

Caractérisation des types de séchoirs conventionnels pour le séchage de bois de construction



Atelier - Retour à la base

Marc Savard

Spécialiste – Séchage du bois

Endroit: 18^e Ateliers-Conférence sur le séchage, Québec

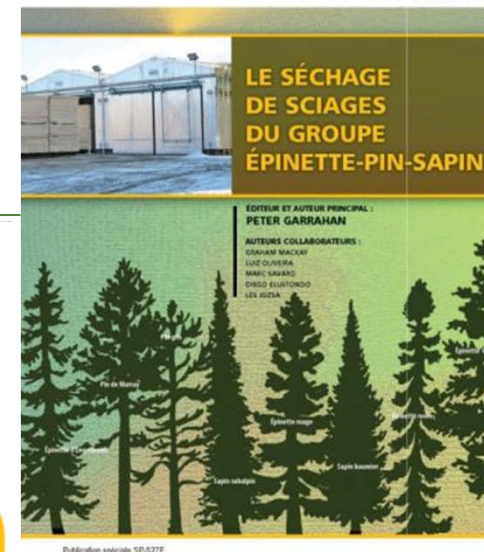
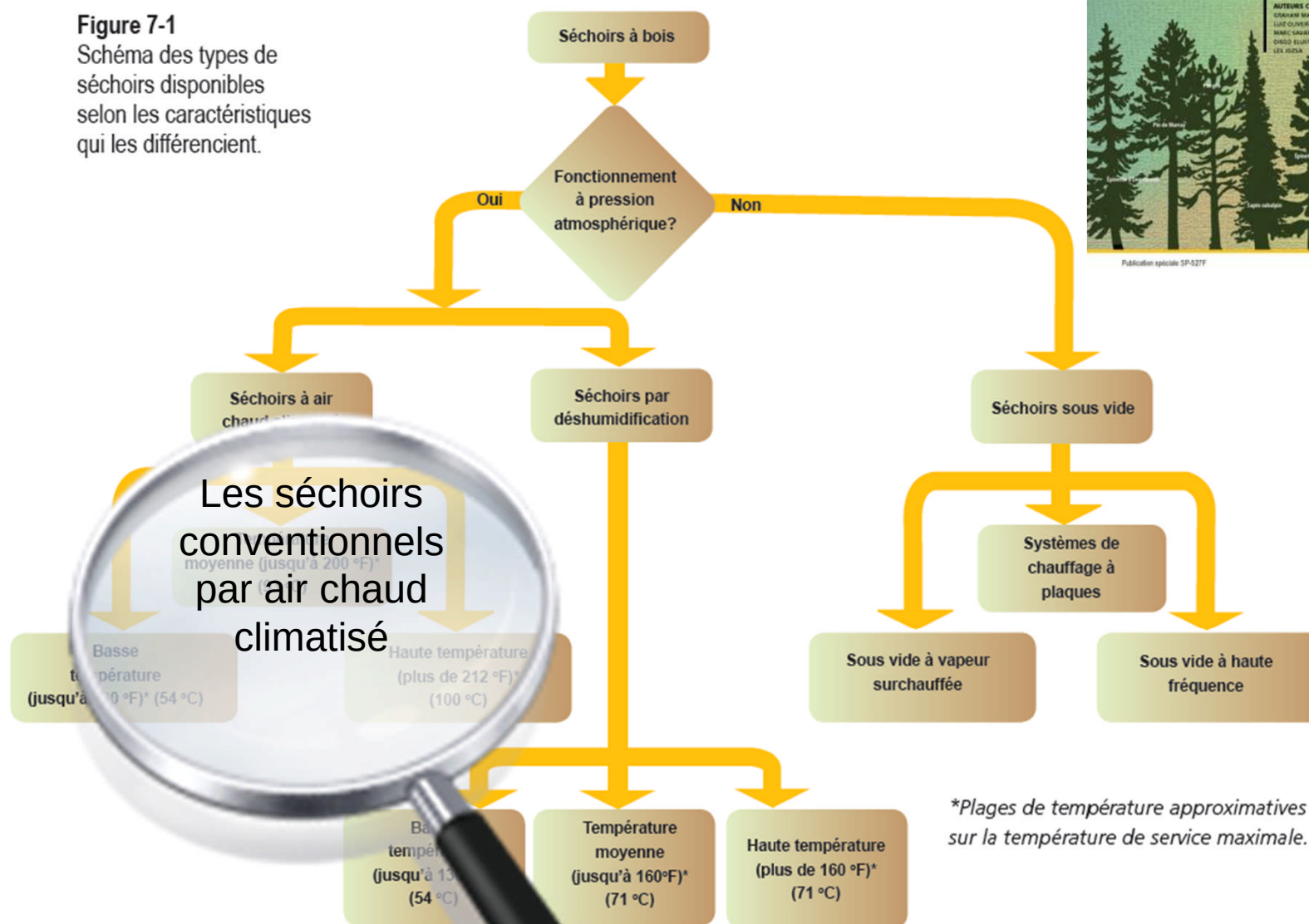
Date: 26 avril 2012

Introduction

Les types de procédé de séchage

Figure 7-1

Schéma des types de séchoirs disponibles selon les caractéristiques qui les différencient.



Introduction

Les séchoirs conventionnels par **air** chaud climatisé

- Par convection forcée = **air** climatisé (T° / HR) circulé à travers le bois.

- Un régulateur gère :

- Un système de chauffage de l'**air** humide
- Un système de circulation de l'**air** humide
- Un système d'évacuation de l'**air** humide
- Un système d'humidification de l'**air** (optionnel)
- Un système de suivi de l'humidité du bois (optionnel)

C'est l'**air** humide qui sèche le bois...!

Plan de la présentation

Classification des séchoirs conventionnels à air chaud climatisé

- Par la température d'opération
- Par la méthode de chargement
- Par la géométrie du bâtiment
- Par le système de circulation de l'air
- Par le système de chauffage
- Par le système d'évacuation
- Par le système d'humidification

Température d'opération

- Basse température
 - Inférieur à 43° C (110° F)
- Température conventionnelle
 - Habituellement autour de 80° C (180° F)
- Haute température
 - Supérieur à 100° C (212° F)

Méthode chargement

À chargement latéral

- Chargement /déch. à l'arrêt
- Pour les essences ou les produits à temps de séchage plus long
- Principalement utilisé pour les bois francs et les bois résineux d'apparence (ex. pin blanc)
- Coûts d'investissement en capital plus bas

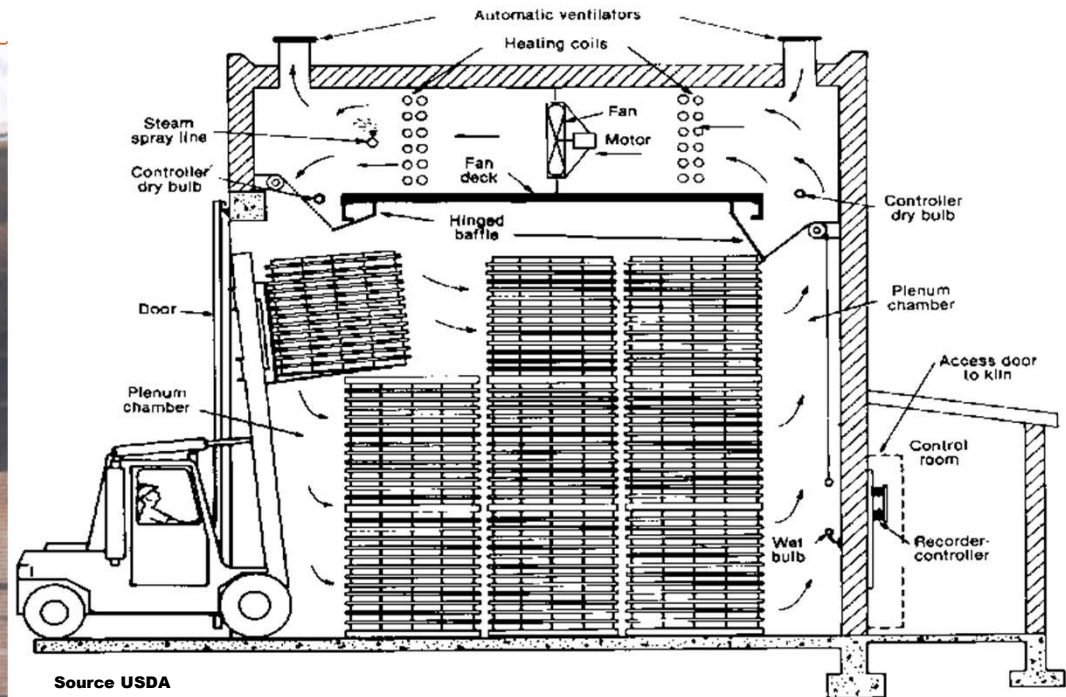
À chargement sur rails

- Chargement/déch. en temps masqué
- Méthode de chargement la plus performante
 - par rapport au temps de changement des charges
 - par rapport au contrôle des conditions de séchage
- Utilisé généralement pour le bois de construction
- Coût d'investissement en capital plus élevé

Méthode de chargement

Séchoir à chargement latéral

(aussi appelé séchoir à chargement « frontal » ou « direct »)



Source USDA

Méthode de chargement

Séchoir à chargement sur rails



Méthode de chargement

Séchoir à chargement sur rails

Un train de chargement

- Potentiellement le séchoir le plus performant car l'air traverse un seul train de bois
- Coûts d'investissement plus élevé

2 trains de chargement

- On doit compenser la plus longue traversée de l'air dans le bois par :
 - des radiateurs de réchauffe
 - plus de ventilation ou
 - circulation d'air à simple passe
- Coût d'investissement moins élevé

Géométrie du bâtiment

Toit à 2 versants (pignon)

- Typique des constructeurs nord-américains pour les résineux
- Ventilateurs de 72 po. de Ø
 - Plus son Ø est grand, plus un ventilateur est efficace
 - Accès plus facile pour l'entretien
- Coûts en capital plus élevé

Toit à un versant (plat)

- Typique des constructeurs nord-américains pour les bois francs et des constructeurs européens
- Ventilateurs de 30 à 48 po. de Ø
- Coût en capital moins élevé

Géométrie du bâtiment

Séchoir à toit à un versant (plat)



Géométrie du bâtiment

Séchoir à toit à deux versants (pignon)



Systeme de circulation de l'air

- Longitudinal vs transversal
- Moteurs internes vs externes
- Double passe vs simple passe

Système de circulation de l'air

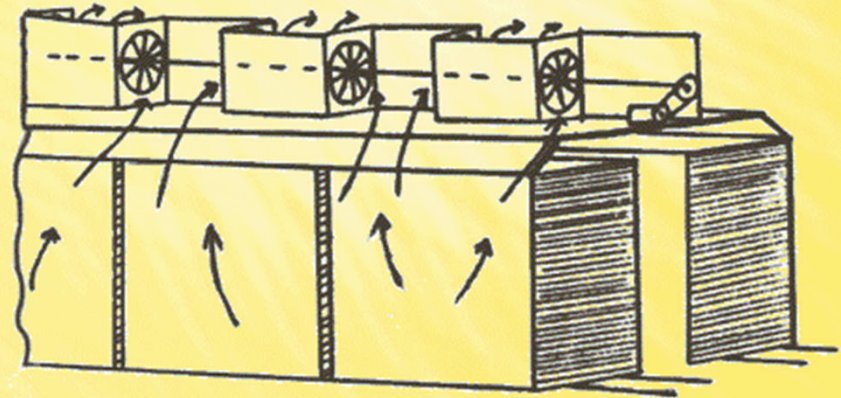
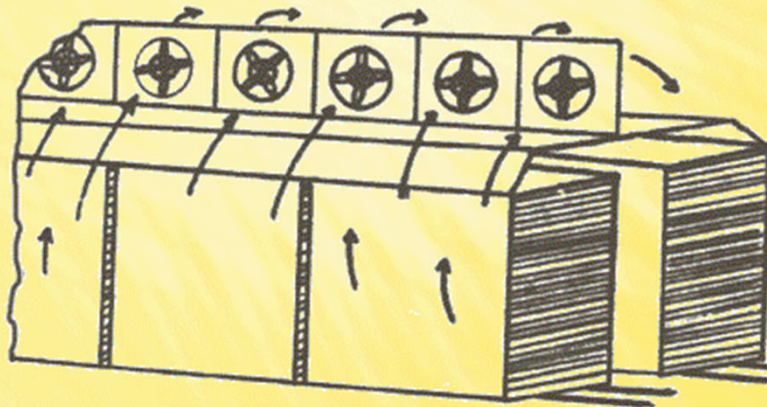
Limiter par la rotation de l'arbre (± 550 RPM) et le nombre de ventilateurs

