

Le séchage artificiel du sapin (*Abies alba*) : une étape incontournable pour une meilleure valorisation

Le séchage du bois est une opération incontournable pour les scieries souhaitant se tourner vers la fabrication de produits type Bois Massif Reconstitué (BMR), Bois Massifs Aboutés (BMA). En effet, les exigences relatives aux colles utilisées pour ces usages sont très strictes sur l'humidité du matériau ; les sciages doivent présenter une humidité homogène de 13% \pm 2%. Conscientes de cet enjeu les Interprofessions Auvergne Promobois et Inter Forêt-Bois 42, dans le cadre d'un plan de valorisation de la sapinière du Massif Central, ont sollicité FCBA pour réaliser une étude sur le séchage du sapin pectiné.

Le séchage du sapin pectiné est un sujet qui n'a jamais été abordé jusqu' à présent, indépendamment de l'épicéa. Ces deux essences, aux caractéristiques proches, sont habituellement traitées comme une seule, tant d'un point de vue technique que commercial. En conséquence, il n'existe pas de conditions de séchage optimisées pour le sapin, permettant de garantir un séchage de qualité.

Dans le cadre de cette étude les objectifs qualitatifs fixés par les professionnels étaient les suivants : une humidité moyenne de 13% \pm 2%, une homogénéité de l'humidité dans le sciage, sur la longueur et l'épaisseur et dans l'ensemble du chargement, une flèche de face inférieure à 5mm/m, une flèche de chant inférieure à 4 mm/m et un tuilage inférieur à 3mm. A ces objectifs qualitatifs s'ajoutent des objectifs de durée de cycle en fonction des sections et des procédés. Ainsi, pour le séchage en air chaud climatisé, les durées de cycle visées sont de 7, 15 et 20 jours pour des sections respectives de 38x150mm, 75x225mm et 120x240mm. Pour le séchage sous vide, les durées de cycle attendues sont respectivement de 6 et 8 jours pour des sections de 75x225mm et 120x240mm.

Une méthodologie rigoureuse

Cette étude s'est déroulée selon 4 phases durant une période de 2 ans :

- Analyse des connaissances actuelles sur le séchage du sapin et enquête dans les scieries du Massif Central
- Essais de séchage dans le laboratoire de FCBA
- Essais de séchage sur 4 sites industriels
- Evaluation économique des conditions de séchage



Photo 1 : Chargement du séchoir air chaud climatisé du laboratoire de FCBA

a. Analyse des connaissances actuelles sur le séchage du sapin et enquête dans les scieries du Massif Central

L'analyse des connaissances actuelles a révélé la faible bibliographie existante sur le séchage du sapin pectiné. En effet, les études spécifiques sont quasi inexistantes. Des travaux menés dans les années 2000 par FCBA et le LERMAB sur le séchage de fortes sections de sapin-épicéa n'étaient pas spécifiques à l'essence (*Abies alba*) et n'avaient pas les mêmes contraintes qualitatives.

De leur côté, les fabricants de séchoir n'expriment pas de consensus sur les conditions de séchage à adopter pour sécher correctement le sapin avec des exigences d'humidité pour une production de BMR ou BMA. Les températures et les gradients de séchage ne sont pas identiques pour chacun.

Enfin, l'enquête conduite auprès de 4 sites de séchage en Auvergne a révélé que les méthodes de séchage adoptées par les entreprises étaient différentes. Au fil du temps, chacune d'elles a essayé différentes configurations pour améliorer, tantôt les durées de cycle, tantôt la qualité des sciages, avec des difficultés à trouver un compromis entre ces deux objectifs divergents.

b. Essais de séchage dans le laboratoire FCBA

Fort de ce constat, un plan d'expérience et d'échantillonnage a été établi et validé avec les scieries pour réaliser une série d'essais dans le laboratoire de séchage de FCBA. Ceux-ci ont été réalisés sur deux types de séchoirs : un séchoir traditionnel à air chaud climatisé et un séchoir sous vide. Trois sections de sciages ont été acheminées depuis l'Auvergne jusqu'à Paris pour ces essais : 38x150mm, 75x225mm et 120x240mm pour un total de 320 débits. Lors de cette campagne, 4 essais en séchoir sous vide et 8 essais en séchoir traditionnel ont été conduits. Les sciages utilisés pour les essais

ont été prélevés dans deux parties distinctes de grumes de sapin, à savoir sur une bille de 3 à 7 mètres au-dessus du pied et au-delà de 7 mètres.

