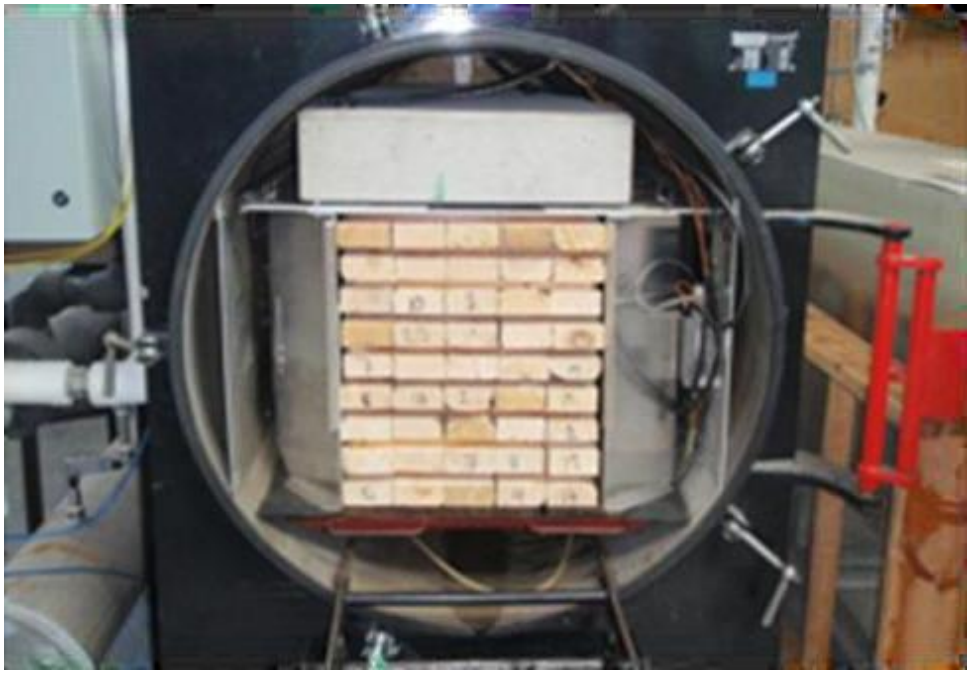
Évaluation du potentiel du procédé de séchage sous vide pour le bois de sapin baumier

Aziz Laghdir
Dany Normand

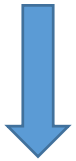
Ateliers-Conférences sur le séchage du bois pour une valeur ajoutée
– 11-12 avril 2019 –



Généralités sur le séchage sous vide

Principe de fonctionnement

- Procédé s'opère dans une enceinte étanche à une pression inférieure à la pression atmosphérique



Conséquences

- Diminution du point d'ébullition de l'eau
- Intensification de l'évaporation en surface
- Apparition des gradients de température et de pression selon l'épaisseur, favorables au flux de l'humidité
- Réduction, partielle ou totale, du processus de la décoloration du bois

SEREX

Plan de la présentation

1. **Introduction : généralités sur le séchage sous vide**
2. **Séchage sous vide du sapin baumier par convection**
3. **Séchage sous vide du sapin baumier par conduction**
4. **Conclusions**

SEREX

Généralités sur le séchage sous vide

Les procédés de séchage sous vides se séparent en deux catégories :

- Procédés sous vide discontinu
- Procédés sous vide continu :

  séchoirs à plaques chauffantes,

  séchoirs à vapeur surchauffée,

  séchoirs à mélange air-vapeur,

  séchoirs à haute fréquence,

La principale différence entre les procédés tient au mode de transfert du chaleur au bois :

- Convection
- Conduction

SEREX

Principaux avantages du séchage sous vide

Productivité :

- Les temps de séchage sont relativement courts en comparaison au séchage conventionnel (température d'ébullition de l'eau à 103 kPa est de 100°C, et à 12 kPa est de 50°C)
- La conductivité hydrique effective s'accroît avec la réduction de la pression, favorable au transfert de masse (déplacement de l'eu dans le bois)

Qualité :

- Limite l'apparition des gerces, des fissures et des contraintes résiduelles
- Réduction des problèmes de coloration chimique occasionnés par l'oxydation de certains composés présents dans le bois

