



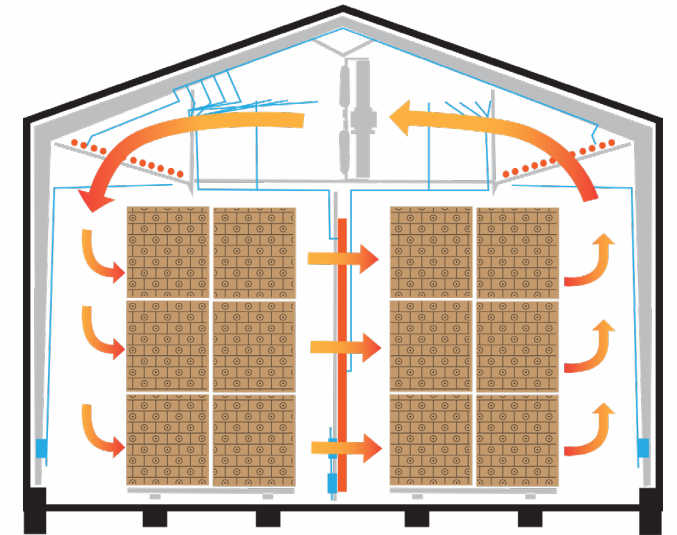
L'IMPORTANCE DE LA VENTILATION DANS LES SÉCHOIRS

Ateliers-Conférences sur le séchage du bois du CIFQ, 24 avril 2025

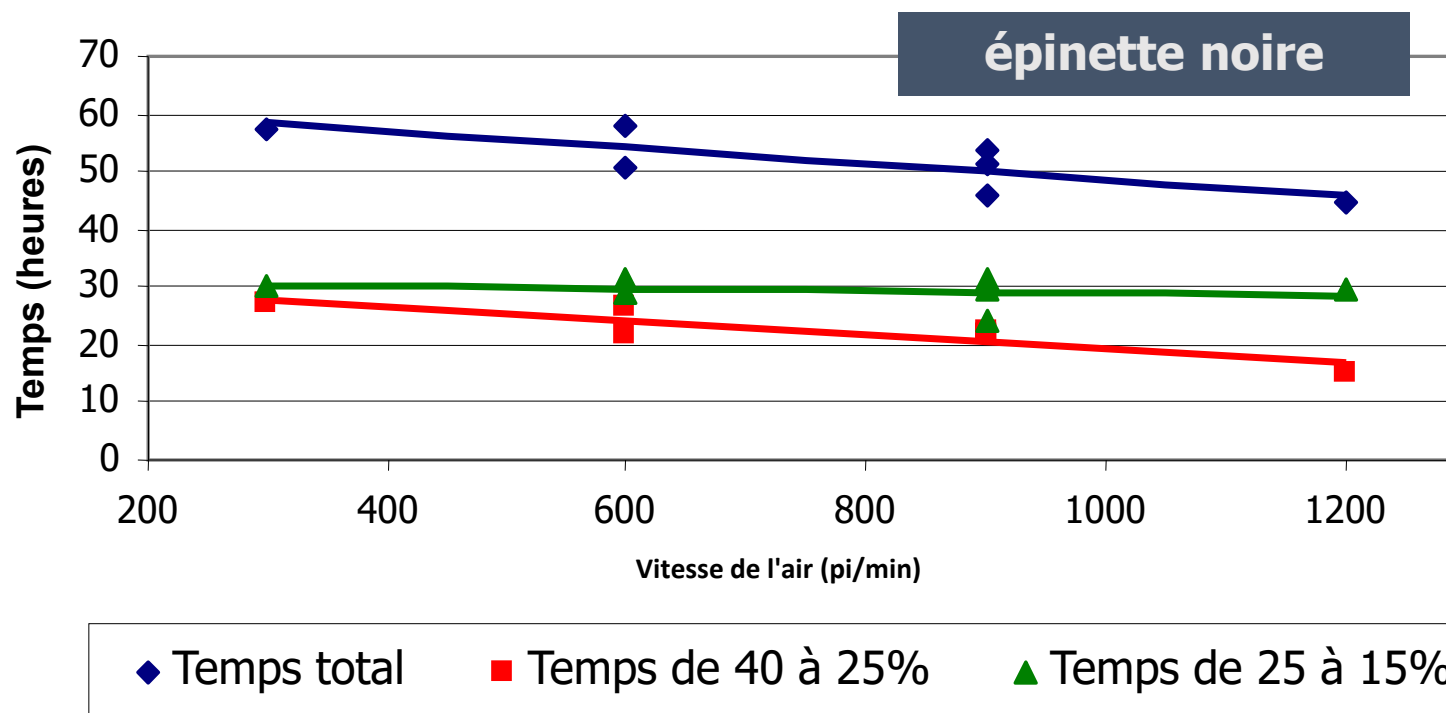
Vincent Lavoie, ing. f., M. Sc., Chercheur Lead Séchage du Bois

L'AIR C'EST « VITAL » MÊME DANS LES SÉCHOIRS

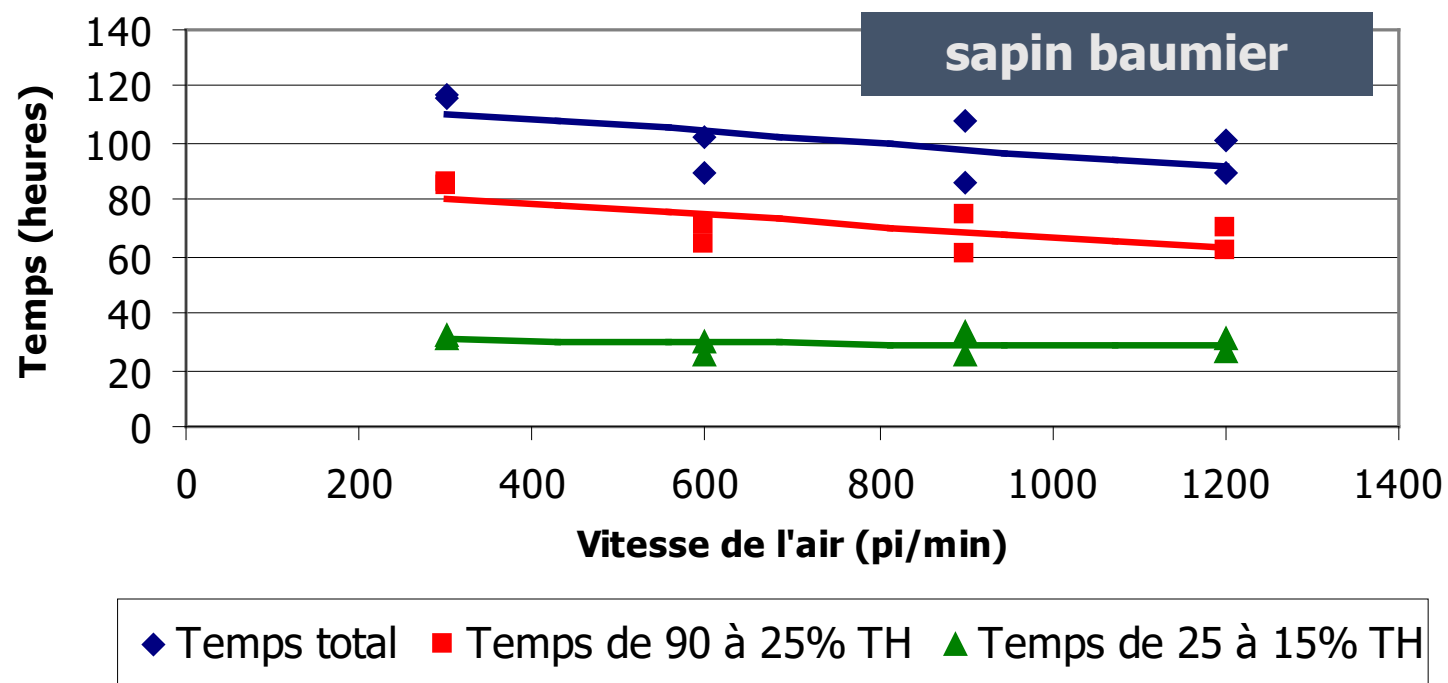
- Transférer la chaleur au bois
- Chasser l'humidité du bois
- Favoriser des conditions uniformes dans tout le séchoir