Ce positionnement a été tracé et a permis d'associer les résultats des essais de séchage à une « position » basse ou haute des sciages dans la grume. Chaque essai a fait l'objet d'une qualification de la qualité du séchage sur les critères suivants : humidité moyenne, homogénéité de l'humidité du sciage, homogénéité de l'humidité de l'ensemble des sciages, déformations, fentes, présence de poches d'eau et durée de cycle. Pour cela, les sciages ont été pesés et examinés minutieusement, avant et après séchage, et suivis pendant toute la durée du cycle.

c. Essais de séchage sur sites industriels

Dans un deuxième temps, les conditions de séchage définies précédemment ont été testées dans des installations industrielles de séchage. Ainsi, 8 cycles de séchage (air chaud climatisé et sous vide), sur différents matériels et pour différentes sections de sciages ont été suivis, avec les mêmes critères de qualification du séchage que pour les essais en laboratoire. Pour chaque cycle réalisé, une pile de sciages (20 à 40 sciages suivant les épaisseurs) a servi de témoin à la qualité de l'ensemble du chargement.

d. Evaluation économique des conditions de séchage

Au final, une évaluation économique des solutions de séchage a été réalisée pour fournir aux industriels des éléments de positionnement économique de leur produit. Cette évaluation a été effectuée pour chaque section et chaque procédé testés dans l'étude. Les éléments et les valeurs pris en compte pour déterminer le coût de revient du séchage ont été validés avec les scieries.

Procédés	Essais	Sections (mm)	Température de séchage (°C)		Gradients de séchage
Air chaud climatisé	N°1	38*150	70		2,5
	N°2		60		3
	N°3		60		3
	N°4	75*225	70		2,5
	N°5		80		3
	N°6		60		2,5
	N°7	120*240	70		3
	N°8		80		2,5
Sous vide	N°9	75*225	67 -> 78	185	3
	N°10		69 -> 82	185	3,5
	N°11	120*240	80	385 -> 200	3
	N°12		65 -> 80	185	3

Tableau 1: Conditions de réalisation des essais en laboratoire

Quels que soient les procédés de séchage ou les sections des sciages, les objectifs de déformations ne constituent pas un point de blocage pour le séchage du sapin. En effet, aucun essai n'a fait apparaître de déformation non acceptable pour un usage en structure, en BMR ou en BMA.

Le vrai challenge réside dans l'obtention d'une humidité homogène dans la planche et sur l'ensemble du chargement, en respectant des durées de cycle compatibles avec une valorisation économique.

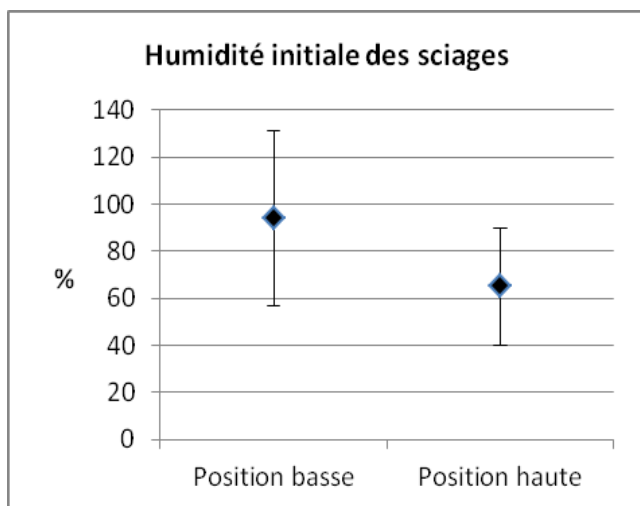


Figure 1 : Humidité initiale des sciages

Les essais de séchage en laboratoire ont montré une différence d'humidité initiale des sciages en fonction de leur position haute ou basse dans la grume (figure 1). Cette différence significative influe sur la masse d'eau à évacuer des sciages et donc sur le temps de séchage. Avec un procédé à air chaud climatisé, cette différence d'humidité des sciages sur l'ensemble du lot est atténuée par le séchage et la stabilisation finale et l'on peut obtenir un lot homogène en humidité (figure 2). Avec un procédé de séchage sous vide, il est quasiment impossible d'arriver à cette même homogénéité finale de l'humidité sauf, si l'on rallonge significativement le temps de cycle (figure 3). Cela s'explique par la rapidité du séchage sous vide qui ne permet pas aux sciages les plus humides de rattraper l'intégralité de leur retard au séchage.