Énergie :

- Minimise les pertes de chaleur
    - Aucun échange d'air avec l'extérieur

SEREX

Séchage sous vide par convection

Caractéristiques du séchoir

- Modèle :Eurovac Kit 450
- Longueur : 12 pi (3,6 m) de
- Diamètre : 50 po (1,2 m),
- Volume net : 4 m^3



Le système de chauffage est à l'huile thermique (jusqu'à 90 °C)

La ventilation installée au fond du cylindre

La vitesse de l'air est ajustable, jusqu'à 7 m/s entre les rangées de bois

Le vide est obtenu à l'aide d'une pompe à anneau liquide Sihi XPa-103 de 4 hp de puissance nominale

L'homogénéisation du flux d'air est assurée par deux déflecteurs mobiles fixés sur les deux cotés de la charge de bois

SEREX

Caractéristiques des planches de bois

- Essence : Sapin baumier
- Dimensions : 2 (po) x 4 (po) x 8 (pi)
- Qualité : #1
- Présence de la moelle dans la plupart des planches
- Présence des zones de poches d'eau
- Humidité initiale : 100 – 175 %

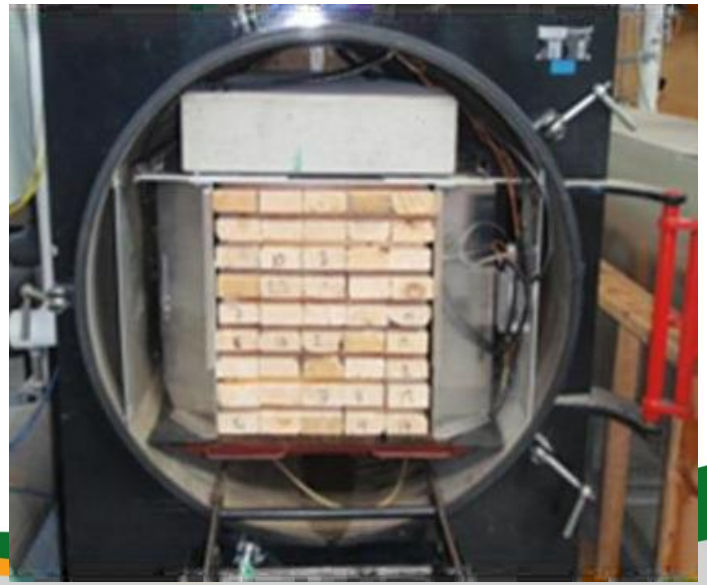


SEREX

Description de la charge de bois



- 45 planches
- 9 rangées (5 planches par rangée)
- espacement des lattes : 0,6 m (2 pi).
- dimensions des lattes : 19 mm en épaisseur et de 50 mm en largeur.
- lestage d'environ 7,2 kN/m^2 (92 lb/pi^2)



SEREX

Séchoir sous vide par conduction

- Cylindre de 2,6 m de longueur et 0,7 m de diamètre
- Pompe à vide ajustable pour réaliser et maintenir plusieurs niveaux de vide
- Deux plaques en aluminium
- Capacité : une seule rangé de trois planches (2x4x8)