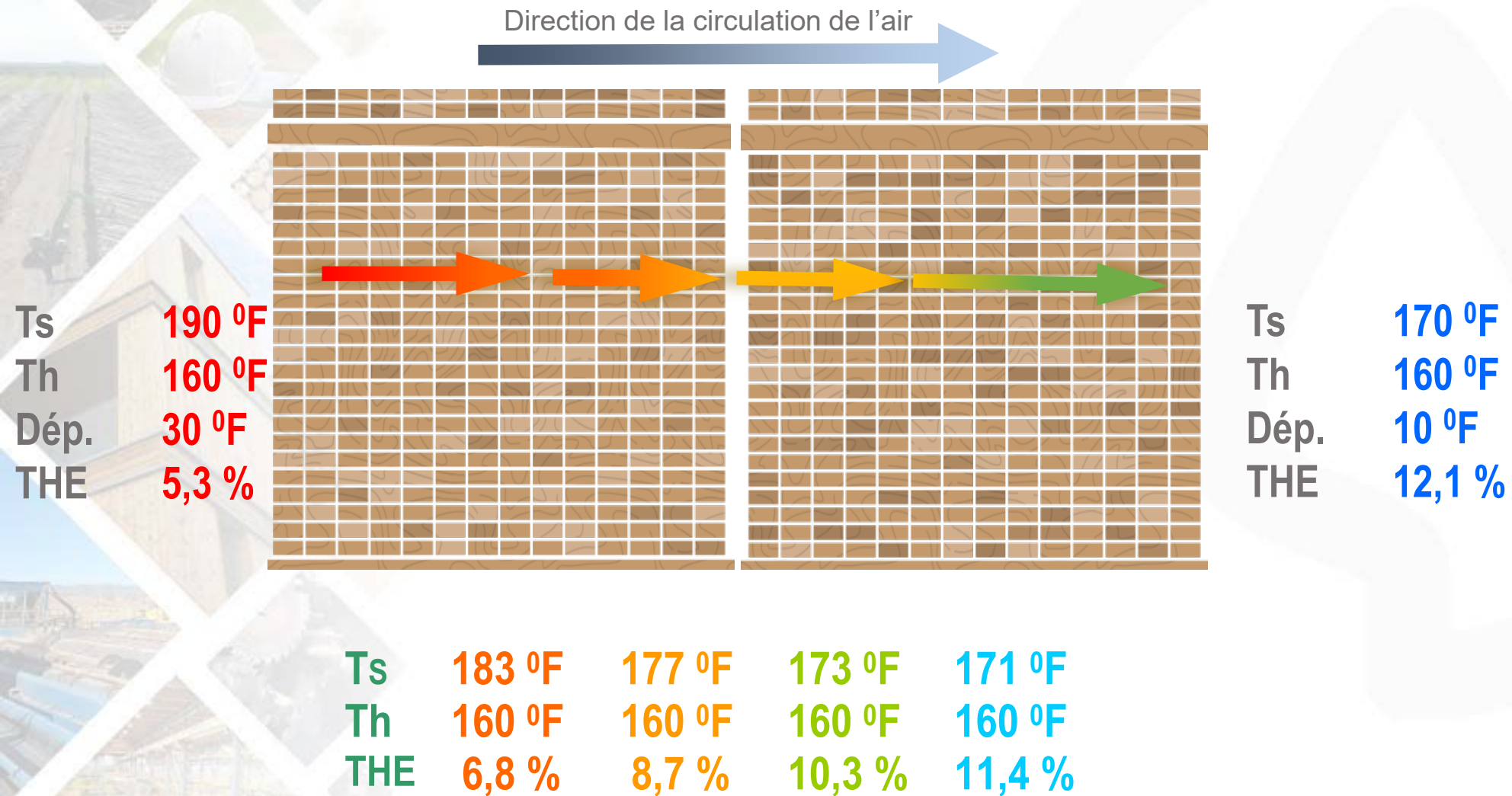
IMPACT DE LA VITESSE DE L'AIR SUR LE SÉCHAGE (PRODUCTIVITÉ)



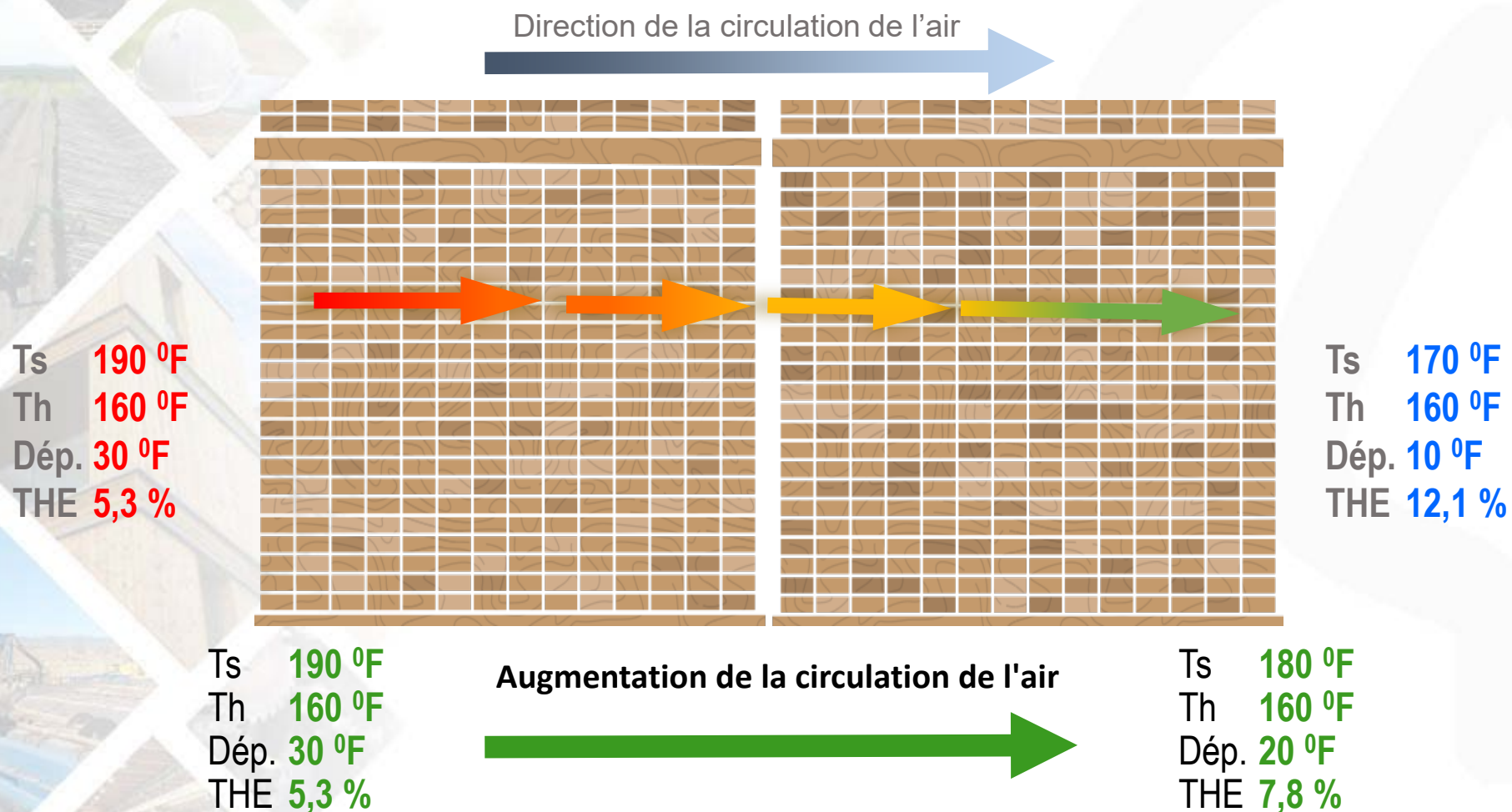
IMPACT DE LA VITESSE DE L'AIR SUR LE SÉCHAGE (PRODUCTIVITÉ)



IMPACT DE LA VITESSE DE L'AIR SUR LE SÉCHAGE (UNIFORMITÉ)



IMPACT DE LA VITESSE DE L'AIR SUR LE SÉCHAGE (UNIFORMITÉ)



RAPPEL SUR LES LOIS DES VENTILATEURS

$$\frac{\text{vitesse air}_2}{\text{vitesse air}_1} = \frac{\text{rpm}_2}{\text{rpm}_1}$$

1. Le débit d'air est directement proportionnel à la vitesse de rotation

$$\frac{\text{cfm}_2}{\text{cfm}_1} = \frac{\text{rpm}_2}{\text{rpm}_1}$$

2. Les pressions (statique, dynamique et totale) sont proportionnelles au carré de la vitesse de rotation

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{\text{rpm}_2}{\text{rpm}_1} \right)^2$$