Transversal

- Même direction que dans le bois
- La façon la plus efficace
 - **Plus de** 1000 pi/min atteignable
- Différentes configurations
 - Moteurs internes/externes
 - Double/Simple passe
- Coût d'achat et d'entretien + élevé

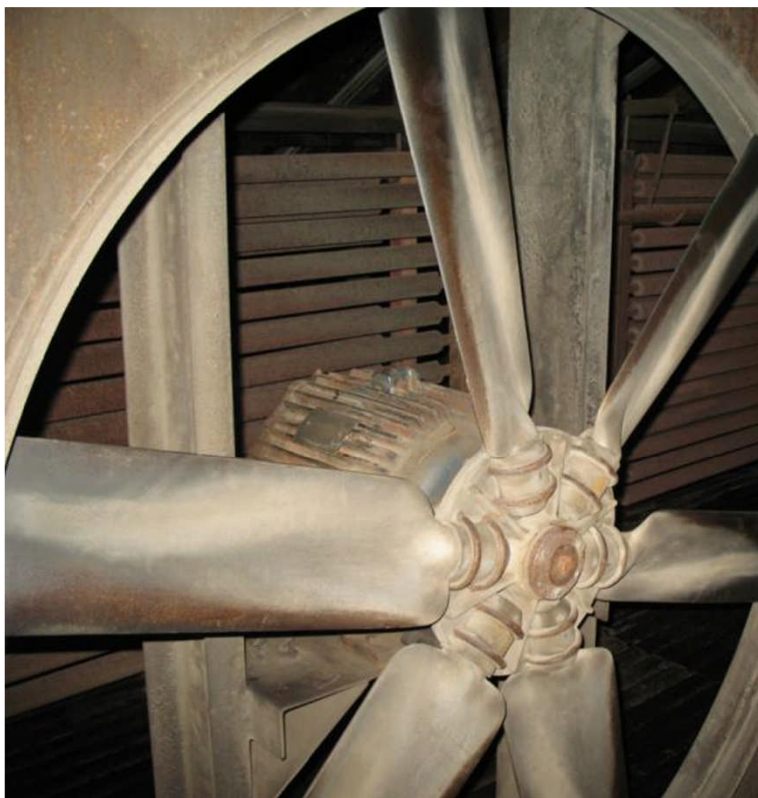
Longitudinal

- Direction perpendiculaire au bois
- Chicanes pour rediriger l'air
 - 600 pi/min **maximum**
- Différentes configurations
 - 2 moteurs externes
 - Boîtes carrées/en « Z »
 - Double/Simple passe
- Coût d'achat et d'entretien - élevé



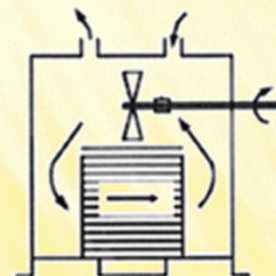
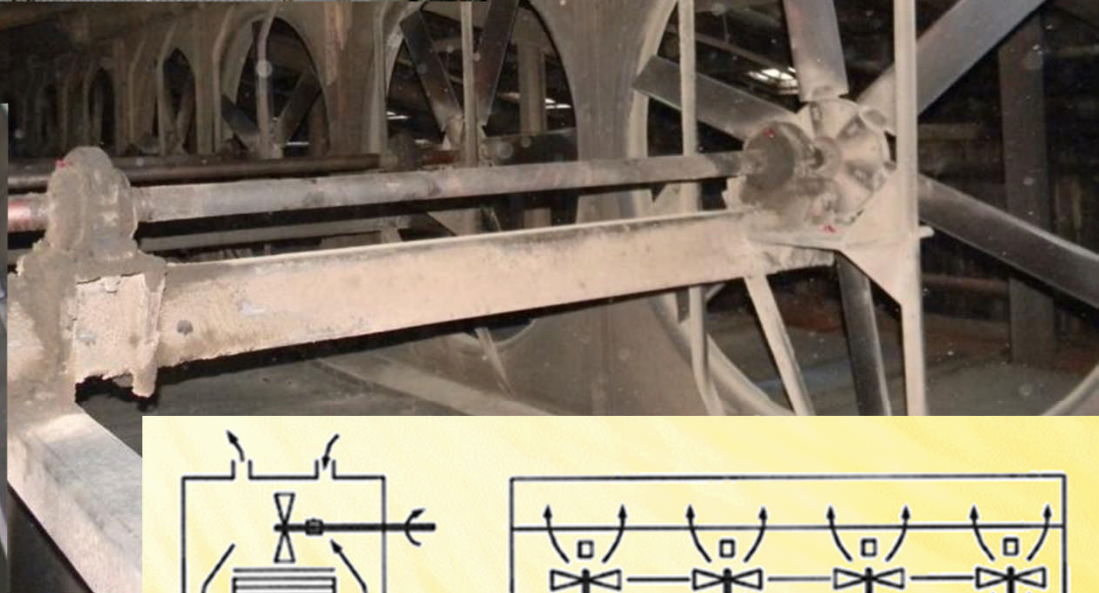
Système de circulation de l'air

Transversal avec moteurs internes



Systeme de circulation de l'air

Transversal avec arbres et moteurs externes



Front View



Top View

Systeme de circulation de l'air

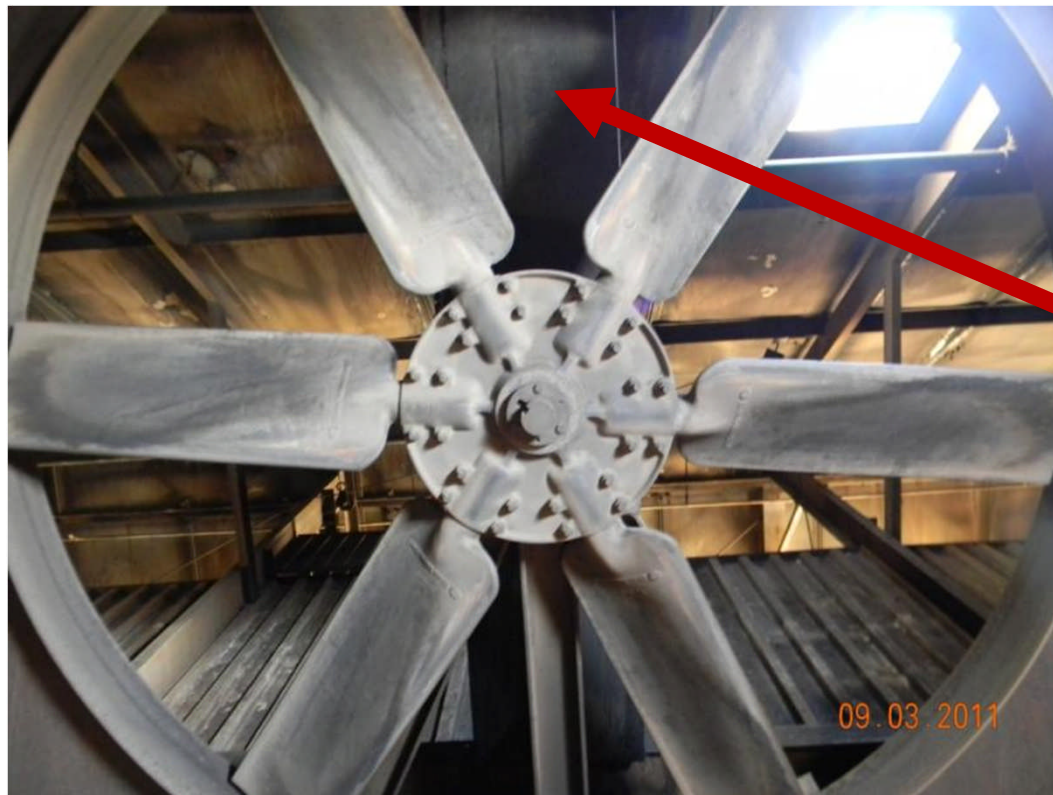
Transversal avec moteurs externes au pignon



Systeme de circulation de l'air

Transversal avec moteurs externes au pignon

Systeme de poulies et courroie vers le moteur exterieur situe pres du pignon



Courroie à l'intérieur d'un conduit

Systeme de circulation de l'air

Longitudinal

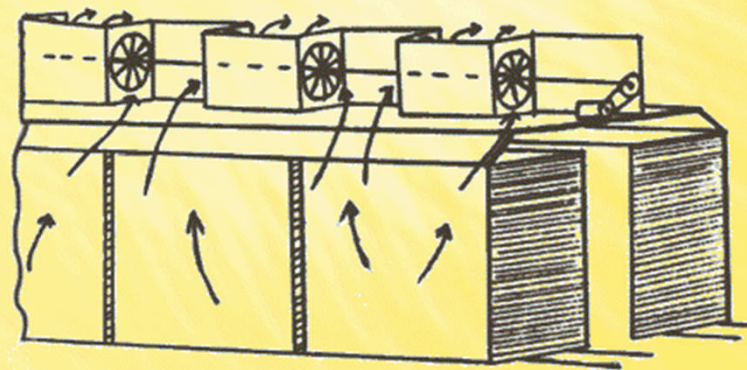
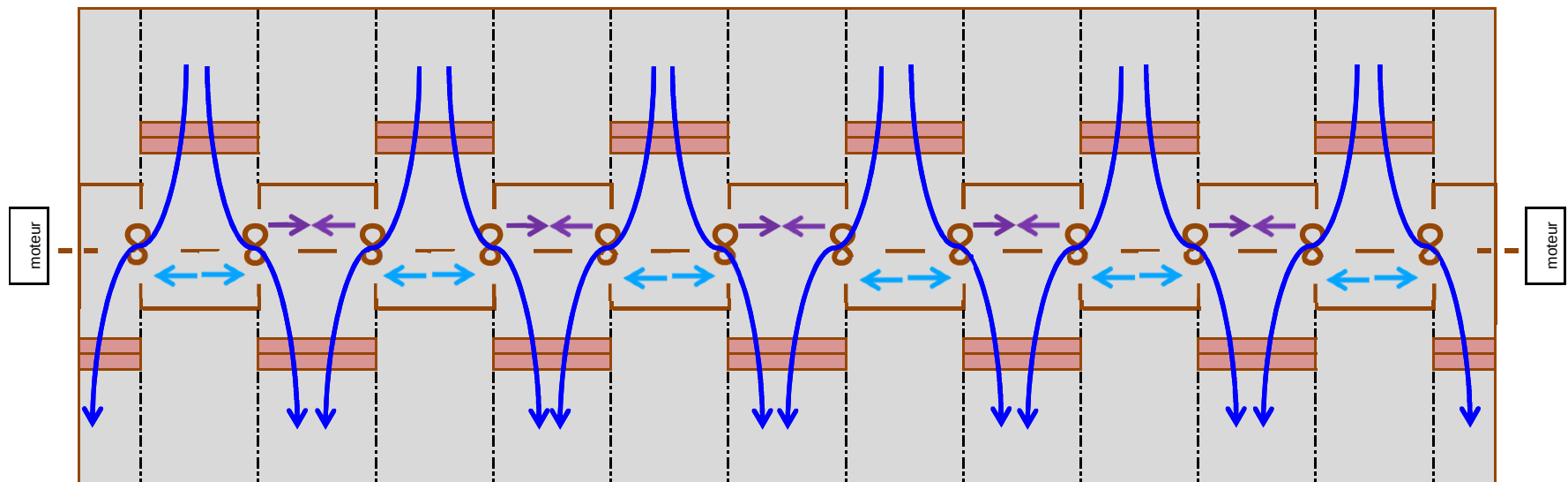
Moteurs des ventilateurs