SEREX

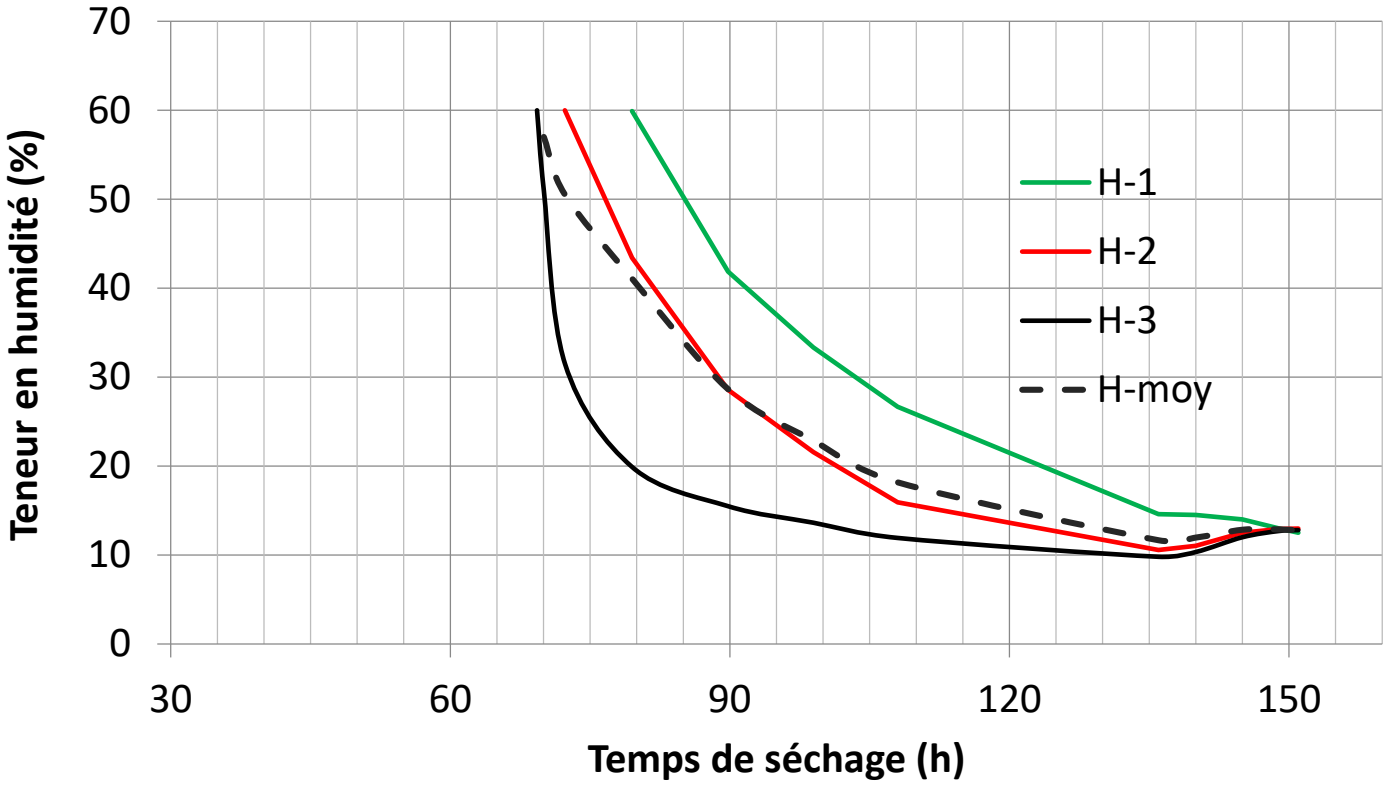
Programme de séchage

Étape	Gamme de teneur en humidité (%)	Durée (h)	Pression (kPa)	T_s (^oC)	HR (%)	T_h (^oC)	$H_{équi}$ (%)
Préchauffage	--	--	60	60	--	--	20
Séchage 1	Vert-50	--	17	65	85,3	54,4	15,5
Séchage 2	50-30	--	15	65	60	55	8,5
Séchage 3	30-12	--	11	65	44	49,4	5,6
Équilibrage/ Conditionnement	12	15	17	63	77	55,5	12,4
Refroidissement	--	1	101,3				