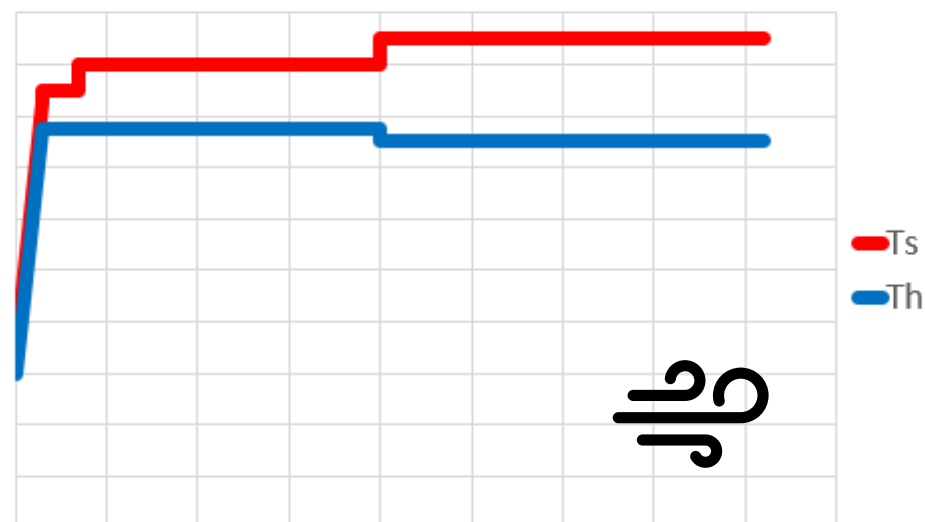
3. La puissance absorbée est proportionnelle au cube de la vitesse de rotation

$$\frac{\text{kW}_2}{\text{kW}_1} = \left(\frac{\text{rpm}_2}{\text{rpm}_1} \right)^3$$





VITESSE DE L'AIR - COMPOSANTE IMPORTANTE D'UN PROGRAMME DE SÉCHAGE



Connaissez-vous la vitesse de l'air pour l'ensemble de
vos séchoirs ?

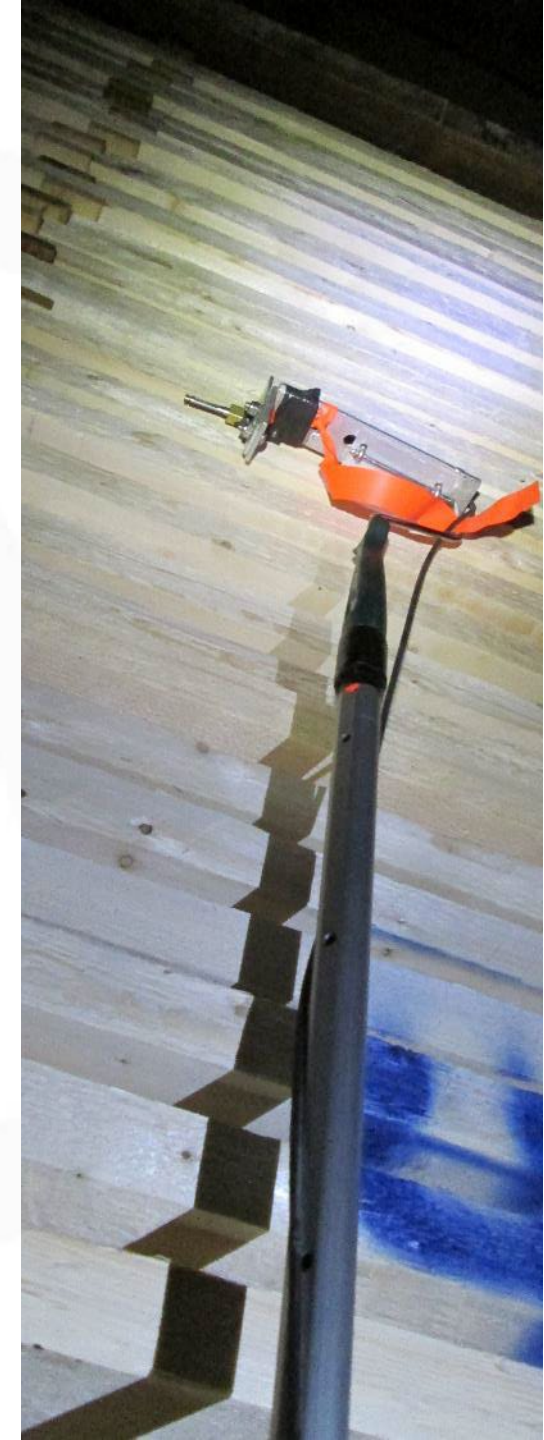
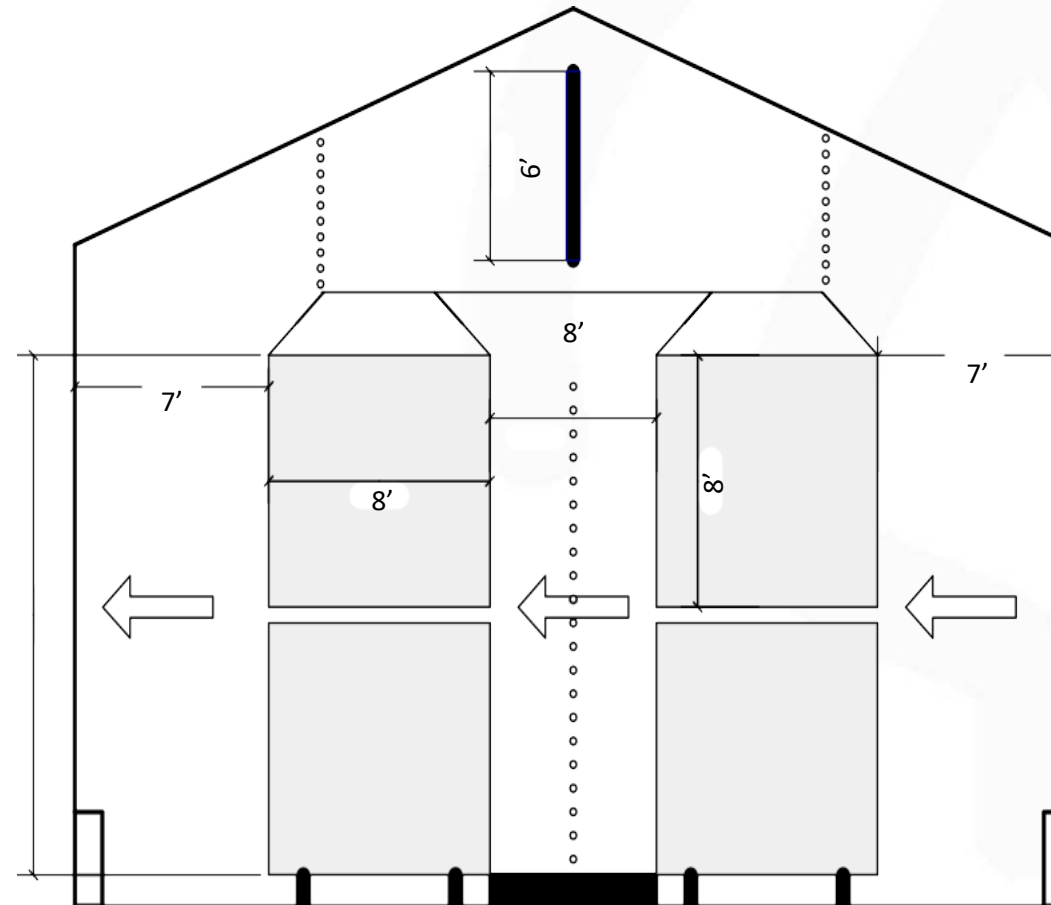


OBSERVATIONS SUITE À L'ÉTUDE DE L'OPÉRATION DE PLUSIEURS SÉCHOIRS

OBSERVATIONS (UNIFORMITÉ EN HAUTEUR ET LONGUEUR)