- Extérieurs à chacun des bouts

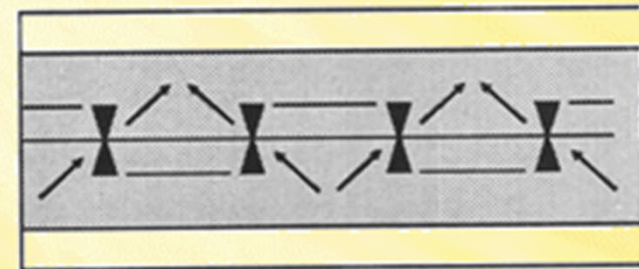


Systeme de circulation de l'air

Longitudinal avec boîtes carrées



Front View



Top View

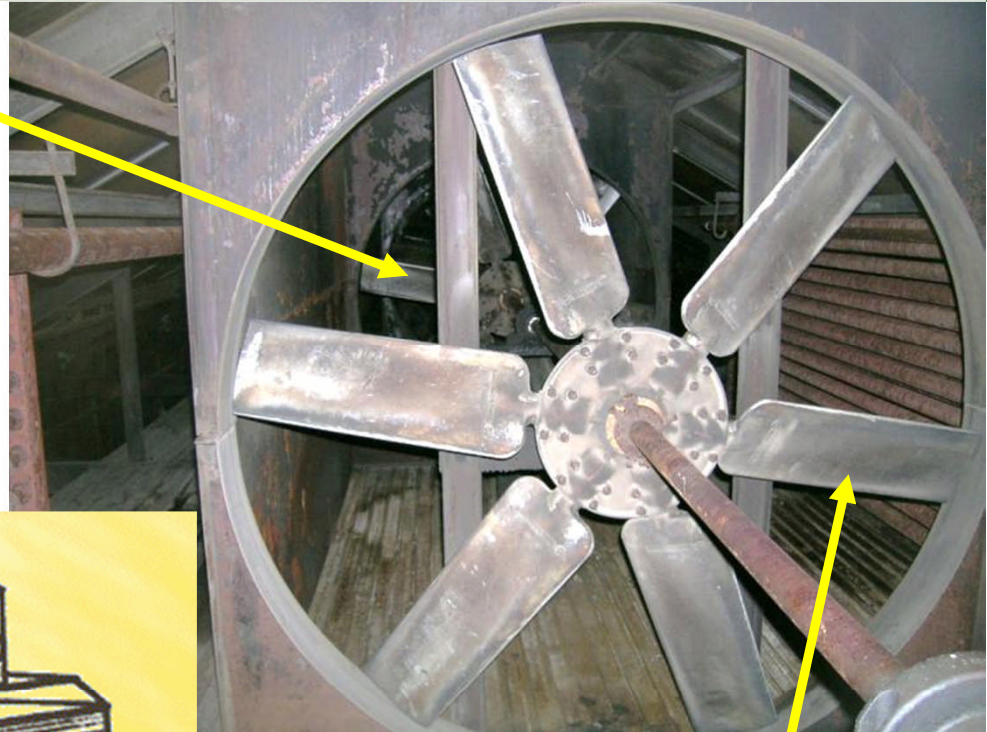
Systeme de circulation de l'air

Longitudinal avec boîtes carrées

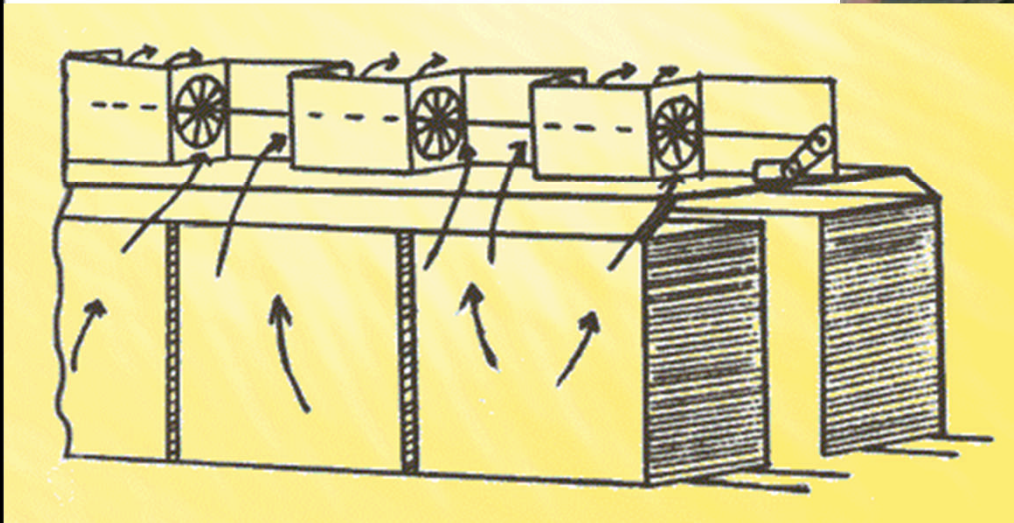
Ventilateurs

- Alternance main droite et main gauche (face-à-face)

Main gauche

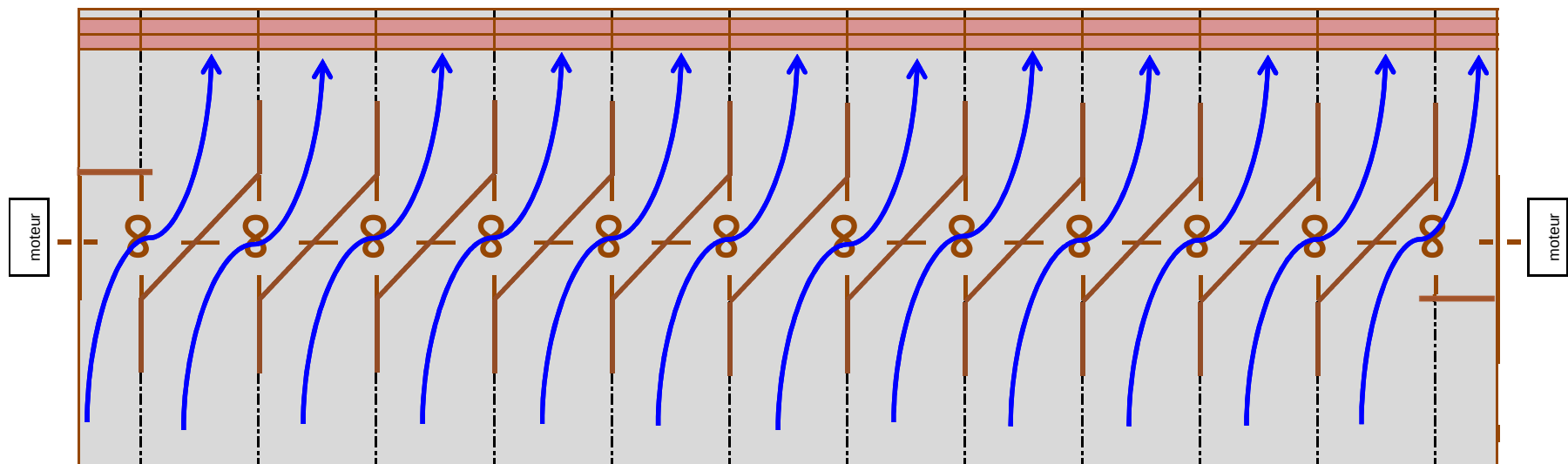


Main droite



Systeme de circulation de l'air

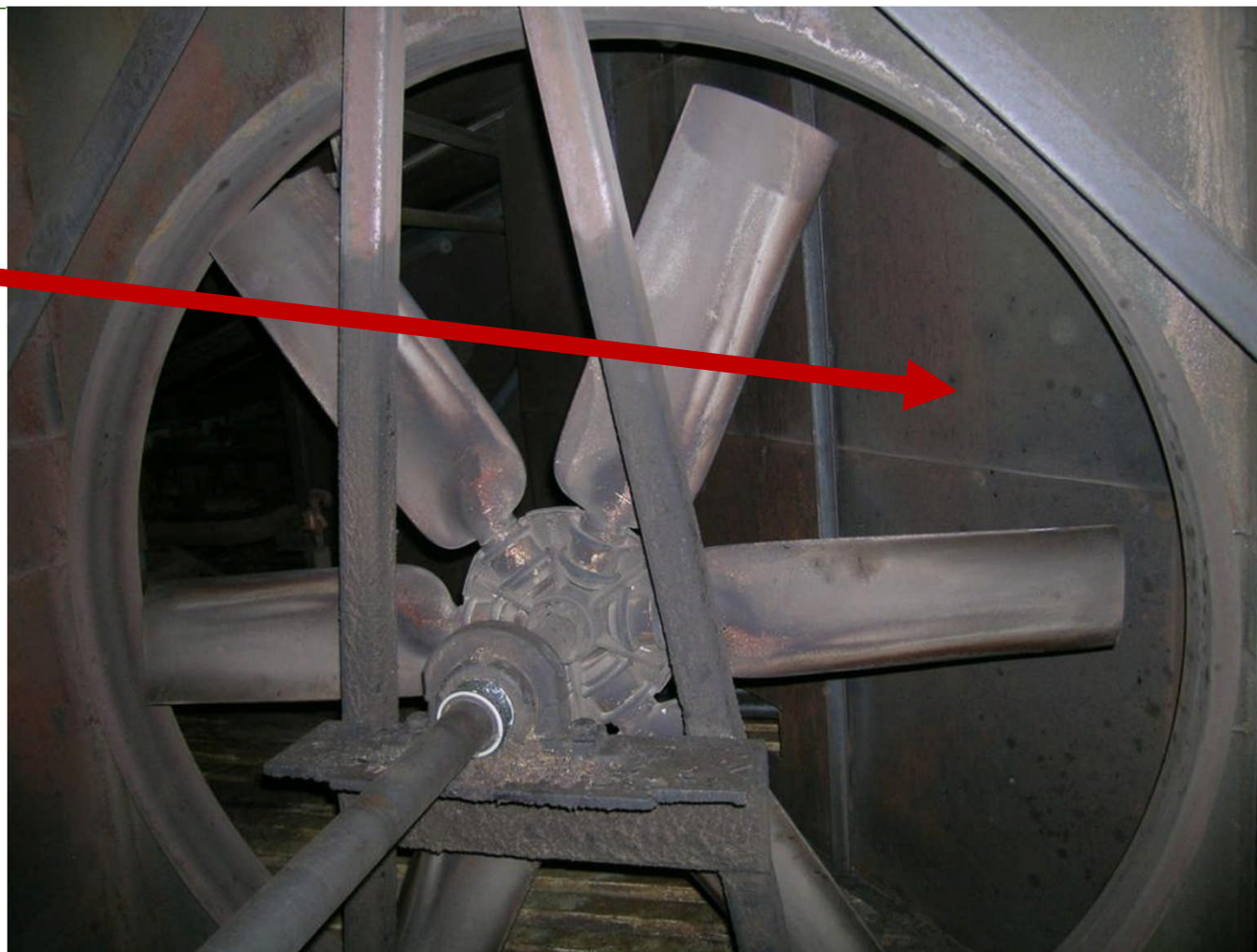
Longitudinal avec boîtes en « Z »