p_{vs} (60) = 19,94 kPa
p_{vs} (63) = 22,0 kPa
p_{vs} (65) = 25,03 kPa

SEREX

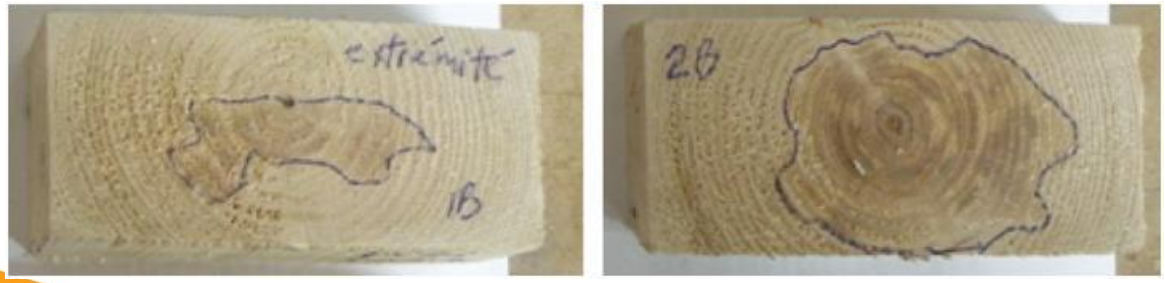
Courbes de séchage par convection



SEREX

Séchage sous vide par convection – teneur en humidité –

Teneur en humidité (%)		Proportion entre 10 et 14% H
initiale	finale	
139,2 (36,3)	12,7 (3,9)	63



SEREX

Séchage sous vide par convection – retrait –

Retraits	
Rive	**Face**
2,1 *(0,95)*	1,8 *(0,77)*

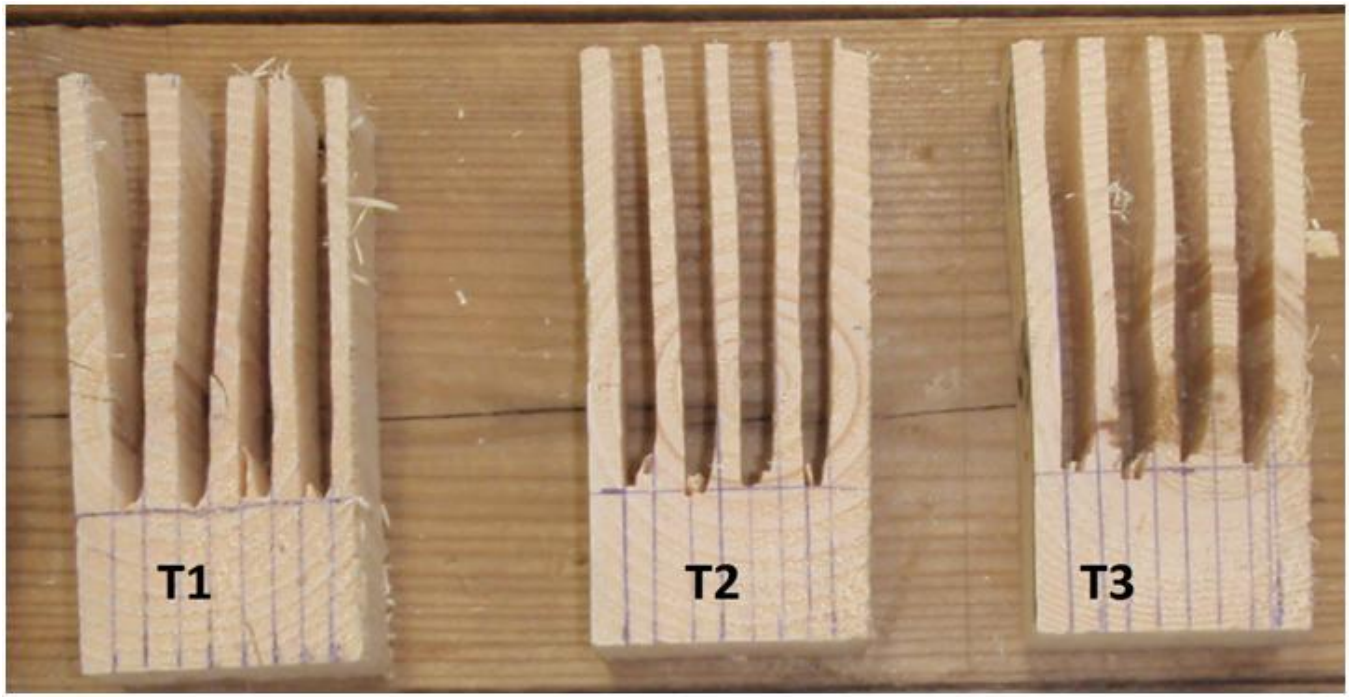
SEREX

Séchage sous vide par convection – gauchissement –

Déformations de gauchissement		
Voilure (mm)	**Cambrure (mm)**	**Torsion (mm)**
1,5 *(2,0)*	0,8 *(1,8)*	2,1 *(1,9)*