Caractéristiques d'un séchoir uniforme et performant étudié

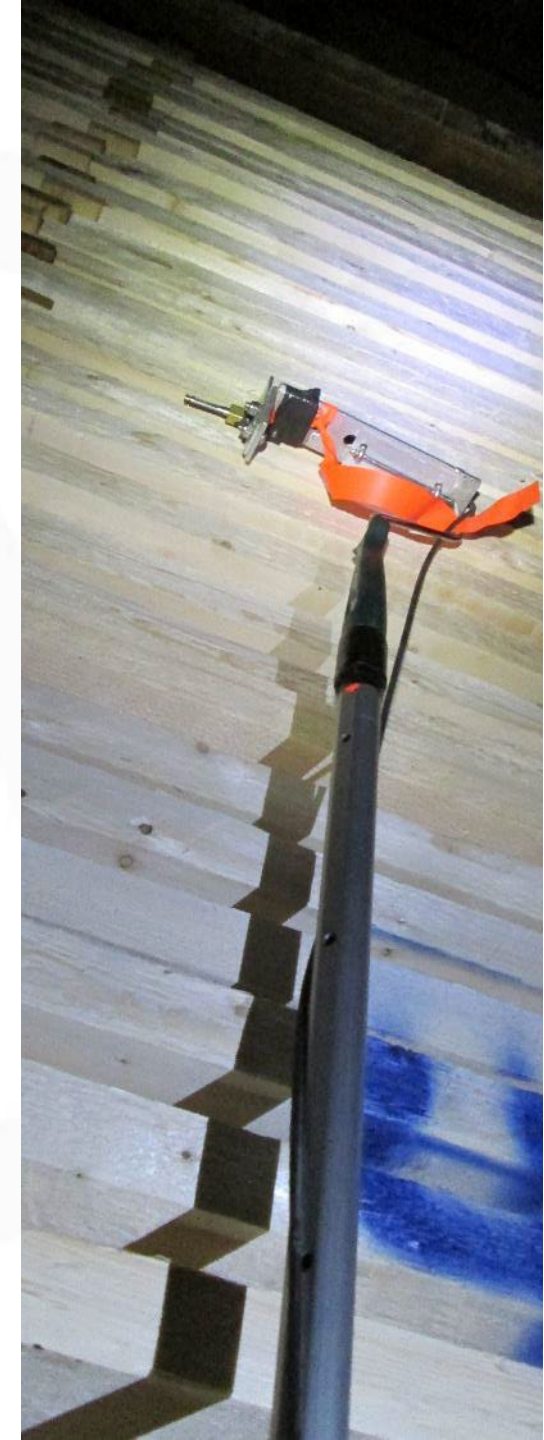
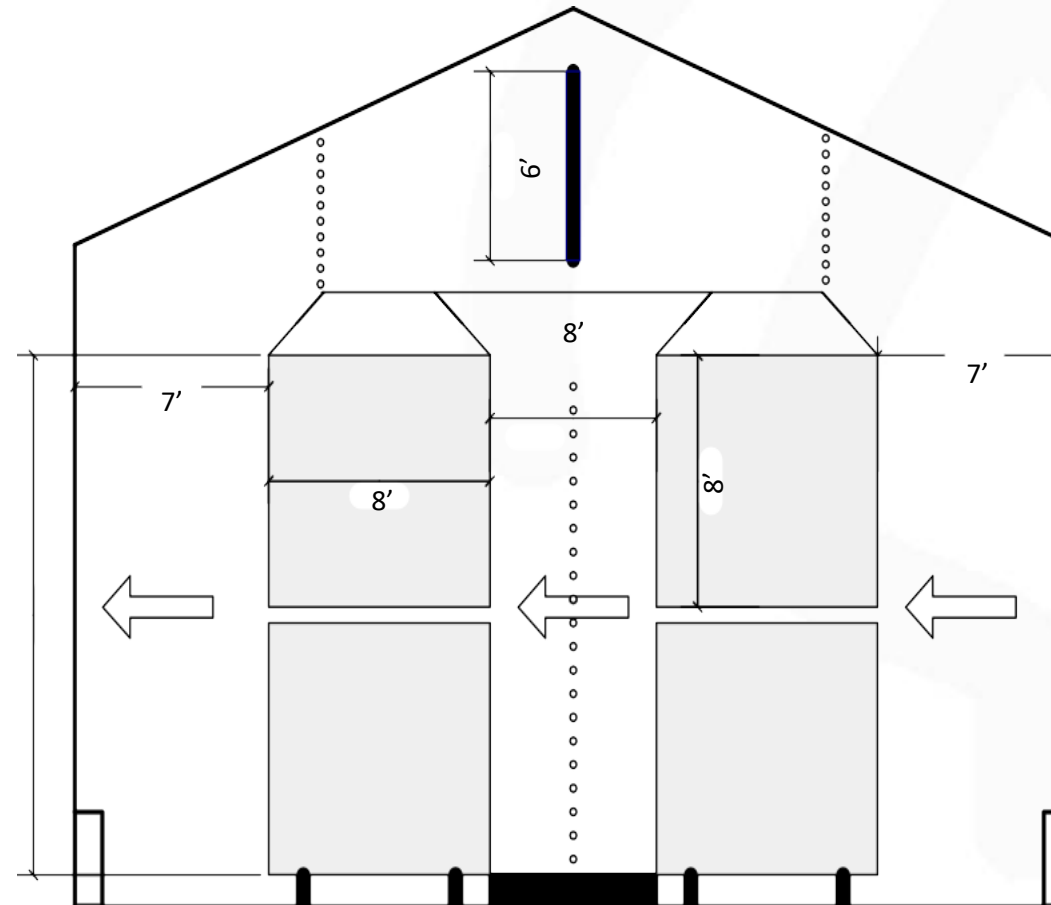
Toit	Pignon
Diamètre des ventilateurs	72 po
Type de pale	Symétrique
Nombre de pales	6
Arrangement des ventilateurs	Transversal



OBSERVATIONS (UNIFORMITÉ EN HAUTEUR ET LONGUEUR)

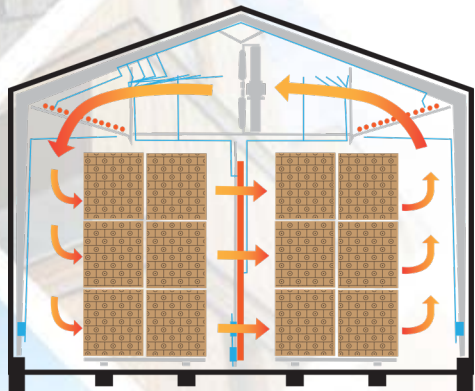
Caractéristiques d'un séchoir uniforme et performant étudié

Espacement tubes radiateurs	Environ 2,5 po
Distance ventilateurs/radiateurs	Environ 10 pi
Type de circulation	Double passe
Ratio largeur plenum/somation ouvertures baguettes et travers	1,40



OBSERVATIONS - CONCLUSIONS TIRÉES D'UN COMPARATIF POUR 179 SÉCHOIRS

(Savard, M. Audits de performance des séchoirs,
Ateliers-Conférences CIFQ, 2024)