Aussi, pour améliorer l'homogénéité finale de l'humidité dans le lot séché, le travail par campagne en fonction de la position de la bille dans la grume peut être une solution, si les volumes à traiter le

permettent. Lors des essais industriels, un lot de sciages de section 120x240 mm, provenant uniquement de la partie basse de la grume, a montré de très bons résultats sur l'homogénéité de l'humidité après son passage dans un séchoir sous vide.

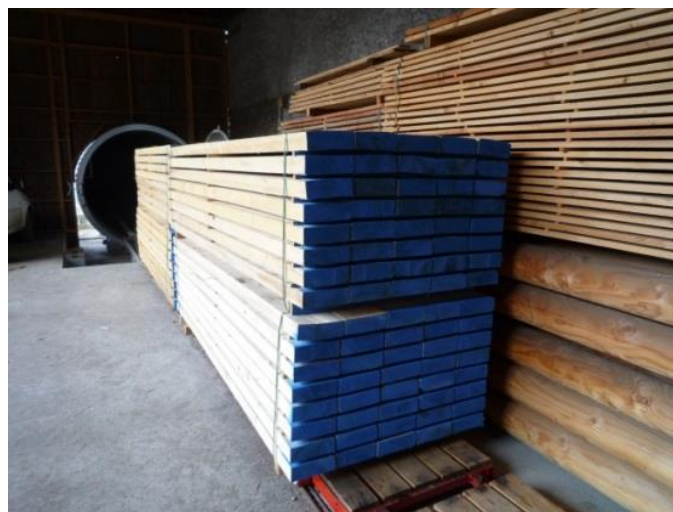


Photo 2 : Chargement d'un séchoir sous vide sur un des 4 sites industriels participant à l'étude

Néanmoins, cette qualité est obtenue au détriment des temps de cycle qui, excepté pour les faibles sections, sont plus longs que les objectifs affichés, rendant toute valorisation économique difficile. Obtenir une bonne homogénéité de l'humidité nécessite de ne pas faire un séchage trop rapide (cf. sous vide) et d'avoir une phase de stabilisation de l'humidité à la fin du cycle. Celle-ci peut être d'une dizaine d'heures pour les plus faibles sections, et jusqu'à 30 heures pour de fortes sections, comme le 120x240mm.

En moyenne, il faut compter 4 à 5 jours de séchage pour des sections de 30 à 40 mm, plus de 16 jours pour des sections de 70 à 80 mm et environ 25 à 30 jours pour des sections de 100 à 120 mm, avec un objectif d'humidité finale de 13% et une température de séchage de 70°C dans un séchoir à air chaud climatisé. Pour gagner du temps, on peut réaliser le séchage à 80°C sans risque pour les sciages, mais à condition de parfaitement maîtriser l'humidité relative de l'air pendant toute la durée du séchage. Dans le séchoir sous vide, les durées de cycle sont plus courtes mais au-delà des objectifs fixés, il faut compter 8 jours pour le séchage de 75x225mm et 15 jours pour le 120x240mm.