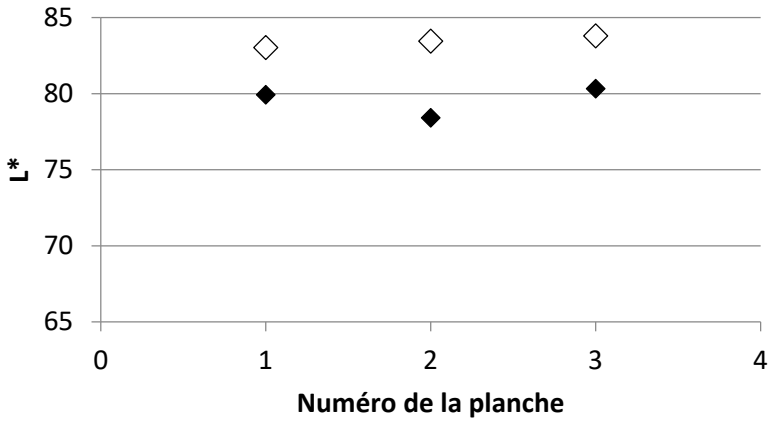
SEREX

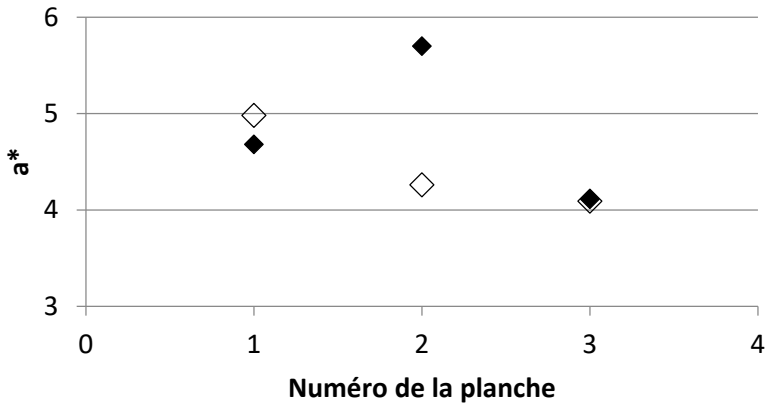
Séchage sous vide par convection – contraintes résiduelles –

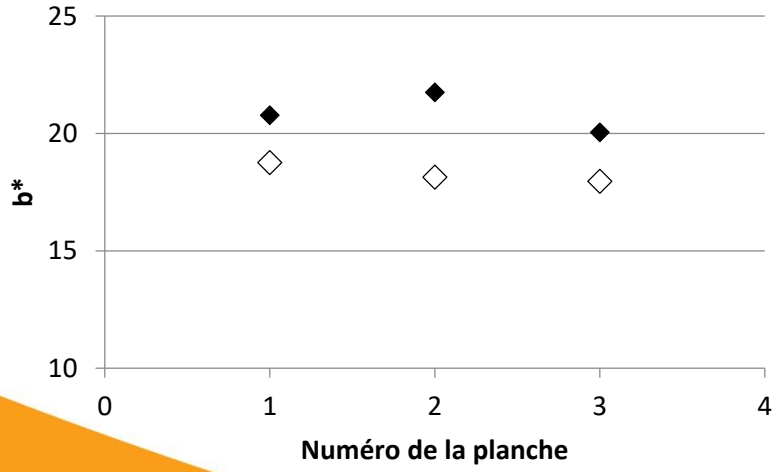


SEREX

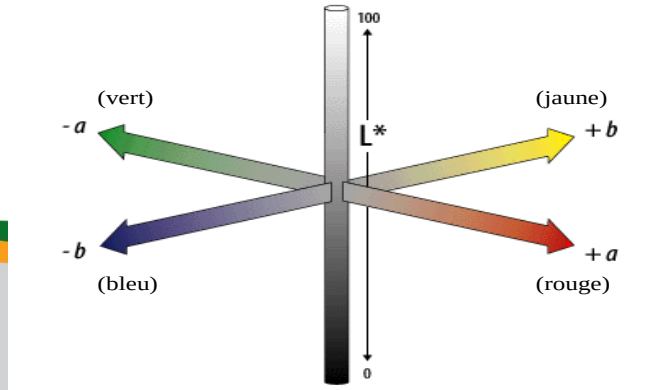
Séchage sous vide par convection – couleur –