Systeme de circulation de l'air

Longitudinal avec boîtes en « Z »

Paroi en
oblique



Systeme de circulation de l'air

Longitudinal avec boîtes en « Z »

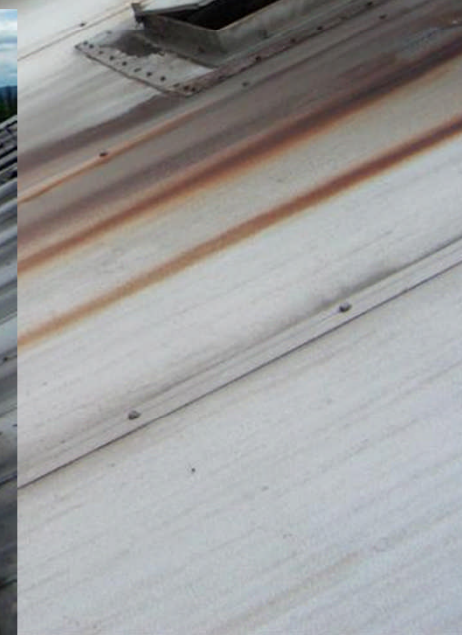
Extension
pour diriger
l'air vers le
bois

Paroi en
oblique



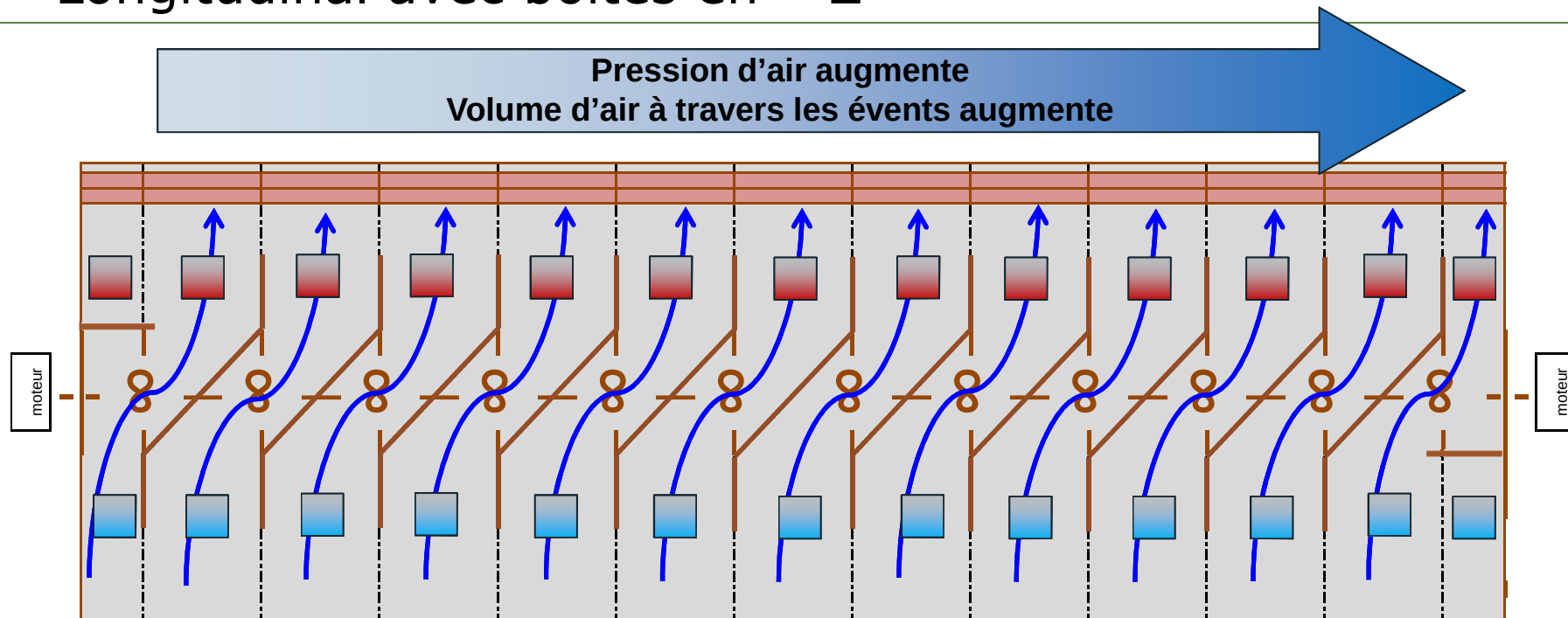
Systeme de circulation de l'air

Longitudinal avec boîtes en « Z »



Systeme de circulation de l'air

Longitudinal avec boîtes en « Z »



Légende

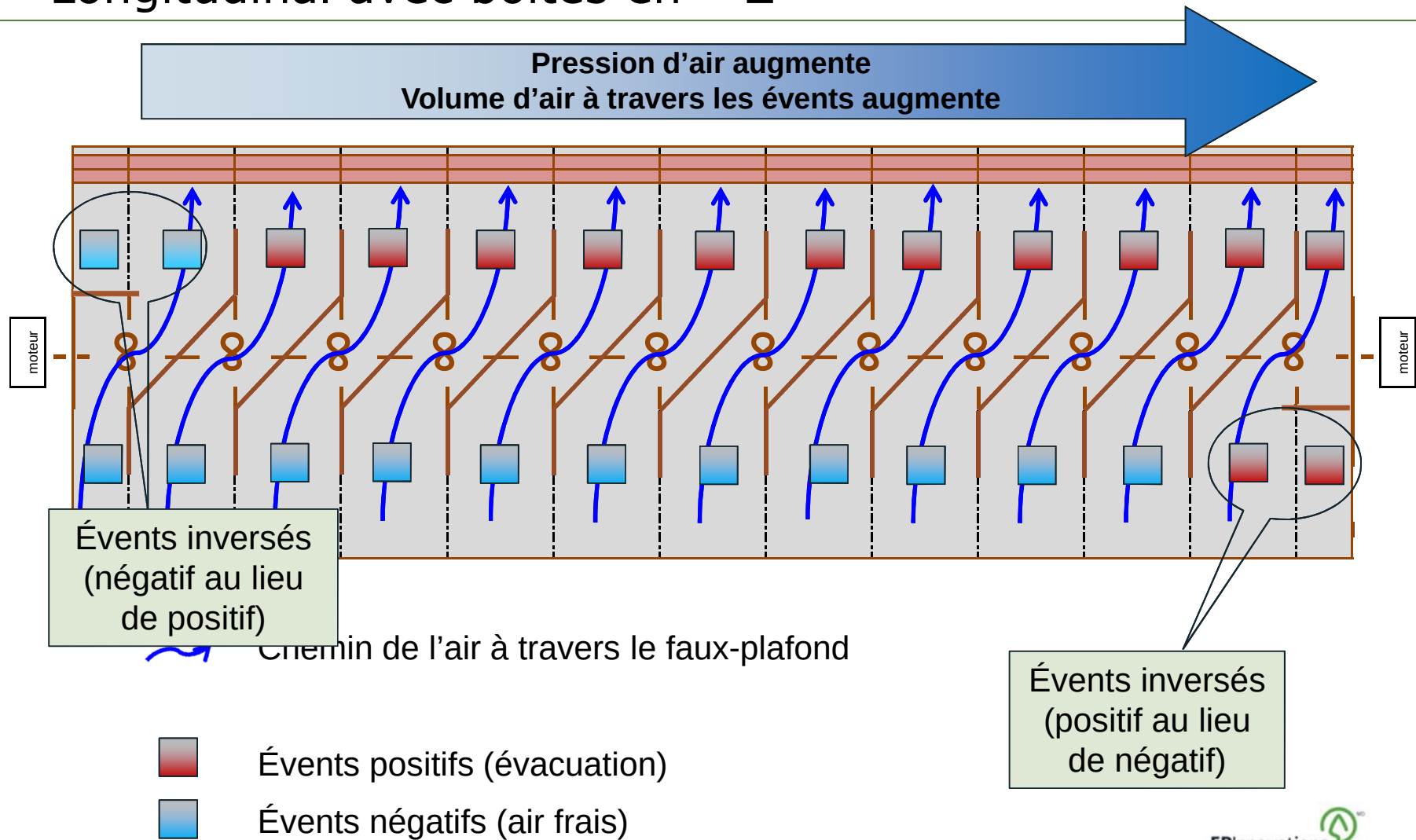
 Chemin de l'air à travers le faux-plafond

 Événements positifs (évacuation)

 Événements négatifs (air frais)

Systeme de circulation de l'air

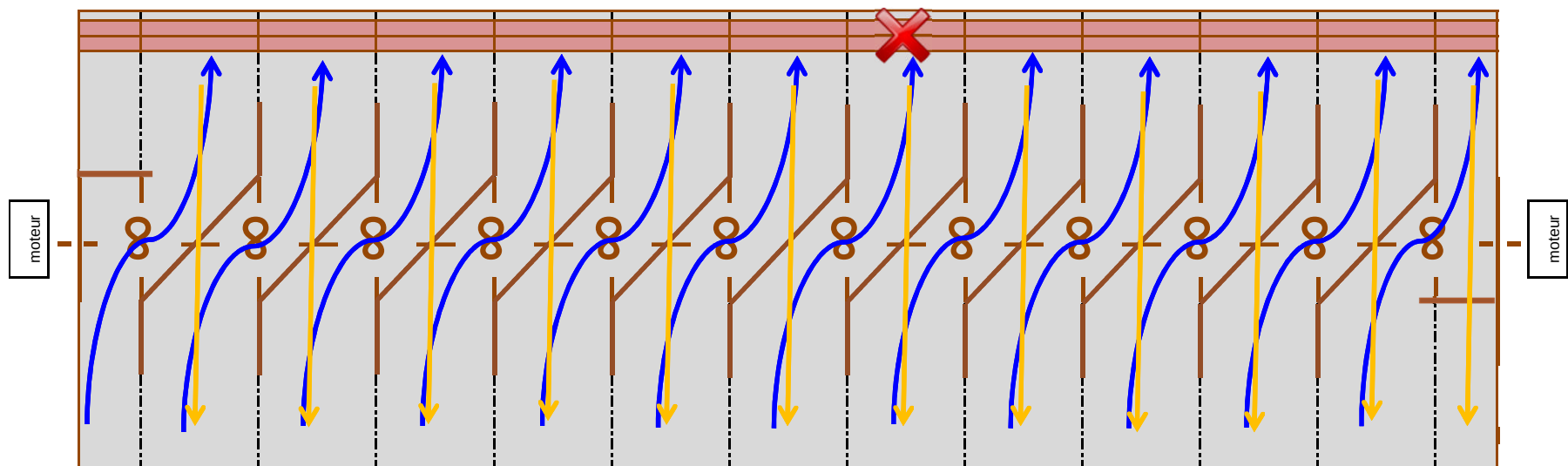
Longitudinal avec boîtes en « Z »



Système de circulation de l'air

Longitudinal avec boîtes en « Z »