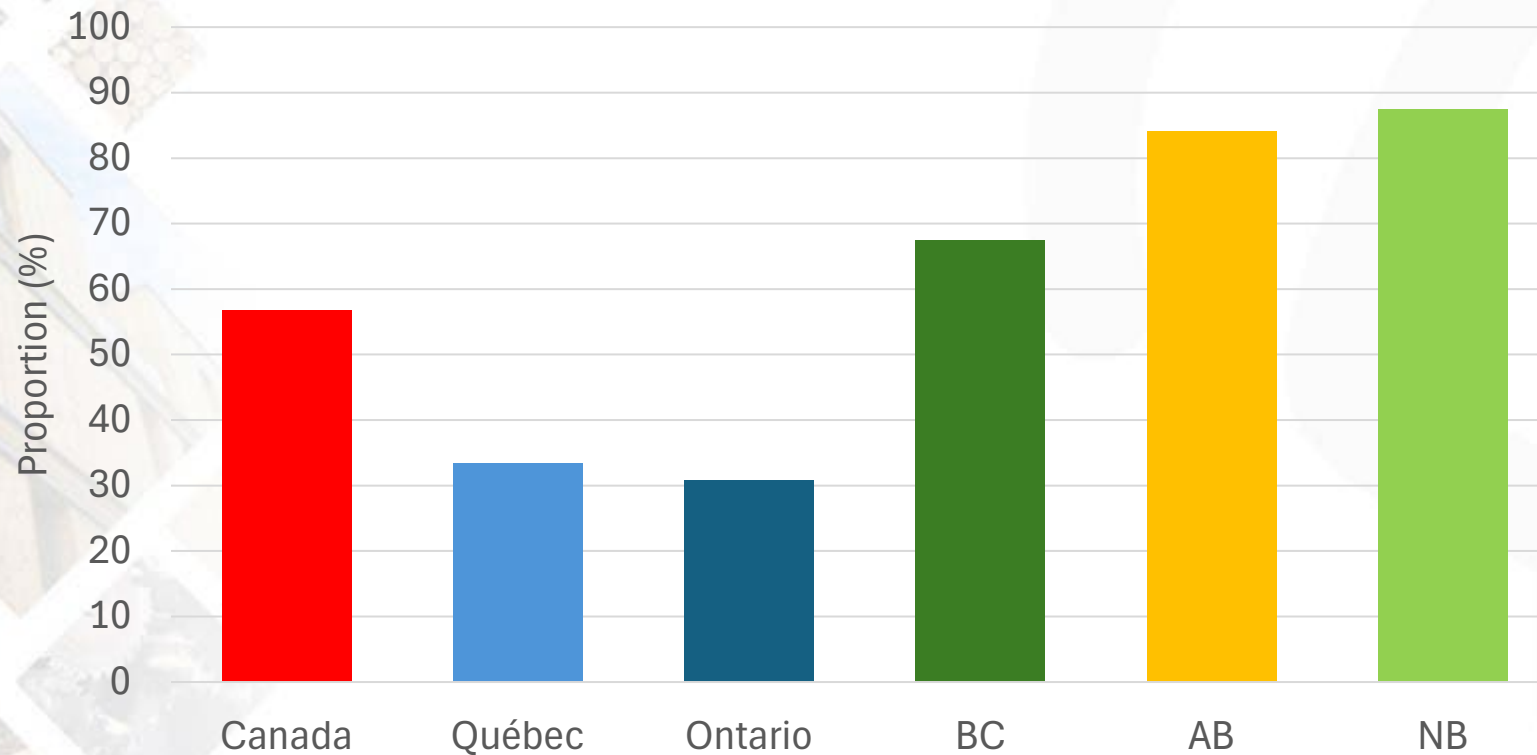


- La proportion des séchoirs à arbre transversaux moteurs externes est de 23% pour le Québec alors qu'elle est de respectivement 84%, 96% et de 99% pour l'Ontario, l'Alberta et la Colombie Britannique
- Les séchoirs à arbres transversaux sont plus performants pour générer une vitesse de l'air optimale en fct de la puissance de motorisation installée que les séchoirs dont l'arbre est en ligne ou dont les moteurs sont internes
- La fiabilité du fonctionnement des ventilateur est plus élevée pour les séchoirs ayant des moteurs externes VS ayant des moteurs internes
- L'uniformité de la vitesse de l'air est supérieure pour les séchoirs double passe comparativement aux séchoirs simple passe



OBSERVATIONS COMPLÉMENTAIRES (192 SÉCHOIRS)

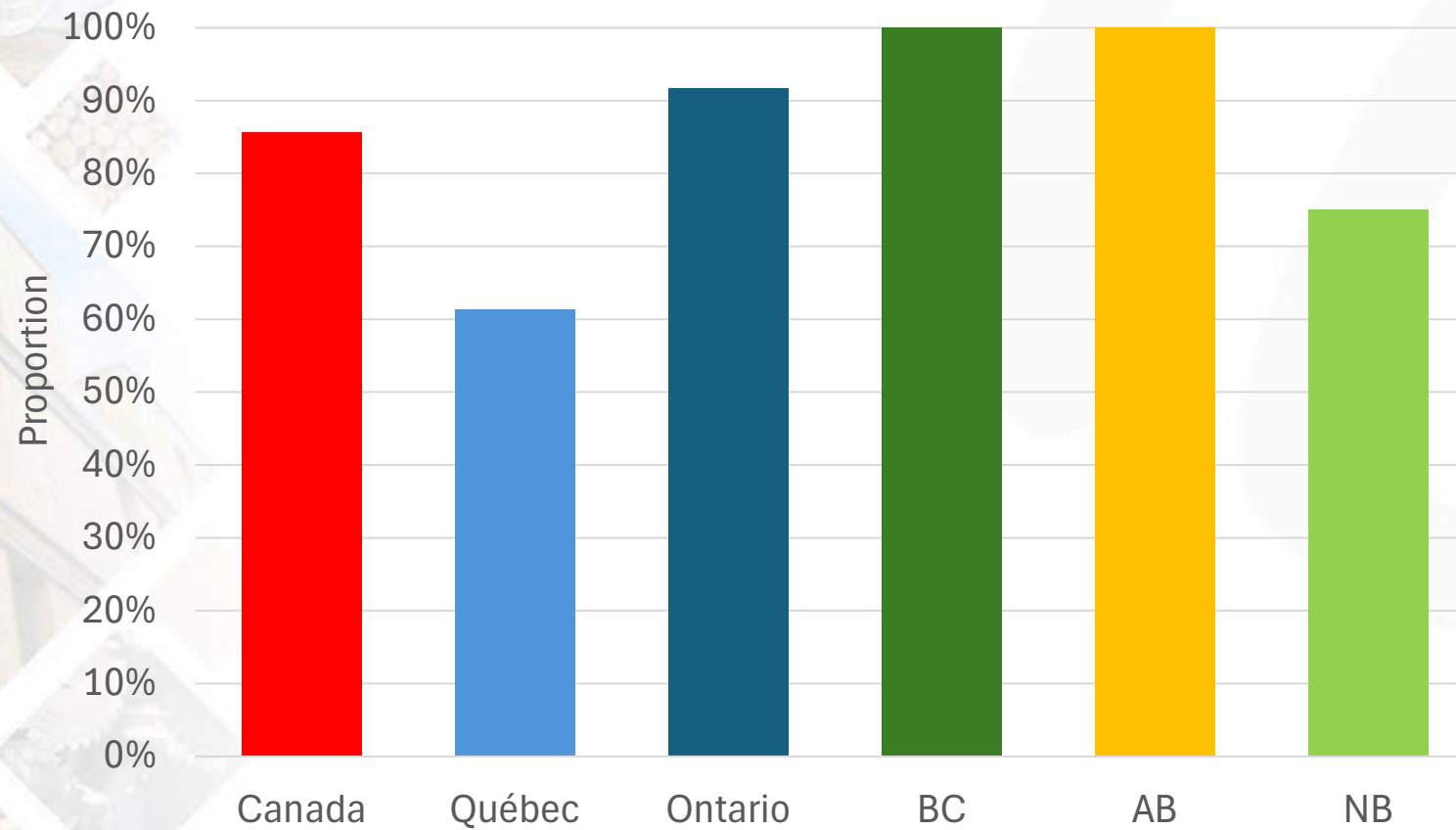
Présence des déflecteurs
Proportion avec un indicateur de 80 et +



Explication: Au QC par exemple seulement un peu plus de 30% des séchoirs étudiés ont 80% et + des déflecteurs présents

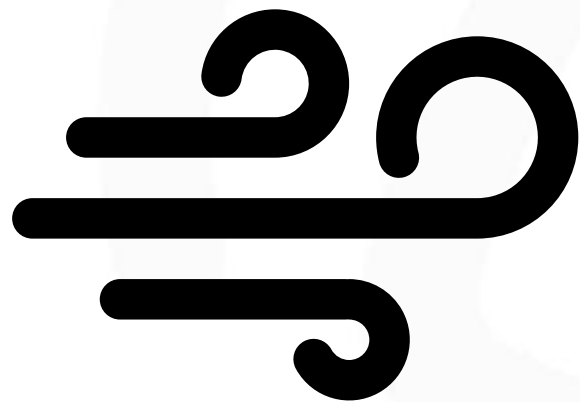
OBSERVATIONS COMPLÉMENTAIRES (109 SÉCHOIRS)