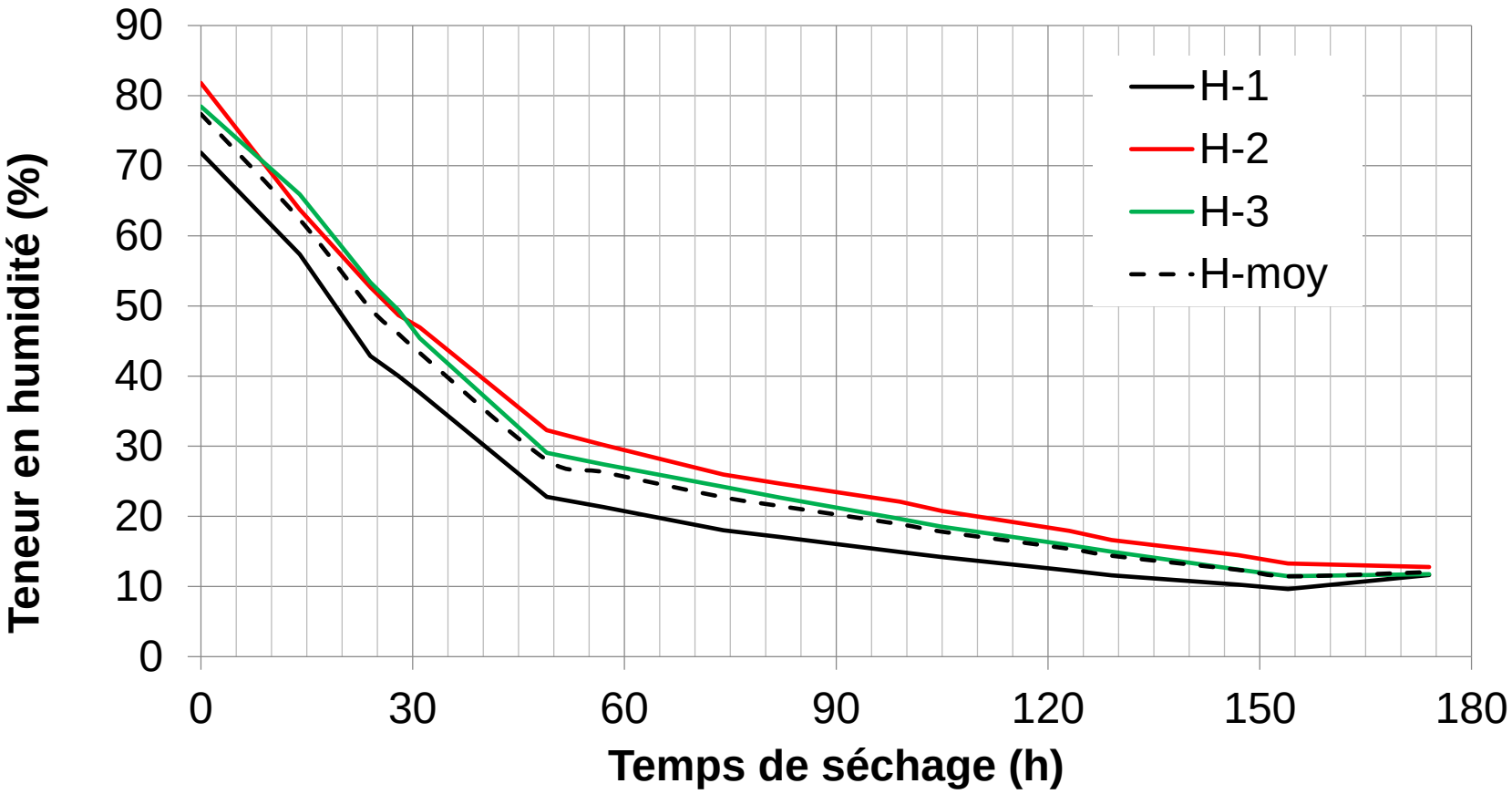


Appréciation visuelle	ΔE
Légère	< 3
Appréciable	3 – 6
Importante	6 – 12
Très importante	> 12