Meilleur brassage de l'air en longueur

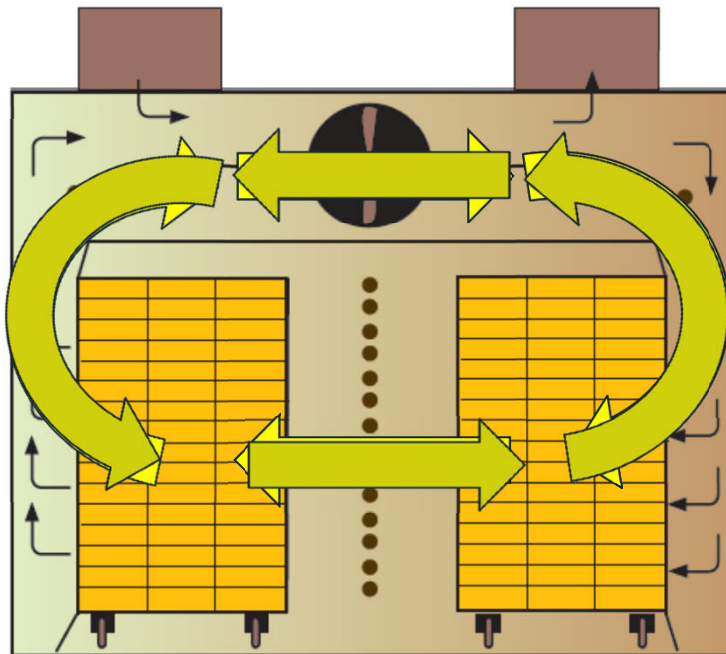


Légende

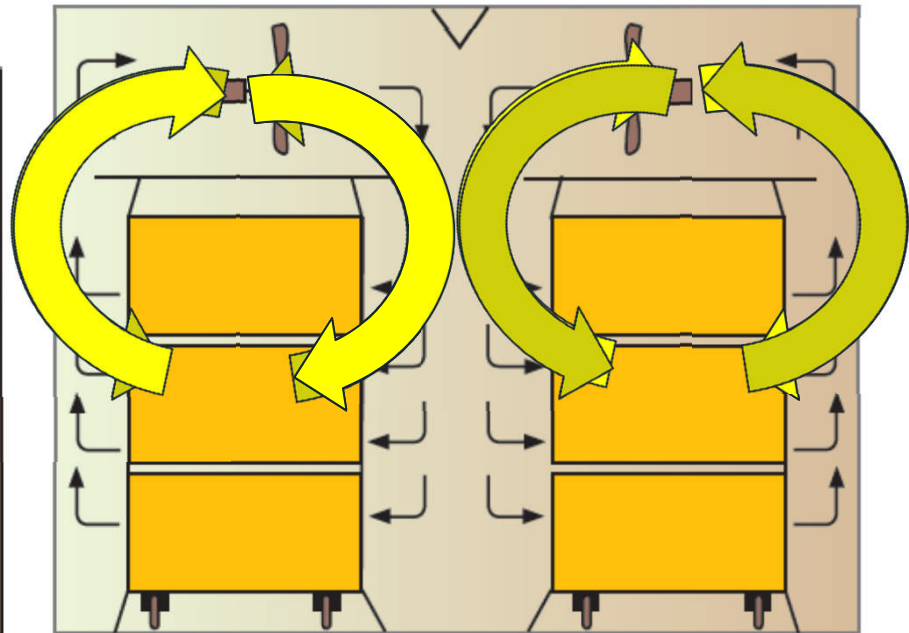
-  Chemin de l'air à travers le faux-plafond
-  Chemin de l'air à travers le bois

Système de circulation de l'air

Double passe



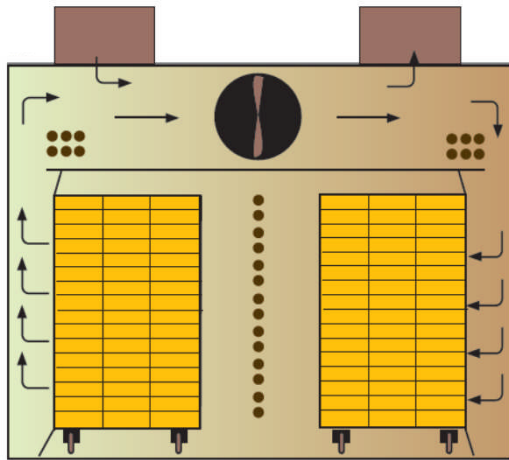
Simple Passe



Système de circulation de l'air

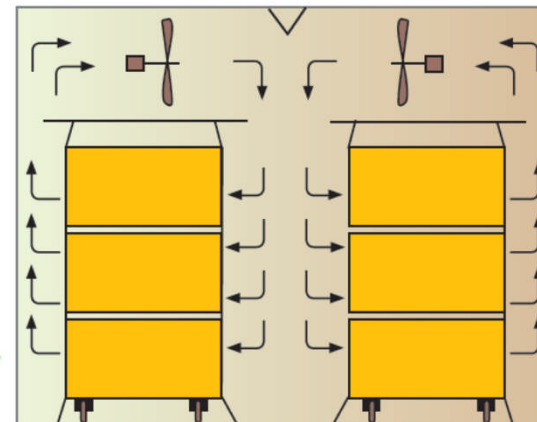
Double passe

- L'air traverse les deux trains de chargement dans un cycle
- Réchauffe nécessaire entre les trains
- Différentes configurations
 - Longitudinal/transversal
 - Moteurs internes/externes



Simple Passe

- L'air traverse un seul train de chargement dans un cycle
- Pas de réchauffe nécessaire
- Différentes configurations
 - Longitudinal (boîtes carrées) ou transversal
 - Moteurs externes/internes
- Compromis entre un séchoir à un train et un double passe



Systeme de circulation de l'air

Transversal avec moteurs externes (simple passe)



Ventilateurs

- Main droite et main gauche (face-à-face)

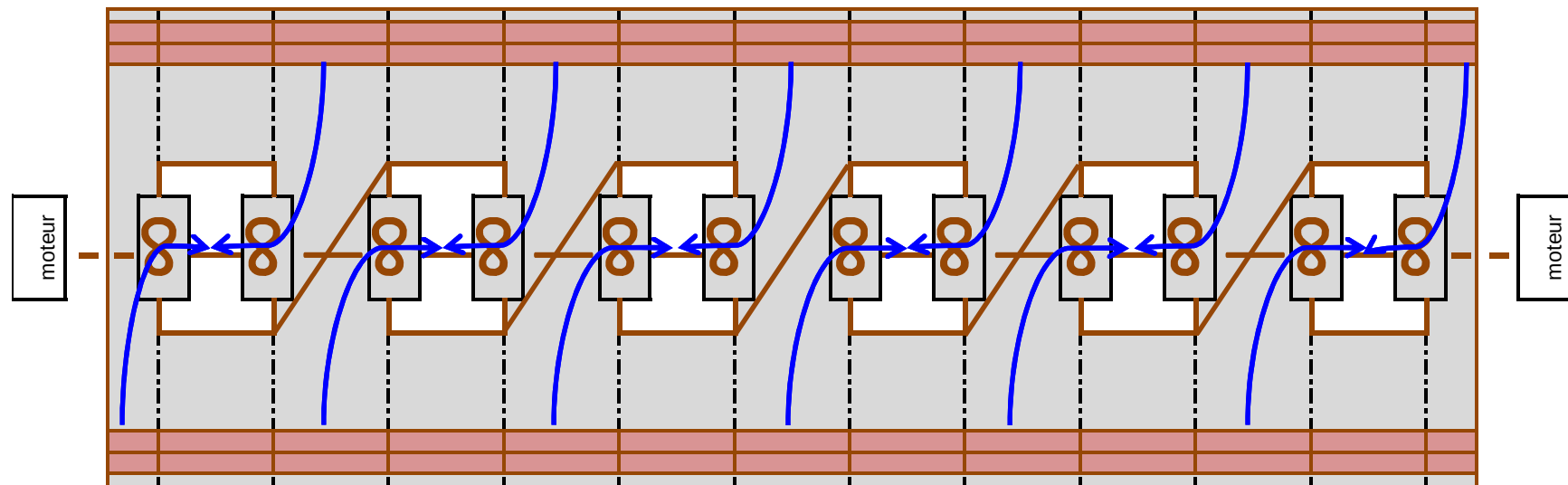
Système de circulation de l'air

Longitudinal avec moteurs externes (simple passe)



Système de circulation de l'air

Longitudinal avec moteurs externes (simple passe)



Ventilateurs

- Alternance main droite et main gauche (face-à-face)

Systeme de circulation de l'air

Longitudinal avec moteurs externes (simple passe)

Vitesse de l'air non-uniforme lorsque l'air entre au centre des trains

entre 2 ventilateurs		entre 2 ventilateurs		entre 2 ventilateurs		entre 2 ventilateurs		entre 2 ventilateurs		entre 2 ventilateurs		entre 2 ventilateurs		entre 2 ventilateurs		Moyenne	
191	-90	345	100	300	-210	150	-157	325	140	280	140	105	-270	98		96	3
260	350	500	460	170	310	465	500	325	335	210	335	535	65	220		336	2
500	590	650	540	370	640	550	610	520	540	465	460	540	670	540		546	1
###	283	498	367	280	247	388	318	390	338	318	312	393	155	###		326	

Écart-type 230.9

Système de circulation de l'air

Longitudinal avec moteurs externes (simple passe)

Problème connu dans les pré-séchoirs

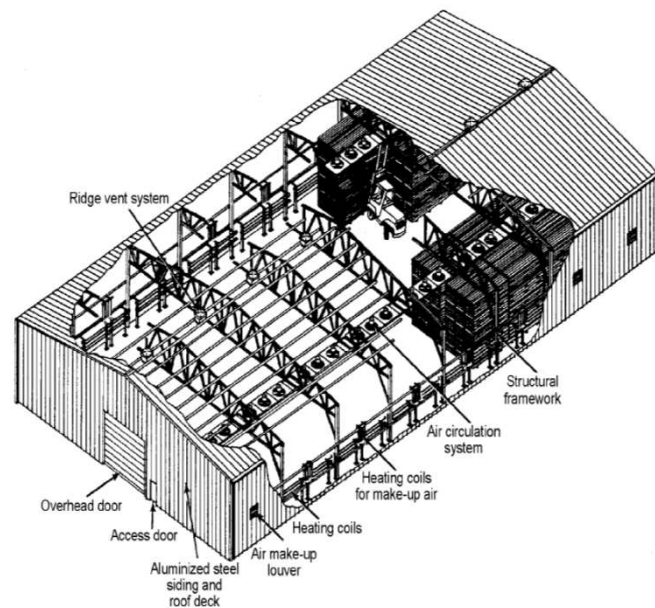


Figure 6.2—Schematic of a warehouse predryer.

Source : USDA ,2000

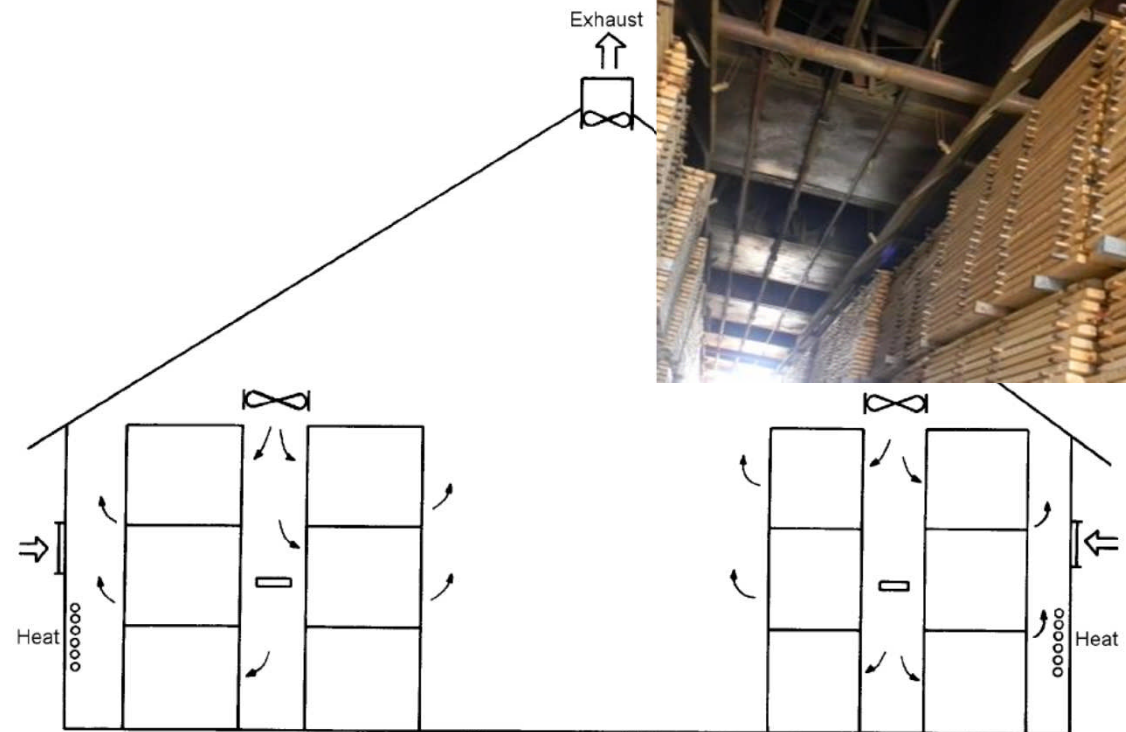


Figure 6.3—Schematic of the interior of a warehouse predryer. The exhaust vents are located near the lights in the roof peak.