Proportion des ventilateurs de 72 po

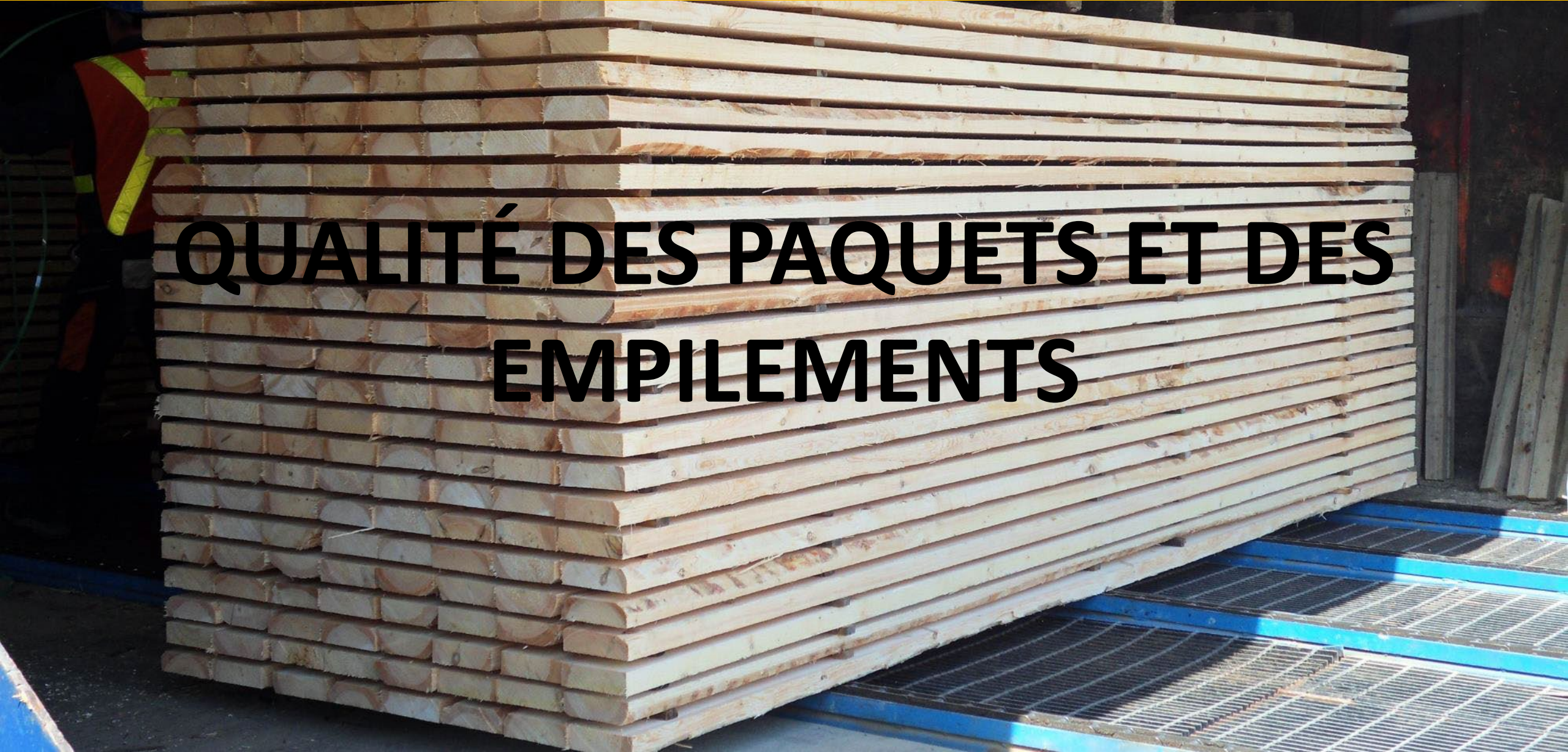


BILAN DE NOS OBSERVATIONS

- On constate qu'il y a toujours de la place à améliorer la ventilation dans les séchoirs



COMMENT S'AMÉLIORER ?



**QUALITÉ DES PAQUETS ET DES
EMPILEMENTS**



- Des lattes de qualité et d'épaisseur uniforme
- Des lattes bien alignées et dont l'espacement est optimisé
- Des paquets bien attachés pour:
 - maintenir l'intégrité des paquets et favoriser la formation d'un chargement de qualité
 - s'assurer d'un bon passage de l'air pour augmenter la vitesse de séchage et améliorer l'uniformité des conditions



1 seul paquet par train de
chargement



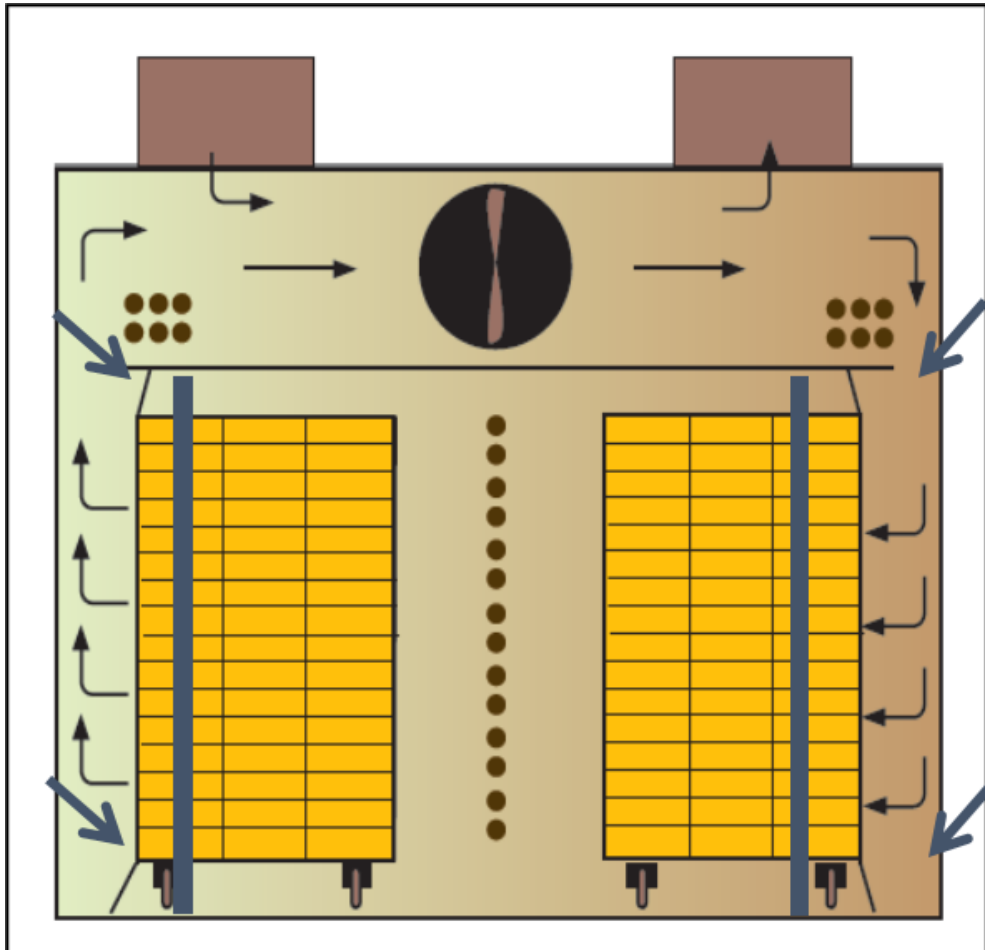
2 paquets par train de
chargement



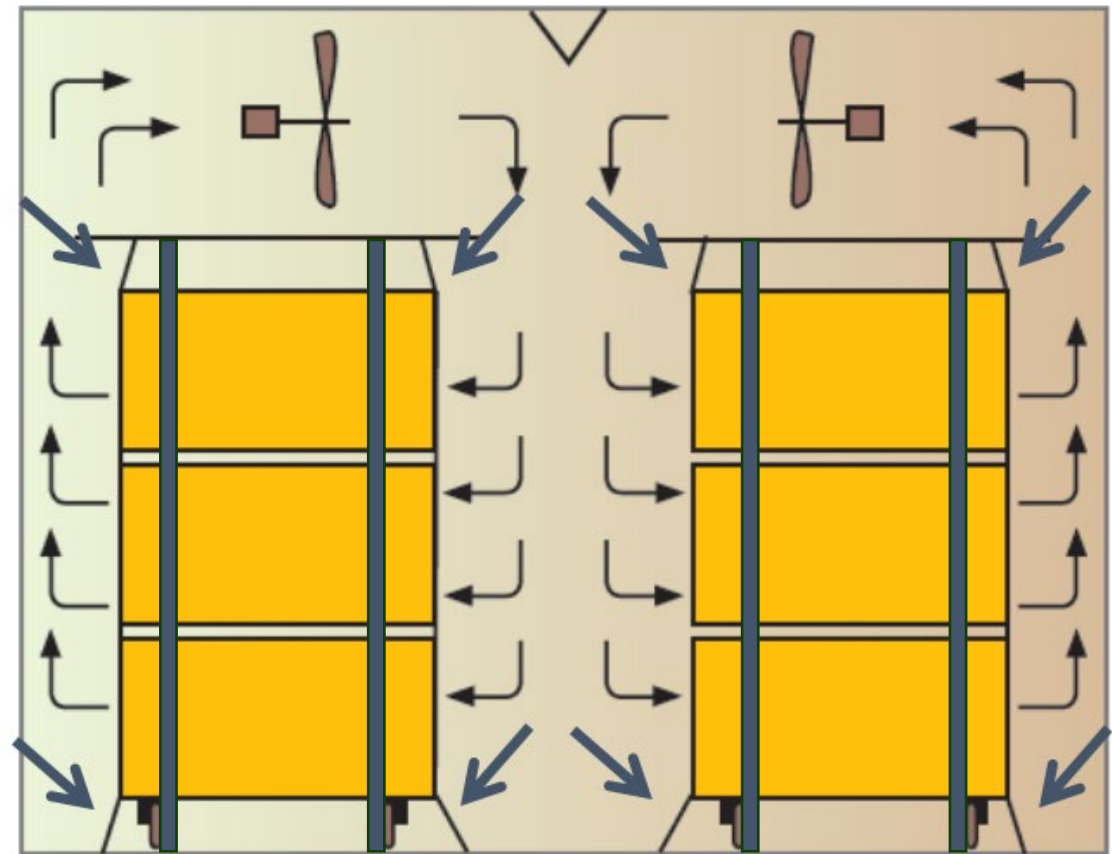


UTILISATION ADÉQUATE DES DÉFLECTEURS

Double passe



Simple passe



L'IMPORTANCE DES DÉFLECTEURS

- Les déflecteurs sont conçus pour éliminer les ouvertures de contournement ou « bypass »

- Par définition les « bypass » se calculent comme suit:

$$\frac{\text{Débit d'air ne passant pas dans l'empilement}}{\text{Débit d'air passant dans l'empilement}} \times 100$$