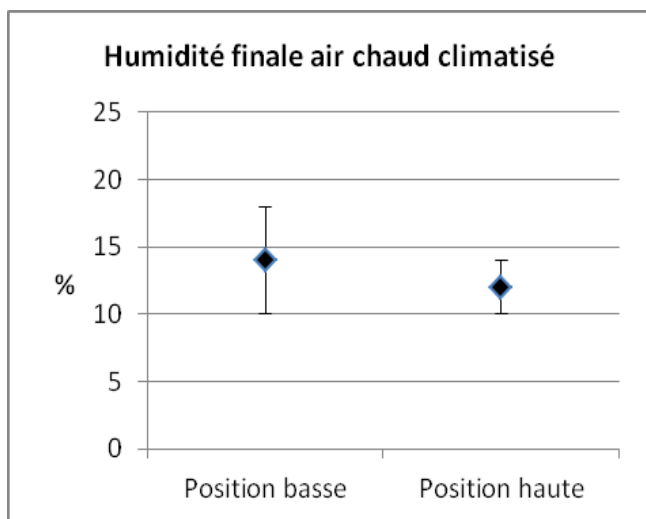


Figure 2 : Humidité finale en séchoir à air chaud climatisé

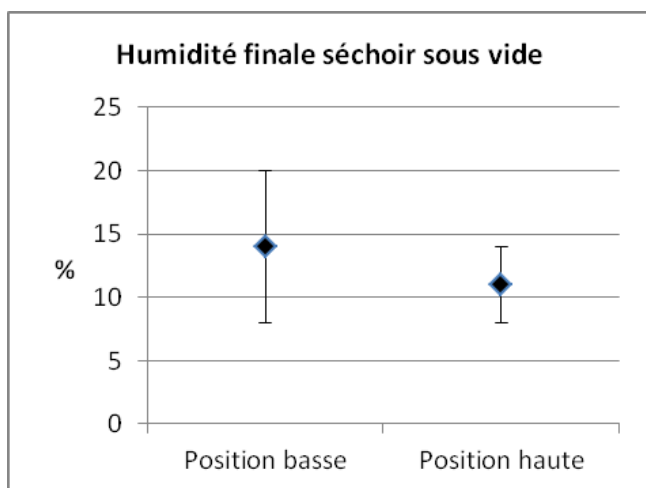


Figure 3 : Humidité finale des sciages en séchoir sous vide

L'évaluation économique des solutions de séchage apportées montre que, pour les sections 75x225mm et 120x240mm, le coût de revient est trop élevé et particulièrement dans le cas du séchage sous vide. Les durées de cycle ont un impact d'une part sur les consommations d'énergie et, d'autre part sur les capacités de production. Entre les objectifs initiaux de durées de cycle et les résultats obtenus lors de cette étude, le coût de revient est impacté respectivement de 5 et 26% pour les sections 75x225mm et 120x240mm en séchoir à air chaud climatisé. Pour ces mêmes sections, l'impact des durées de cycle rallongées sur un séchoir sous vide représente une augmentation de 23% et 39% du coût de revient.

Pour les industriels, un choix devra être établi entre la qualité du séchage liée aux exigences d'humidité et le temps de cycle, en fonction de l'utilisation ou de la destination des sciages.

Les voies d'amélioration

Dans la perspective d'une amélioration de la qualité du séchage du sapin en respectant des temps de séchage plus courts, plusieurs solutions sont envisageables. Le temps de séchage du sapin est fortement impacté par son humidité initiale et la dispersion de cette humidité, indépendamment de la section. Il peut être intéressant de pratiquer un ressuyage des sciages, naturel ou artificiel (préséchoir), afin de réduire le taux d'humidité des sciages avant séchage en dessous de 50%. Dans le cas d'un ressuyage artificiel, le taux d'humidité peut même être descendu à 30%. Dans ces conditions l'homogénéité initiale de l'humidité sera meilleure, et le temps de cycle en séchoir sera réduit. En contrepartie, le stock de sciages devra être augmenté et les coûts liés à l'immobilisation, pris en compte dans le coût de revient. De plus, pour le préséchage artificiel, l'ensemble des coûts liés à cette opération devra être évalué pour s'assurer de son intérêt économique en fonction, entre autres, des volumes annuels de production.

Une autre solution, compatible avec le préséchage, est d'augmenter la température de séchage à 80°C pour accélérer la migration de l'eau dans le bois. Les essais en laboratoire à cette température ont montré que le sapin la supportait sans générer de fente ou déformation supplémentaire, en outre les temps de cycle étaient réduits de façon non négligeable. Le frein actuel est la capacité du matériel, qui est généralement dimensionné pour travailler à une température de 70°C à 75°C maximum.

Autres pistes à explorer :

- Travailler avec des colles qui permettraient un collage à un taux d'humidité plus élevé (16% à 18%) pour réduire les temps de cycle de séchage.
- Engager un travail de recherche permettant de déterminer les causes de la formation des poches d'eau dans le sapin. Comprendre ce phénomène pourrait peut-être permettre de régler les problèmes d'hétérogénéité de l'humidité.

Contact :

Gabriel ROBERT
Ingénieur Etudes & Recherche
Tél. 01 40 19 81 05
gabriel.robert@fcba.fr

FCBA – Pôle 1^{ère} TRANSFORMATION
APPROVISIONNEMENT
Section CIAT
10 avenue de St Mandé, 75012 Paris



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

Etude financée par



Premier ministre
Ministère de l'espace rural
et de l'aménagement du territoire



Datar
Massif central

Rhône-Alpes
Région