SEREX

Courbes de séchage par conduction



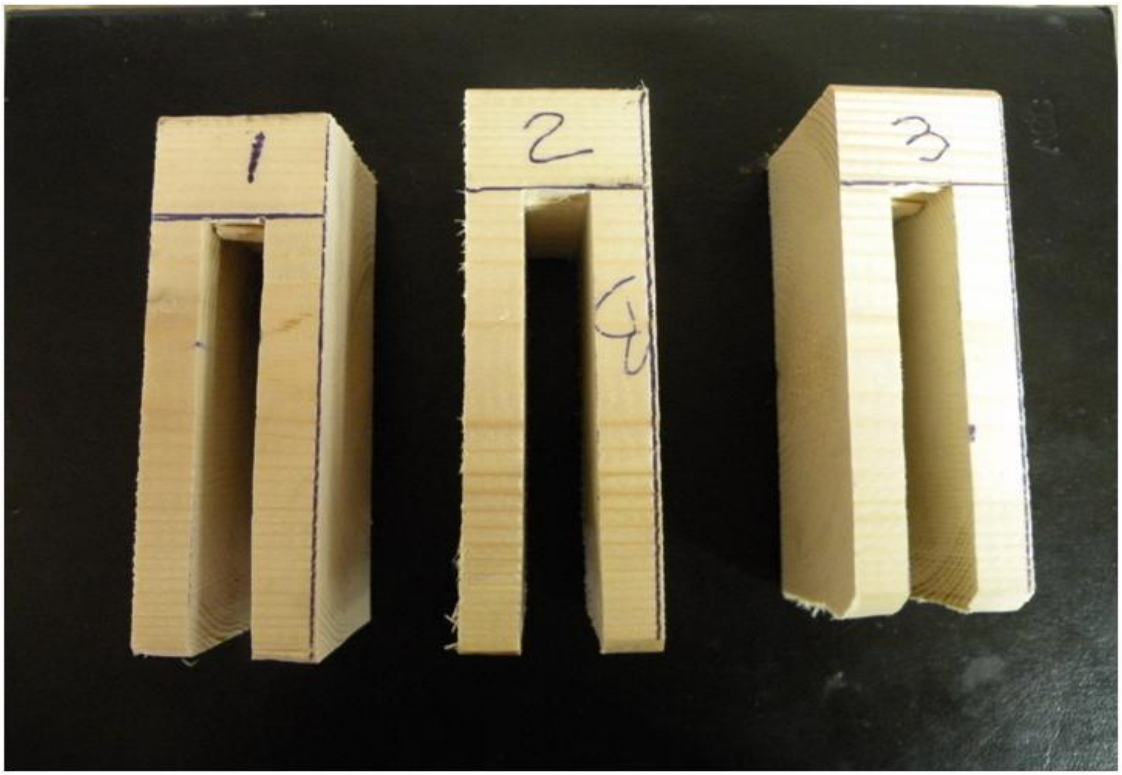
SEREX

Séchage sous vide par conduction – humidité, retrait, gauchissement –

Numéro de la planche	Retrait de rive (%)	Retrait de face (%)	Voilure (mm)	Cambrure (mm)	Torsion (mm)
1	1.8	1,3	1,3	0,6	1,9
2	2,0	1,8	2,1	0,9	2,4
3	1,9	1,4	1,4	0,7	2,0
moyenne	2,0 *(0,07)*	1,5 *(0,26)*	0,7 *(0,44)*	0,7 *(0,15)*	2,1 *(0,26)*