Système de circulation de l'air

Longitudinal avec moteurs externes (simple passe)

Solution dans les pré-séchoirs

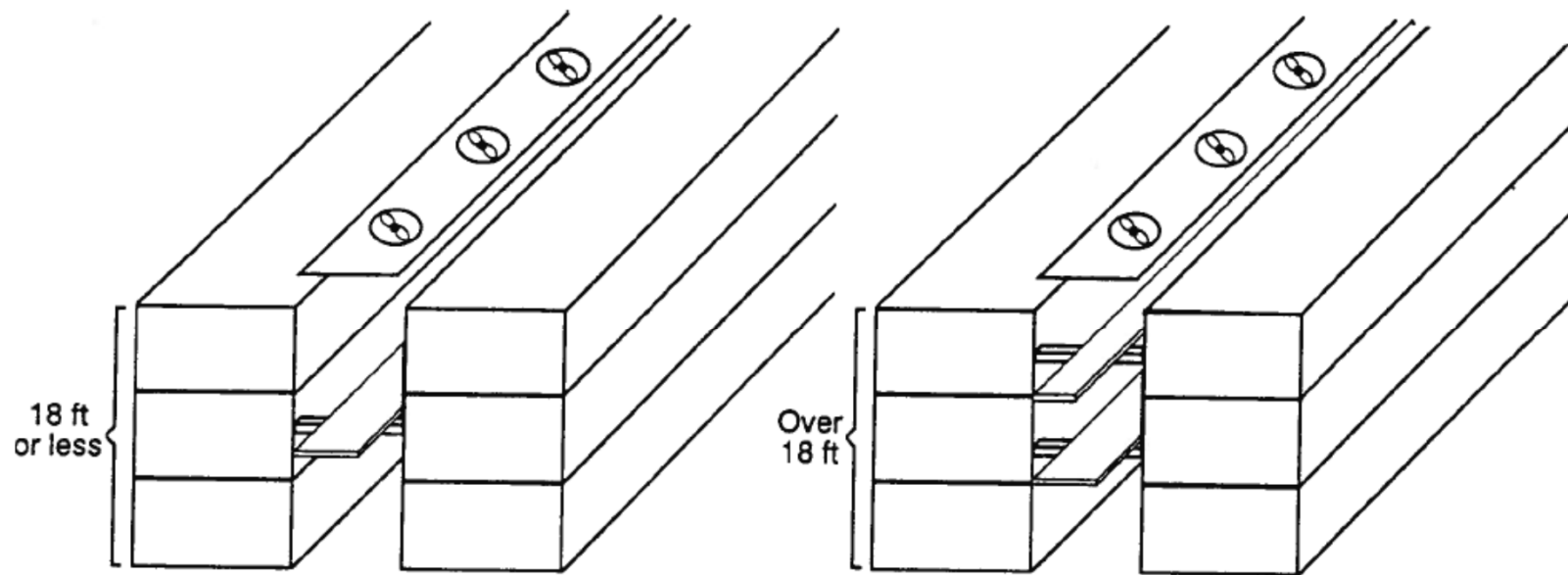


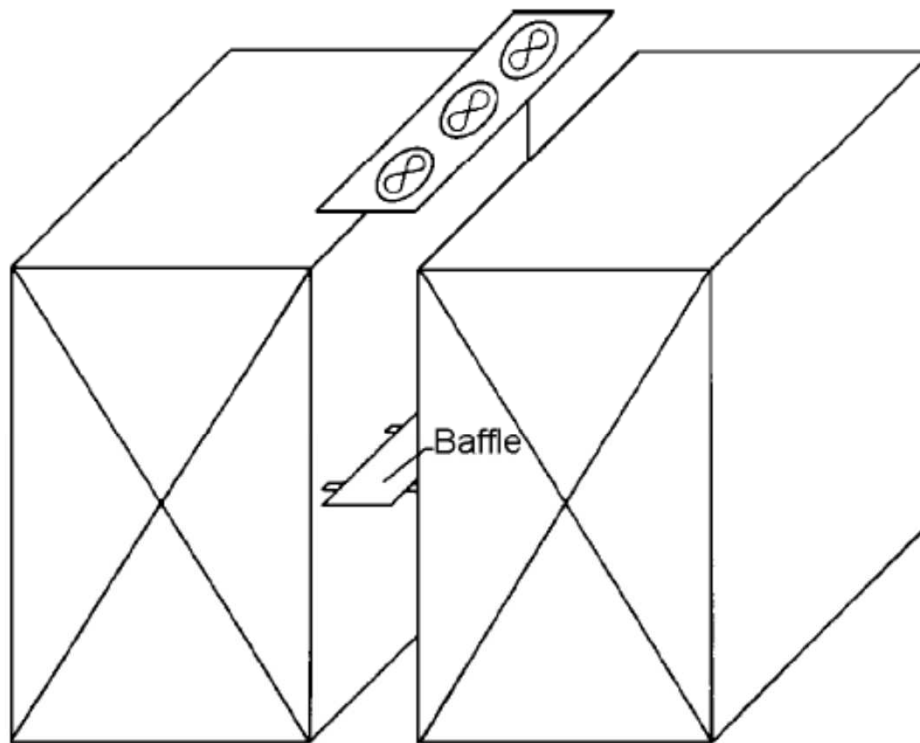
Figure 2. Placement of baffles in plenum space.

Source : USDA ,1993

Système de circulation de l'air

Longitudinal avec moteurs externes (simple passe)

Solution dans les pré-séchoirs



The fans are located above the fan aisle and blow downward. This design is often called a **downdraft** predryer. To develop **uniform velocity** through the lumber piles, **back pressure must be created at intermediate heights** in the fan aisle. Flat baffles (Fig. 6.4) are very effective for this purpose. **Uniform airflow** is required to ensure **uniform drying** throughout the loads of lumber.

Source : USDA, 2000

Figure 6.4—Plenum baffles in a predryer help to develop even airflow and uniform drying of lumber, from top to bottom.

Plan de la présentation

Classification des séchoirs conventionnels à air chaud climatisé

- Par la température d'opération ✓
- Par la méthode de chargement ✓
- Par la géométrie du bâtiment ✓
- Par le système de circulation de l'air ✓
- Par le système de chauffage
- Par le système d'évacuation
- Par le système d'humidification

Système de chauffage

Indirect

- Échangeur de chaleur (radiateurs ou à plaques)
- Chauffé par
 - vapeur / eau chaude / huile thermique / gaz de combustion
- Source d'énergie
 - Huiles (légère/lourde) / gaz naturel / propane / butane / électricité
 - Sciures / planures / **écorces**

À feu direct

- Gaz de combustion mélangés avec l'air du séchoir
- L'ajout d'air pour la combustion crée une surpression dans le séchoir
- Source d'énergie
 - Huiles (légère/lourde) / gaz naturel / propane / butane / électricité
 - Sciures ou planures fragmentées

Système de chauffage

Indirect

Avec radiateurs

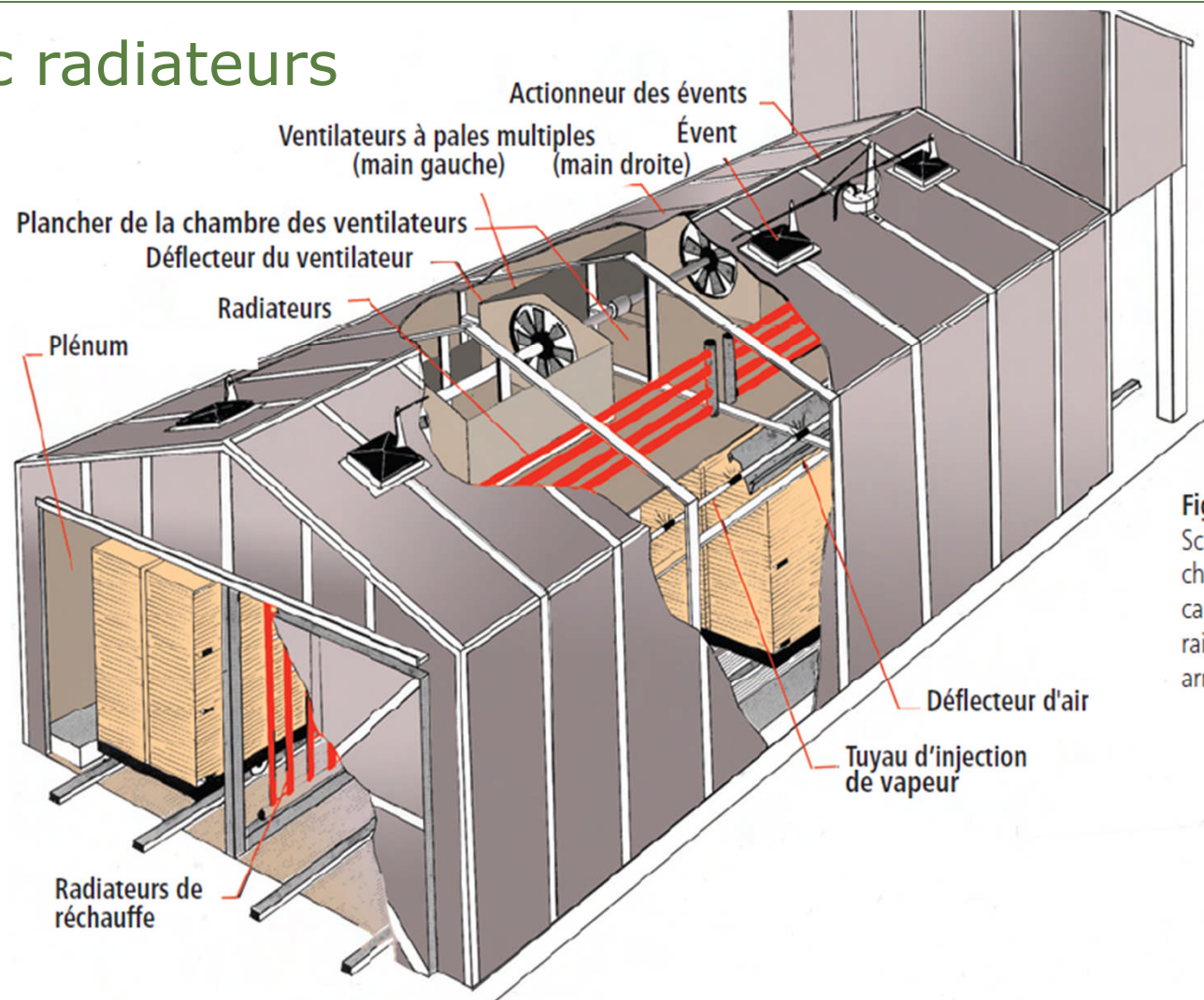
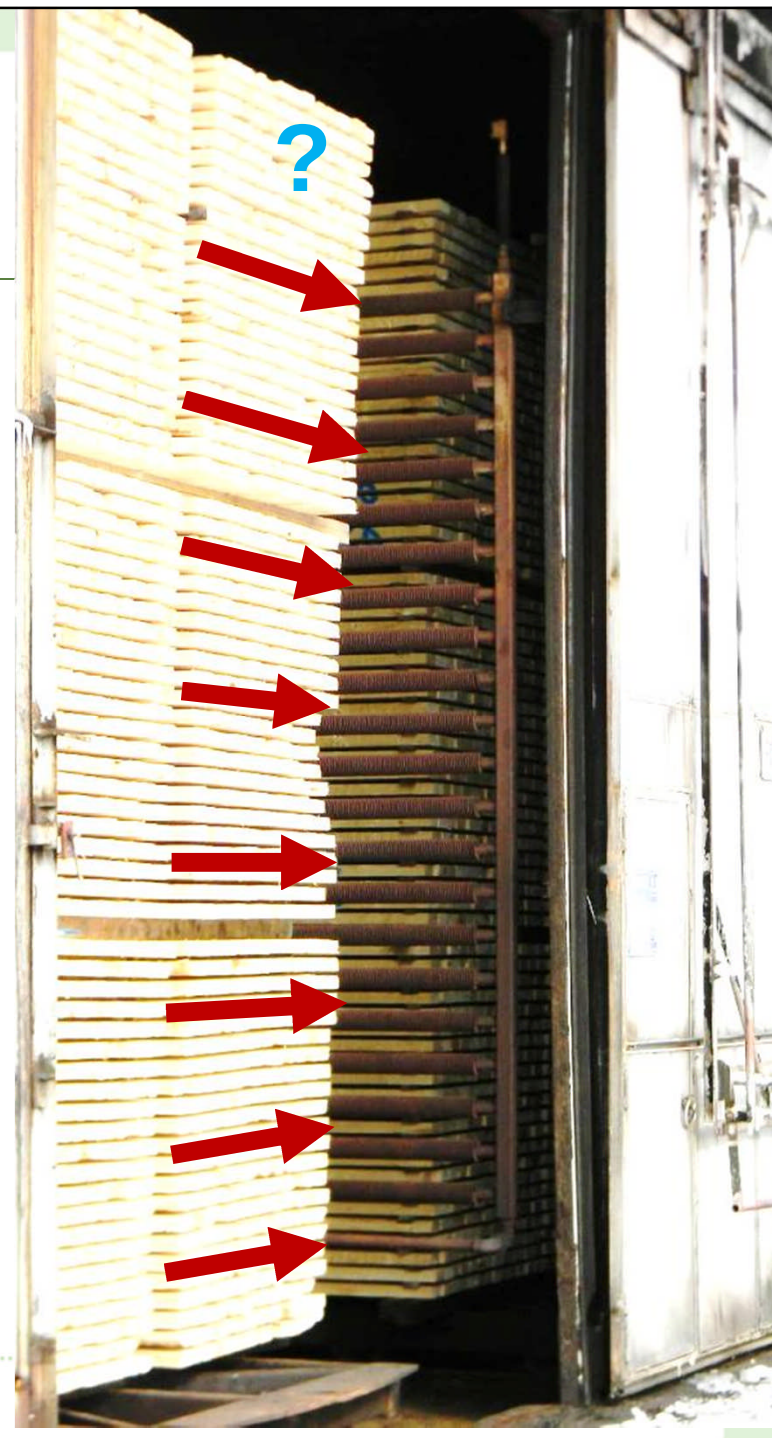