- Comme la vitesse de séchage est reliée à la vitesse de l'air qui passe dans l'empilement, plus il y a d'air dans les ouvertures de contournement plus on perd de la productivité de séchage



L'IMPORTANCE DES DÉFLECTEURS

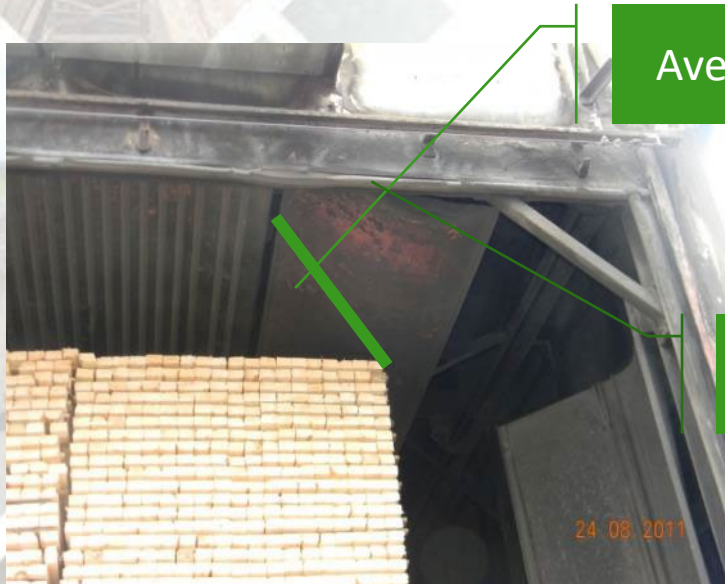
	Séchoir						
	A	B	C	D	E	F	G
Vitesse de l'air empilement (pi/min)	531	728	925	649	393	423	366
Débit air empilement (m³/s)	31,7	36,4	52,1	33,6	20,1	88,6	87,6
Débit air dans les « bypass » (m³/s)	18,1	19,0	28,0	16,8	18,5	109,8	74,2
« Bypass » (%)	57	53	54	50	92	124	85

Séchoir A à E (étude de Riley, 2006). Séchoirs F et G études de FPIinnovations

En éliminant les « bypass » du séchoir B, la vitesse de l'air dans l'empilement est passée de 728 à 984 pi/min (*Étude de Riley, 2006*)



L'IMPORTANCE DES DÉFLECTEURS



Avec (646 pi/min)



Sans (442 pi/min)



Correspond à
une différence
de
productivité
de 4%

Variation faible
qui s'explique
par une
variation
minime de
pression

Séchoir	Variation de vitesse moyenne	Variation de puissance électrique
F	204 pi/min	4 %



SYSTÈME DE VENTILATION

SUIVI ET MAINTENANCE – SYSTÈME VENTILATION

Informations et inspection de base

- Connaître marque modèle des ventilateurs (spécification des ventilateurs)
- S'assurer d'avoir le même modèle de ventilateur partout dans le séchoir
- S'assurer d'avoir le bon nombre de pales par ventilateur
- Connaître l'angle des pales des ventilateurs et s'assurer qu'il est le même partout
- Inspection des supports, cerceaux et tout aspect du montage des ventilateurs
- S'assurer de l'uniformité des RPM des moteurs
- S'assurer que les ventilateurs tournent tous dans la même direction



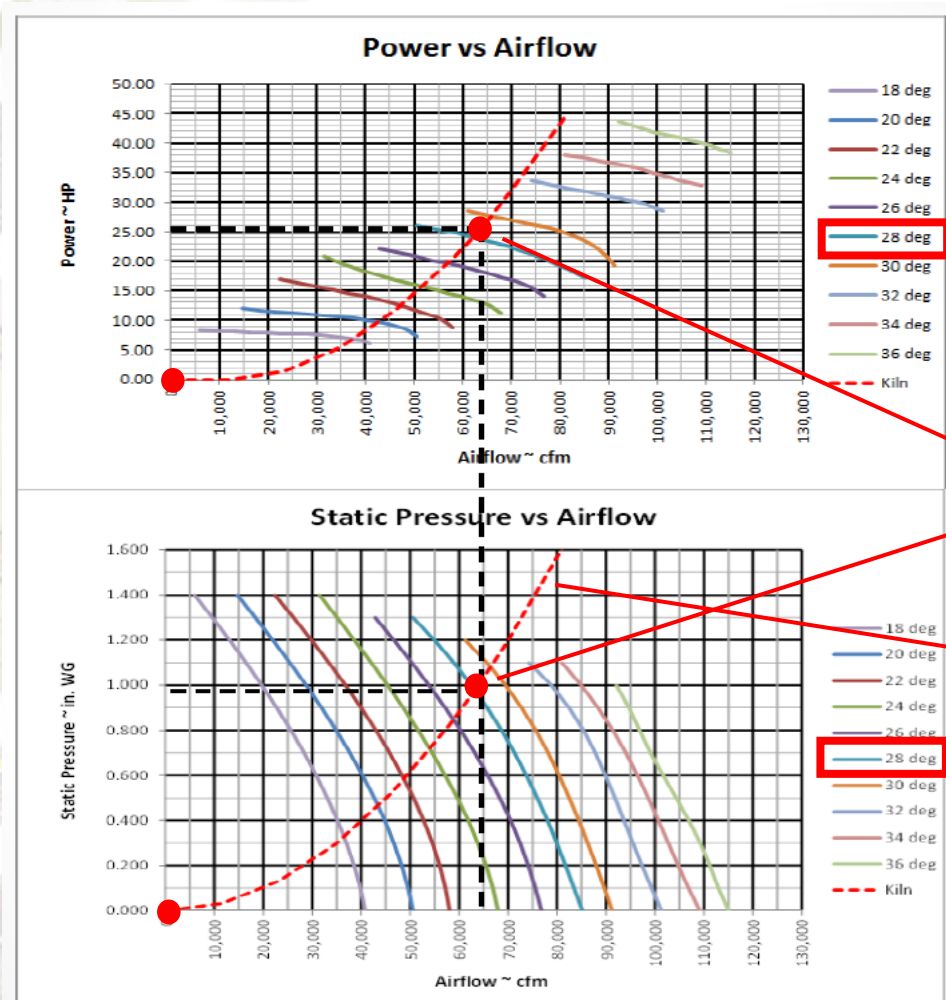
AVANTAGES DES VENTILATEURS DE GRAND DIAMÈTRE



- L'espace dans le faux-plafond généré par les forts diamètres facilite énormément l'accès et donc la maintenance du système de ventilation
- Moins de ventilateurs sont nécessaires pour un même besoin en capacité d'air
- De façon générale les ventilateurs de plus forts diamètres sont plus efficaces que ceux de plus faible diamètre **(demeure du cas par cas)**



COURBE DE PERFORMANCE D'UN VENTILATEUR



Point d'opération du ventilateur à 28 degrés (angle des pales).

Courbe système

Polnicky, K. (2019). Optimisation de la performance de ventilation. Ateliers-Conférences sur le séchage du bois CIFQ avril 2019.

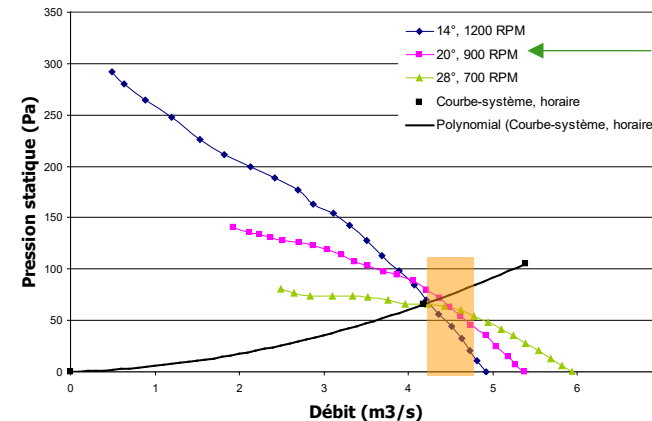


CAS RÉEL – OPTIMISATION EFFICACITÉ ET PRODUCTIVITÉ

- **CAS 1 Séchoir de laboratoire FPI**

- Augmentation de la vitesse de l'air de 117 pi/min pour la même consommation énergétique **ou** réduction de 32% de la consommation énergétique pour la même vitesse

Scénarios d'optimisation pour la zone ciblée



CAS RÉEL – OPTIMISATION EFFICACITÉ ET PRODUCTIVITÉ

- **CAS 2 Séchoir industriel**

- En passant de 580 RPM / 34° à 600 RPM / 26° réduction réelle mesurée de consommation énergétique de 30%



- 2 moteurs externes (75 HP)
- Configuration « line shaft »
- Simple passe
- 580 rpm à l'arbre
- Diamètre ventilateur : 72"
- Angle pales: 34°
- Moy. vitesse air: 370 ft/min
- É-P-S, majoritairement épinette

CAS RÉEL – OPTIMISATION EFFICACITÉ ET PRODUCTIVITÉ



- **CAS 3 Séchoir industriel**

Séchoir Moore Double Passe line-shaft possède une vitesse de l'air avant optimisation de **574 pi/min** (audit de 2013). Total de 9 ventilateurs répartis sur 2 arbres (5+4) et motorisation de 75 HP sur chaque arbre. Les ventilateurs sont soit des COE/RH 154-0039 ou SMI 72 LHA.