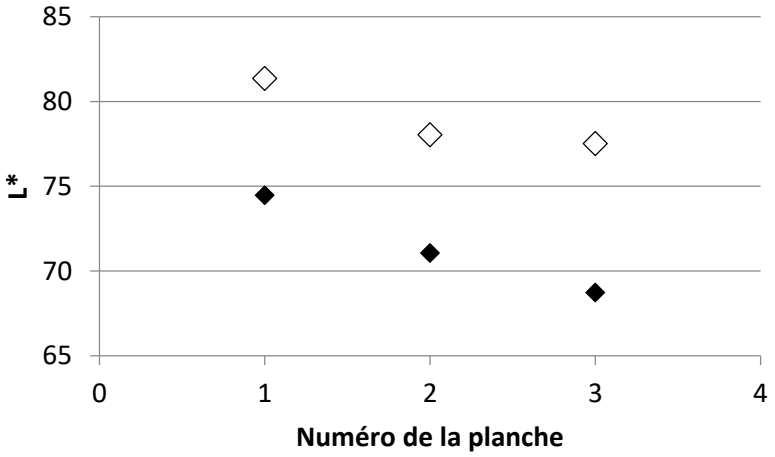
SEREX

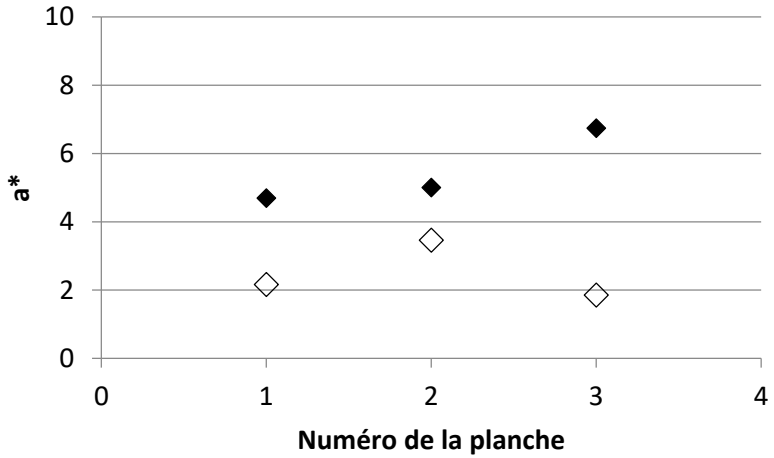
Séchage sous vide par conduction – contraintes résiduelles –

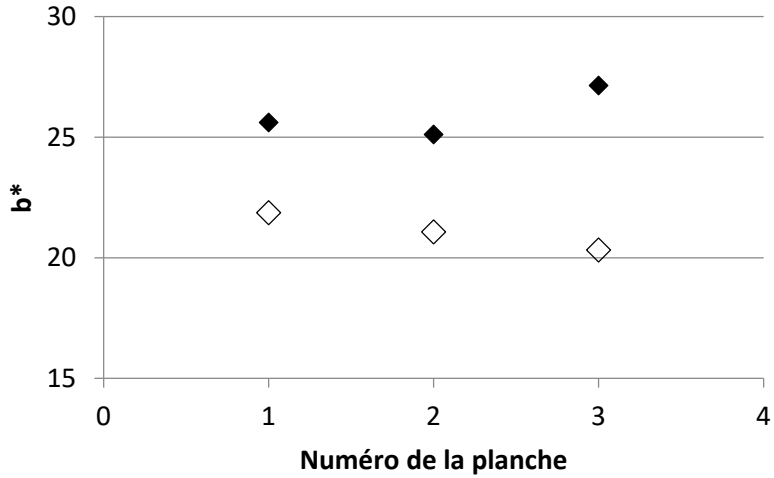


SEREX

Séchage sous vide par conduction – couleur –







SEREX

Conclusions

Le temps de séchage sous vide du sapin baumier était de 150 heures par convection et 175 heures par conduction

Le taux de séchage durant la première phase (au-dessus du PSF) est très important, particulièrement dans le cas du procédé par convection

Les déformations de retrait sont comparables dans les deux procédés, mais sont relativement moins élevées à celles obtenues dans les procédés conventionnels

Très peu de contraintes résiduelles du séchage ont été générées dans le bois

La variation de la couleur engendrée par les deux procédés est très faible et demeure par conséquent moins perceptible à l'œil humaine

SEREX

Merci pour votre attention