Figure 8-2
Schéma d'un séchoir à chauffage indirect (dans ce cas à la vapeur) à doubles rails avec ventilateurs à arrangement longitudinal.

Système de chauffage Indirect

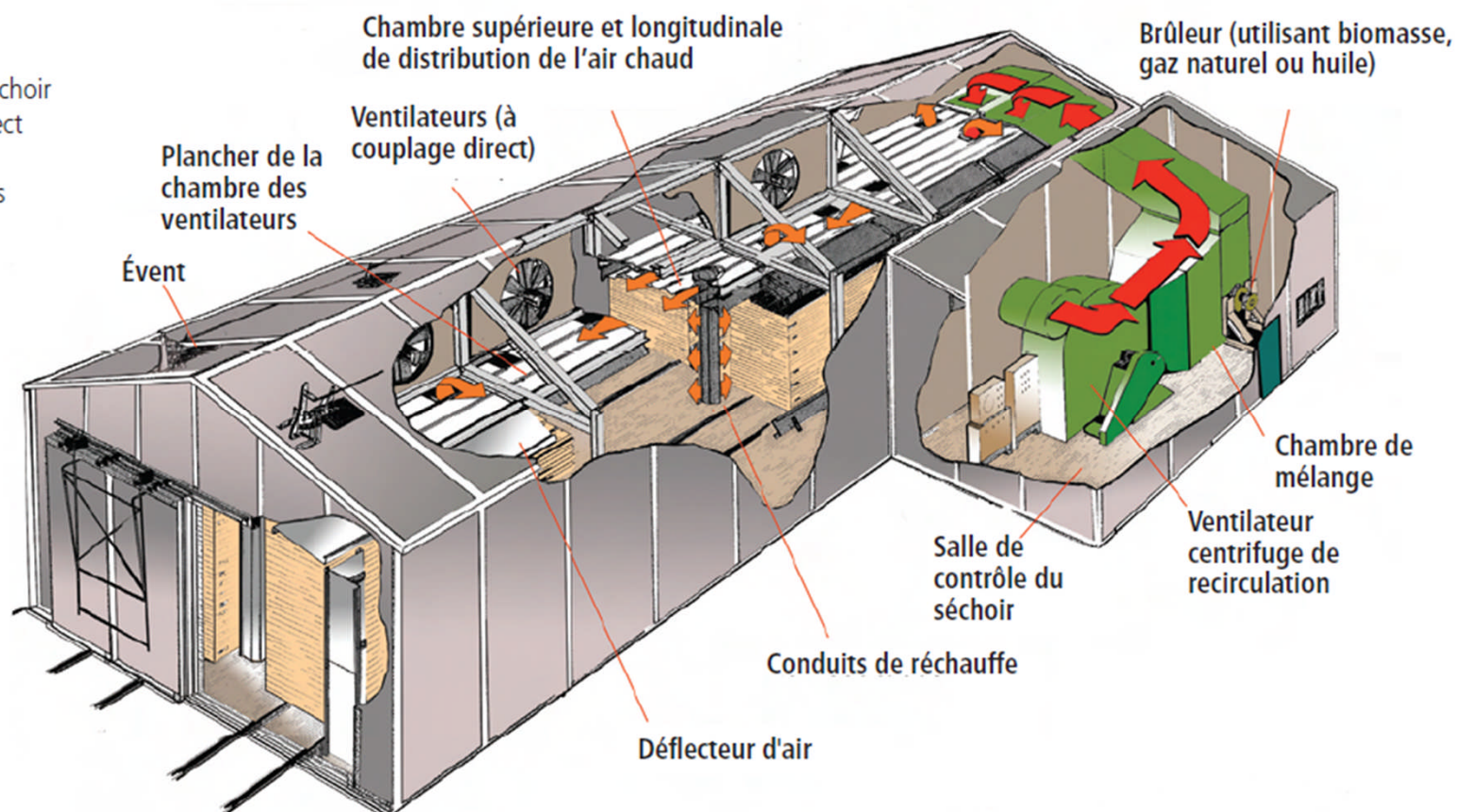
Radiateurs de réchauffe



Système de chauffage À feu direct

Figure 8-1

Schéma d'un séchoir à chauffage direct à doubles rails avec ventilateurs à arrangement transversal.



Système de chauffage

À feu direct

Sortie de l'air
chaud du brûleur à
travers le plancher
du faux-plafond

Ventilateur

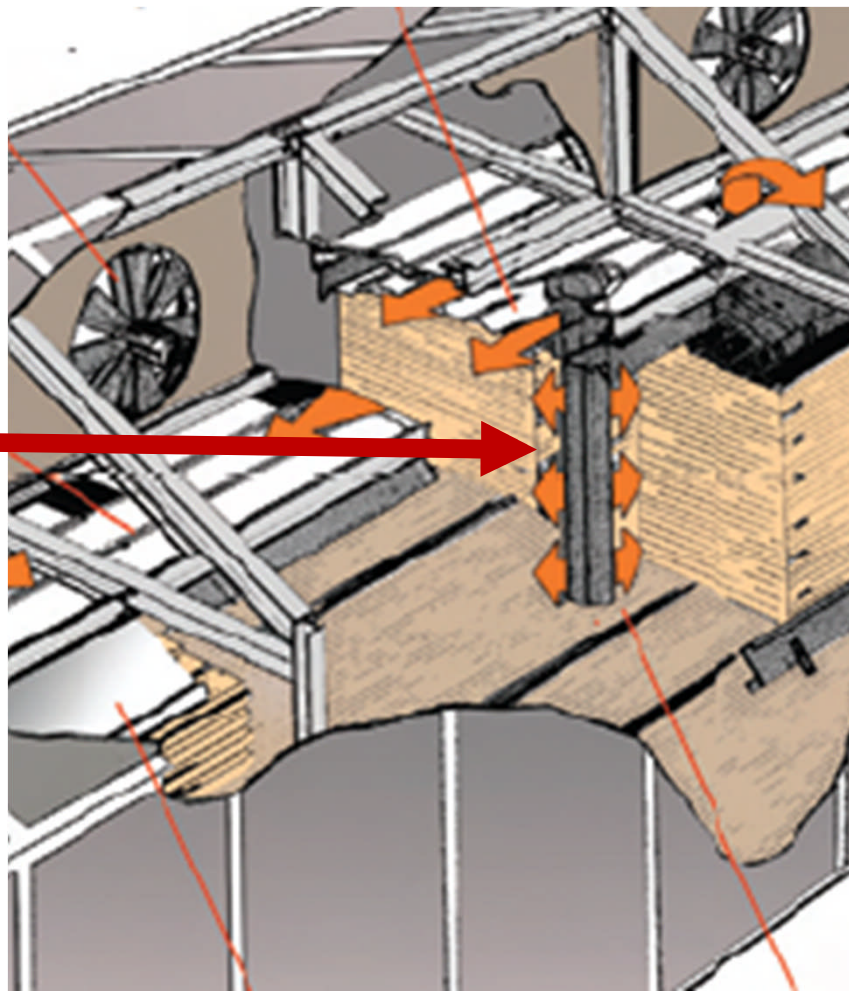


Déflecteur

Chargement

Système de chauffage À feu direct

Réchauffes entre
les deux trains



Système de chauffage

Comparaisons économiques des combustibles


FPJoule™


FPInnovations

FPInnovations | Contactez-nous | English

ACCUEIL
 COÛT DE L'ÉNERGIE
 AVANTAGES ÉCONOMIQUES
 COMBUSTIBLES
 RAPPORT

FPJoule > Rapport

Imprimer

Coût de l'énergie

Groupe d'essences	Résineux
Section de l'arbre	Écorce
Taux d'humidité (base humide)	50.00 %
Prix de la biomasse	35.00 \$/tmv
Valeur équivalente	4.92 \$/GJ

Avantages économiques

Méthode de calcul	Consommation annuelle
Combustible utilisé actuellement	Mazout #2
Consommation annuelle pour ce type de combustible	500 000 litres
	15 784 GJ/an
Coût de l'énergie pour ce type de combustible	400 000 \$/an
	25.3 \$/GJ
Consommation annuelle de biomasse	2 219 tmv
	77 663 \$/an
	4.9 \$/GJ
Économies annuelles avec le remplacement du combustible actuel par la biomasse	322 337 \$/an
	20.4 \$/GJ

