aux produits à valeur ajoutée peuvent être séchés à une teneur en humidité cible de 8 % en moins de 3 jours. Les colombages de sapin baumier et de peuplier faux-tremble contenant du bois d'aubier ou du bois de cœur normal peuvent être séchés convenablement en 5 jours. Le séchage de colombages de sapin et de peuplier contenant du bois de cœur humide doit s'effectuer à l'aide d'un procédé hybride moyenne température/haute température. La durée du séchage varie alors entre 8 et 10 jours. La stratégie de séchage, dans tous les cas, implique nécessairement un lestage des empilements d'au moins 150 lbs/pi², une période d'équilibrage d'au moins 15 heures et un conditionnement de 4 à 5 heures en fin de cycle. Le modèle de séchage mis au point pour la simulation du séchage à haute température peut constituer un outil fort utile pour le développement de programmes de séchage appropriés ou l'optimisation de programmes existants.

Remerciements

L'Université Laval est très reconnaissante envers Ressources naturelles Canada – Service canadien des forêts pour l'appui financier qui a été accordé pour ce projet, ainsi que Forintek Canada Corp. pour leur contribution au développement de DRYTEK. L'auteur désire également remercier les D^r Maurice Defo et Aziz Laghdir, professionnels de recherche, les étudiants Javier Chung et Messaoud Nabhani, ainsi que les agents de liaison Benoit Schmidt, Industries Maibec inc. et Ted Szabo, du Gouvernement d'Alberta.

Pour tout renseignement supplémentaire sur ce sujet, veuillez communiquer avec :

Yves Fortin
Centre de recherche sur le bois
Université Laval, Québec
Tél : 418 656-7128 / Fax : 418 656-5262
yves.fortin@sbf.ulaval.ca

This R&D Summary is also available in English.

Partenaires du programme de recherche *Valeur au bois*



^{MC}FPIinnovations, son logo et Forintek sont des marques de commerce de FPIinnovations



**Valeur
au
bois**

Dans le cadre du programme *Valeur au bois*, financé par Ressources naturelles Canada, les conseillers industriels de Forintek offrent des services techniques aux entreprises de valeur ajoutée partout au Canada. Informez-vous des ateliers prévus dans votre région en consultant www.valeuraubois.ca, ou passez par le site (Support technique) pour toute demande de renseignement technique en rapport avec la transformation du bois.

Pour commander le rapport complet, adressez-vous à :

Marielle Martel
FPIinnovations – Division Forintek
Région de l'Est
publications.forintek@fpinnovations.ca
Tél. : 418 659-2647
Télé. : 418 659-2922

Helen Ramsay
FPIinnovations – Division Forintek
Région de l'Ouest
publications.forintek@fpinnovations.ca
Tél. : 604 224-3221
Télé. : 604 222-5690