CAS RÉEL – OPTIMISATION EFFICACITÉ ET PRODUCTIVITÉ

- **CAS 3 Séchoir industriel**

- **Processus d'optimisation**

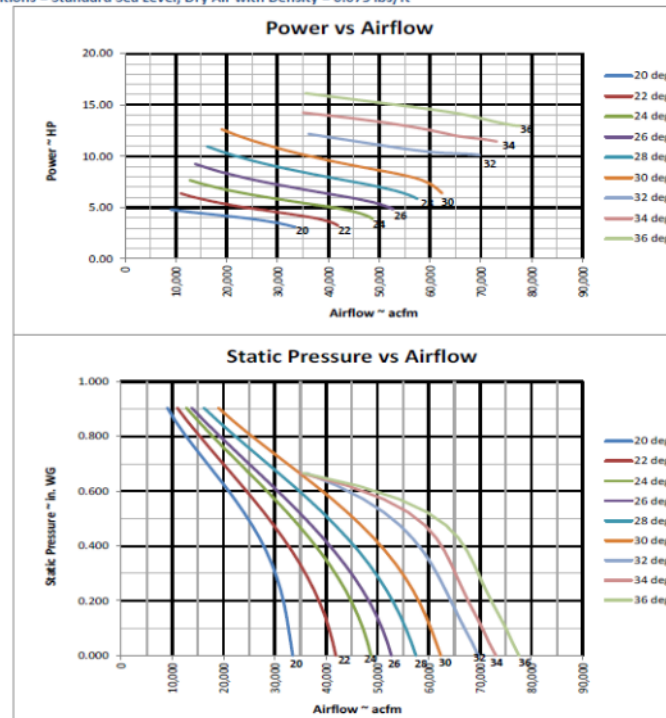
- Acquisition de ventilateurs Smithco: specs faciles à obtenir, support technique et spécialisation dans le domaine du séchage du bois



SMITHCO
PROPELLERS

Note that pitch angles shown are for RH blades. LH pitch is 1.7 deg less than RH.

SMI-72-6 RH (72-inch diameter, 6-blade, Right Hand Flow, Reversible)
Fan Speed = 600 RPM
Conditions = Standard Sea Level, Dry Air with Density = 0.075 lbs/ft³



Note: Some data as shown may extend beyond various operational limits for the propeller. Consult Smithco engineering prior to propeller selection for a particular application.

**Optimal: 775 RPM,
26 degrés
(modifications
mécaniques
nécessaires pour
atteindre cette
vitesse)**

CAS RÉEL – OPTIMISATION EFFICACITÉ ET PRODUCTIVITÉ

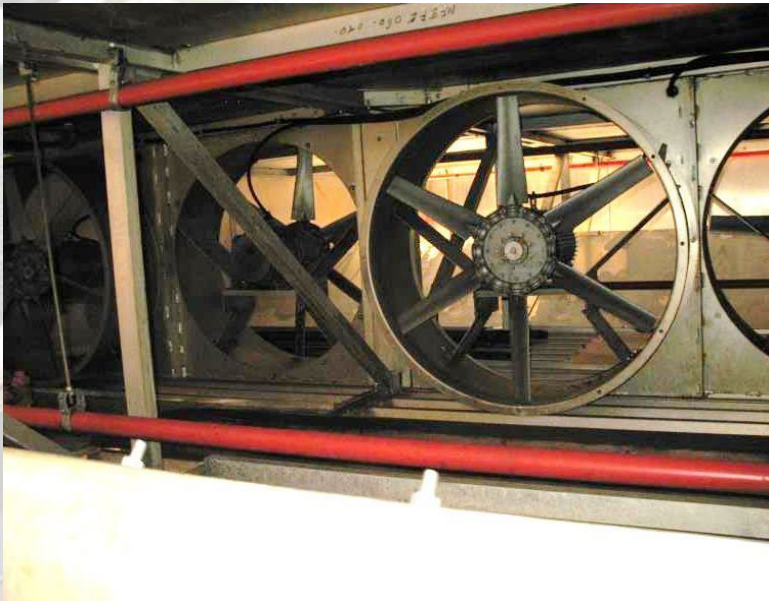
- **CAS 3 Séchoir industriel**

- **Bénéfices**

- Des pointes de vitesse de l'air obtenues de l'ordre de 800 pi/min;
- Gain en temps de séchage de 3 heures par cycle de séchage (~10%);
- L'expérience concluante conduira à l'optimisation du système de ventilation d'un autre séchoir.



ÉTUDE EN COLLABORATION AVEC HYDRO-QUÉBEC RÉDUCTION DE VITESSE SOUS PSF



- Séchoir feu direct 120 Mpmp
 - Double passe
 - Ventilation transversale
 - 14 ventilateurs, 7,5 HP par moteur
 - Vitesse de l'air de 700 pi/min
 - Vitesse réduite sous PSF à 350 pi/min
- 10 charges sans réduction de vitesse VS 10 charge avec réduction sous PSF
 - Temps de séchage moyens de 53 heures sans réduction VS 49 heures avec réduction (pas d'impact de productivité)
 - Gain moyen par chargement de 662 kWh
 - Économies en énergie électrique considérant 2 séchoirs identiques de 20 K\$ annuellement
 - Coût projet global incluant équipements (EVV) de 64 K\$
 - Période de retour sur l'investissement ramenée à 1 an à l'aide d'un programme d'Hydro-Québec

BILAN ÉLECTROBOIS - SÉCHOIRS ÉTUDIÉS

- **Ventilateurs plus efficaces ou optimisation du point d'opération (25% de gains)**
 - Moyenne pour 3 séchoirs de 944 kWh/Mpmp de capacité
 - Pour 1 séchoir de 275 Mpmp et un coût électrique de 0,10\$/kWh = **26 K\$/Année**
- **Réduction de vitesse sous le PSF (25% de gains)**
 - Moyenne pour 4 séchoirs de 856 kWh/Mpmp de capacité
 - Pour 1 séchoir de 275 Mpmp et un coût électrique de 0,10\$/kWh = **24 K\$/Année**
- **Combinaison des 2 (43% de gains)**
 - Moyenne pour 3 séchoirs de 1 652 kWh/Mpmp de capacité
 - Pour 1 séchoir de 275 Mpmp et un coût électrique de 0,10\$/kWh = **45 K\$/Année**

ACTIONS IMMÉDIATES POSSIBLES

“ FRUITS MURS”

- Formation des paquets
- Empilements
- Inspection du système de ventilation
- Utilisation adéquate des déflecteurs
- Si vous possédez EVV considérer réduction de vitesse sous PSF et maximisation de puissance au dessus PSF



MERCI À MES COLLÈGUES

- Samuel Gendron
- Guillaume Nolin
- Marc Savard
- Francis Tanguay
- Phil Star
- Ciprian Lazarescu





RÉFÉRENCES

Lavoie, V. (2013). L'importance des déflecteurs dans les séchoirs à bois. Ateliers-Conférences sur le séchage du bois CIFQ avril 2013.

Lavoie, V. (2015). Réduction de la vitesse de l'air en fin de séchage – étude de cas. Ateliers-Conférences sur le séchage du bois CIFQ avril 2015.

Lavoie, V. (2019). Étude de cas optimisation de la ventilation – Usine membre FPI. Ateliers-Conférences sur le séchage du bois CIFQ avril 2019.

Normand, D. et V. Lavoie (2005). Effet de la vitesse de l'air sur le séchage. Ateliers-Conférences sur le séchage du bois CIFQ avril 2005.

Normand *et al.* (2007). Optimisation de la vitesse de l'air pour le séchage. Ateliers-Conférences sur le séchage du bois CIFQ avril 2007.

Normand, D. et V. Lavoie (2011). Optimisation de l'efficacité énergétique de la ventilation. Ateliers-Conférences sur le séchage du bois CIFQ mai 2011.

Polnicky, K. (2019). Optimisation de la performance de ventilation. Ateliers-Conférences sur le séchage du bois CIFQ avril 2019.

Riley, S. (2006). Baffled about Baffling! Why is it so important to baffle my drying stack? Steve's FAQ file, Issue No. 36 July 2006.

Savard, M. (2024) Audits de performance des séchoirs, Ateliers-Conférences CIFQ, 2024



DES QUESTION?
ANY QUESTIONS?



web.fpinnovations.ca