Combustibles

	Pouvoir calorifique anhydre	Rendement chaudière	Coût unitaire
Mazout léger (#2)	43.50 MJ/kg	82.00 %	0.80 \$/l
Mazout lourd (#6)	42.60 MJ/kg	87.00 %	0.60 \$/l
Gaz naturel	53.00 MJ/kg	85.00 %	0.45 \$/m³
Électricité*	0.00 MJ/kg	100.00 %	0.045 \$/kWh
Charbon - Anthracite	28.00 MJ/kg	87.00 %	100.00 \$/tonne
Biomasse	20.62 MJ/kg	68.98 %	35.00 \$/tmv

© Tous droits réservés FPInnovations 2012

 En collaboration avec :
 Québec
 CTRI
 

<http://www.fpinnovations.ca/FPJoule>

Systeme de chauffage

Quelques considerations ou les coûts oublies

Indirect (vapeur)

- Entretien et de supervision
 - Chaudière à entretenir
 - Traitement d'eau
 - Fuites (réseau)
 - Valves
 - Purgeurs (ouverts ou bloqués)
- Pas assez de capacité thermique pour opérer tout les séchoirs en pointe de demande
 - Dépend des autres séchoirs ou d'autres utilisateurs
 - Besoin de plus de séchoirs pour la même production séchée

À feu direct

- Entretien et supervision
 - Une fois les sorties d'air calibrée dans le séchoir, la température est constante charge après charge
- Chaque séchoir est autonome en chauffage
 - Le temps de réchauffement est indépendant des autres séchoirs
 - Besoin de moins de séchoirs pour la même production séchée

Système d'évacuation (événements)

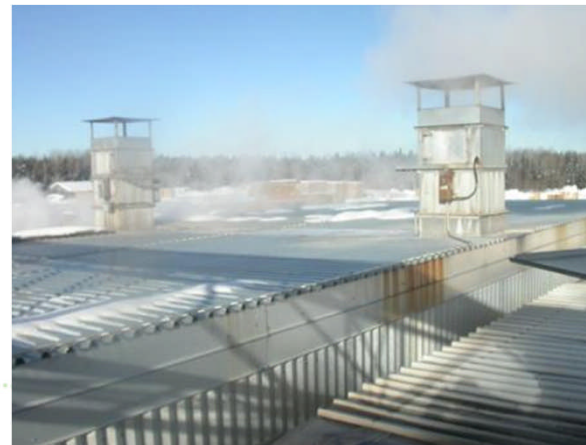
Non-forcé

- Utilise la pression d'air créé par la circulation de l'air
- Pour le séchage à moyenne et haute température
- Réparti uniformément sur toute la longueur du séchoir
- Actionner par un seul actuateur
- Concept Nord-Américain



Forcé

- Utilise des ventilateurs d'extraction
- Pour le séchage à basse température d'essences à teneur en humidité élevée (ex. pin blanc)
- Conduit à l'intérieur du séchoir pour répartir le prélèvement de l'air et l'ajout d'air
- Clapet actionné par un actuateur pour 1-2 cheminées
- Concept Européen



Système d'évacuation

Évents non-forcés

Au pignon et arbre d'actionnement extérieur



Système d'évacuation

Événements non-forcés

- Chaque côté du toit
- Arbre d'actionnement intérieur
- Actuateur en bout



Système d'évacuation

Évents forcés

Conduit de distribution à l'intérieur du séchoir



Systeme d'évacuation

Événements forcés

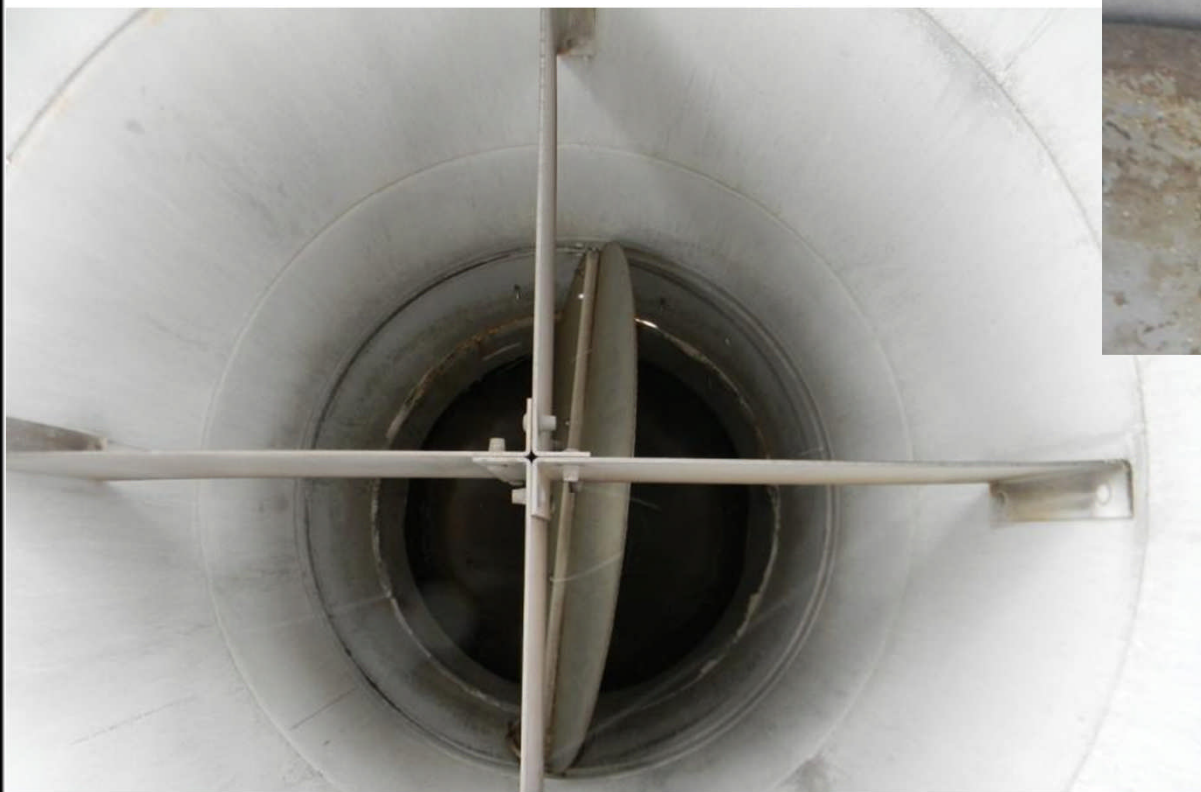
Exemple sur séchoir simple passe



Systeme d'évacuation

Événements forcés

Ajustement d'ouverture/fermeture



Système d'évacuation Événements

Évacuation uniforme sur la longueur du séchoir
=
Inspection régulière !!!



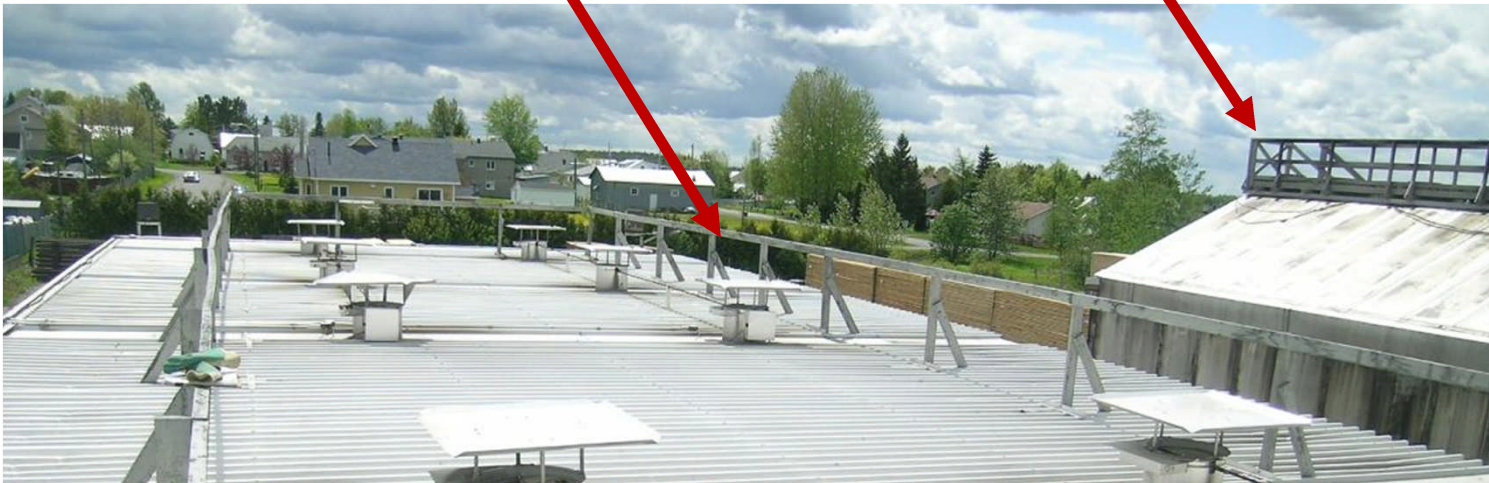
Systeme d'évacuation

Événements

Inspection régulière = sécurité !!!

Garde

Passerelle
(en bois 😊!)



Système d'humidification (optionnel)

Injection de vapeur

- Efficace
- Risque de surchauffe si vapeur haute pression
- Enlève de la capacité de chauffage si la chaudière est en sous-capacité
- Coût du traitement de l'eau

Pulvérisation d'eau

- Changement d'état (liquide à vapeur) nécessaire dans le séchoir
- Enlève de la capacité de chauffage si la chaudière est en sous-capacité
- Plus d'entretien
- Risques de mouiller la structure (corrosion) ou le bois (kiln wets)

La réponse à la « Question qui tue ! »

Le « **meilleur séchoir** » est en fonction
de vos besoins spécifiques de séchage

En conclusion

Critères à considérer lors de la sélection d'un séchoir

- Température d'opération
 - Méthode de chargement
 - Géométrie du bâtiment
 - Système de chauffage
 - Système de circulation de l'air
 - Système d'évacuation
 - Système d'humidification
- Budget d'acquisition
 - Produits à sécher
 - Productivité
 - Entretien
 - Type d'énergie disponible
 - Coûts de séchage

Sélection d'un séchoir par les participants

Cas 1. Séchage de pin gris pour la commodité

Pin gris = essence perméable = Axé la productivité

- **Température d'opération**

Basse

Moyenne

Haute

- **Méthode de chargement**

Sur rails

Chargement latéral

- **Géométrie du bâtiment**

Toit plat

Pignon

- **Système de chauffage**

Indirect

Feu direct

- **Système de circulation de l'air**

Double passe

Simple passe

Transversal

Longitudinal

Carrées

en « Z »

Moteurs internes

Moteurs externes

- **Système d'évacuation**

Non-forcé

Forcé

- **Système d'humidification**

Vapeur

Eau

Sélection d'un séchoir par les participants

Cas 2. Séchage de sapin pour planches murales

Sapin séché à 7-8% = poches humides = séchage lent/équilibre

- **Température d'opération**

Basse

Moyenne

Haute

- **Méthode de chargement**

Sur rails

Chargement latéral

- **Géométrie du bâtiment**

Toit plat

Pignon

- **Système de chauffage**

Indirect

Feu direct

- **Système de circulation de l'air**

Double passe

Simple passe

Transversal

Longitudinal

Carrées

en « Z »

Moteurs internes

Moteurs externes

- **Système d'évacuation**

Non-forcé

Forcé

- **Système d'humidification**

Vapeur

Eau



Caractérisation des types de séchoirs

Pour nous joindre:

marc.savard@fpinnovations.ca

418 781-6807

fpinnovations.ca

© 2010 FPInnovations. Tous droits réservés. Reproduction et redistribution interdites.

^{MD} Le nom, les marques et les logos de FPInnovations sont des marques de commerce déposées de FPInnovations.