



Repenser le programme de séchage en hiver – Cas vécu chez Domtar

Ateliers-Conférences sur le séchage du bois

23 avril 2026

Samuel Gendron, CPI, M.Sc., FPIinnovations

Guillaume Bertrand, ing.f., Domtar



Plan de présentation

- Introduction et mise en contexte
- Énergie et puissance pendant le séchage
- Concept du programme de séchage hivernal
- Différence fondamentale avec le programme standard
- Essais en laboratoire et industriels
- Cas vécu Domtar



Introduction

Pamphlets 4 pages



PROGRAMME DE SÉCHAGE HIVERNAL POUR UNE MEILLEURE UTILISATION DE L'ÉNERGIE

Samuel Gendron, Chercheur senior, Produits du bois

Novembre 2025

Introduction

Le séchage du bois représente environ 70% de l'énergie requise à la transformation des billes en bois de sciage (Garrahan, et al., 2009). Cette énergie est majoritairement utilisée pour le réchauffement et l'évaporation de l'eau présente dans le bois. Le séchage est une étape critique du processus de première transformation. Bien souvent, il devient un goulot à l'opération, spécialement en hiver où la demande énergétique est plus importante. Si le système énergétique est décalé à sa pleine capacité, on peut alors assister à l'augmentation des temps de séchage et donc à une réduction de la productivité. Heureusement, quelques solutions existent pour limiter les impacts, notamment une approche récemment étudiée qui consiste à la modification stratégique des programmes de séchage.

Énergie et puissance

D'emblée, il est important de bien saisir les différences entre l'énergie et la puissance. Dans le cas des séchoirs à bois, on parle plus précisément d'énergie et de puissance thermique requise pour le chauffage de l'air qui circule à travers le bois. L'énergie thermique dépend de la température d'un objet et décrit l'agitation des atomes et molécules de cet objet; plus un objet est chaud, plus ses atomes et molécules sont agités, plus ils ont de l'énergie. Un objet froid aura moins d'énergie. On exprime habituellement l'énergie thermique dans le système métrique en joules et dans le système impérial en « British Thermal Units » ou BTU. En thermodynamique, l'énergie thermique se déplace toujours des zones chaudes vers les zones froides.

La puissance thermique permet quant à elle d'exprimer la quantité de chaleur échangée entre ces zones par unité de temps. En d'autres mots, c'est la rapidité à laquelle l'énergie se propage. On exprime généralement la puissance thermique en watts ou dans le système impérial, pour des bouilloires par exemple, en « Boiler Horse Power » ou BHP.

Pour figurer ces concepts, on peut penser à un litre d'eau que l'on aimerait amener à ébullition. Il est facile de calculer l'énergie requise pour amener ce litre d'eau à 100 °C à partir de la température ambiante. Cependant, dépendamment de la vitesse à laquelle on veut amener ce litre d'eau à ébullition, il faudra fournir l'énergie plus ou moins rapidement. En bref, si on veut être plus rapide, il faut avoir un équipement plus puissant, tandis que l'énergie thermique totale requise reste, en théorie, la même peu importe la vitesse de réchauffement.

Besoin énergétique pendant le séchage du bois

► Où va l'énergie?

On peut diviser l'énergie thermique requise pour le séchage du bois en 7 catégories (Fortin & Laghdir).

1. L'énergie pour réchauffer les sciages et les lattes;
2. L'énergie pour réchauffer le séchoir et autres équipements connexes;
3. L'énergie pour vaincre les forces de rétention de l'eau liée;
4. L'énergie pour réchauffer l'eau présente dans les sciages et les lattes;
5. L'énergie pour évaporer l'eau extraite des sciages;
6. L'énergie pour réchauffer l'air de séchage et l'humidification de l'écoulement d'air;
7. L'énergie perdue à travers les parois du séchoir (pertes thermiques).

Le tableau suivant donne une bonne idée des proportions énergétiques typiques des 7 catégories pour un procédé de séchage standard.

Le Tableau 1 présente les proportions énergétiques typiques des 7 catégories pour un procédé de séchage standard.

	Proportion
Q1. Réchauffement du bois	~7%
Q2. Réchauffement du séchoir	~7%
Q3. Énergie pour vaincre la rétention	~1%
Q4. Réchauffement de l'eau	~20%
Q5. Évaporation de l'eau	~40%
Q6. Réchauffement de l'air	~20%
Q7. Pertes thermiques	~5%



WINTER DRYING PROGRAM TO OPTIMIZE ENERGY USE

Samuel Gendron, Senior Researcher, Wood Products

Novembre 2025

Introduction

Wood drying accounts for approximately 70% of the energy required to process logs into lumber (Garrahan, et al., 2009). Most of this energy is used to heat the wood and evaporate the water it contains. Drying is a critical step in the primary processing stage. It often becomes a bottleneck in the operation, especially in winter when energy demand is higher. If the energy system is already at full capacity, drying times may increase, leading to a reduction in productivity. Fortunately, there are a few solutions available to limit the impact, including a recently studied approach that involves strategically modifying drying programs.

► Energy and power

First, it is important to understand the difference between energy and power. In the case of kilns, we are referring more specifically to the energy and thermal power required to heat the air circulating through the wood. Thermal energy depends on the temperature of an object and describes the agitation of the atoms and molecules in that object; the hotter an object is, the more agitated its atoms and molecules are, and the more energy they have. A cold object will have less energy. Thermal energy is usually expressed in joules in the metric system and in British thermal units (BTU) in the imperial system. In thermodynamics, thermal energy always moves from hot areas to cold areas.

Thermal power, on the other hand, represents the amount of heat transferred between these areas per unit of time. In other words, it indicates the speed at which energy is delivered. Thermal power is generally expressed in watts in the metric system or, in the imperial system, such as for steam boilers, in Boiler Horsepower (BHP).

To illustrate these concepts, consider one liter of water that you want to bring to a boil. It is easy to calculate the amount of energy required to raise this liter of water from room temperature to 100 °C. However, the speed at which you want to boil the water determines how quickly that energy must be supplied. In short, if you want to heat it faster, you need more powerful equipment, even though the total amount of thermal energy required remains, in theory, the same regardless of the heating rate.

Energy requirements during wood drying

► Where does the energy go?

The thermal energy required for wood drying can be divided into seven categories (Fortin & Laghdir).

1. Energy to heat the lumber and sticks;
2. Energy to heat the kiln and associated equipment;
3. Energy required to overcome the retention forces of bound water;
4. Energy to heat the water contained in the lumber and sticks;
5. Energy required to evaporate the water removed from the lumber;
6. Energy to heat the drying air and to humidify excess air;
7. Energy lost through the kiln walls (heat losses).

The following table 1 provides a good indication of the typical energy proportions associated with the seven categories in a standard drying process.

Table 1 Thermal energy consumption distribution in lumber drying

	Proportion
Q1. Wood heating	~7%
Q2. Kiln heating	~7%
Q3. Energy to overcome retention	~1%
Q4. Water heating	~20%
Q5. Water evaporation	~40%
Q6. Air heating	~20%
Q7. Heat losses	~5%



Introduction

Énergie et puissance

Énergie

Caractère d'un système matériel capable de produire du travail. Si thermique, se caractérise par :

- Température de l'objet / Agitation des atomes et molécule
- Se déplace des zones chaudes vers les zones froides

Puissance

Quantité d'énergie fournie par unité de temps

- Rapidité





L'énergie pendant le séchage

Où est-elle utilisée et quand?

Dépend de plusieurs facteurs :

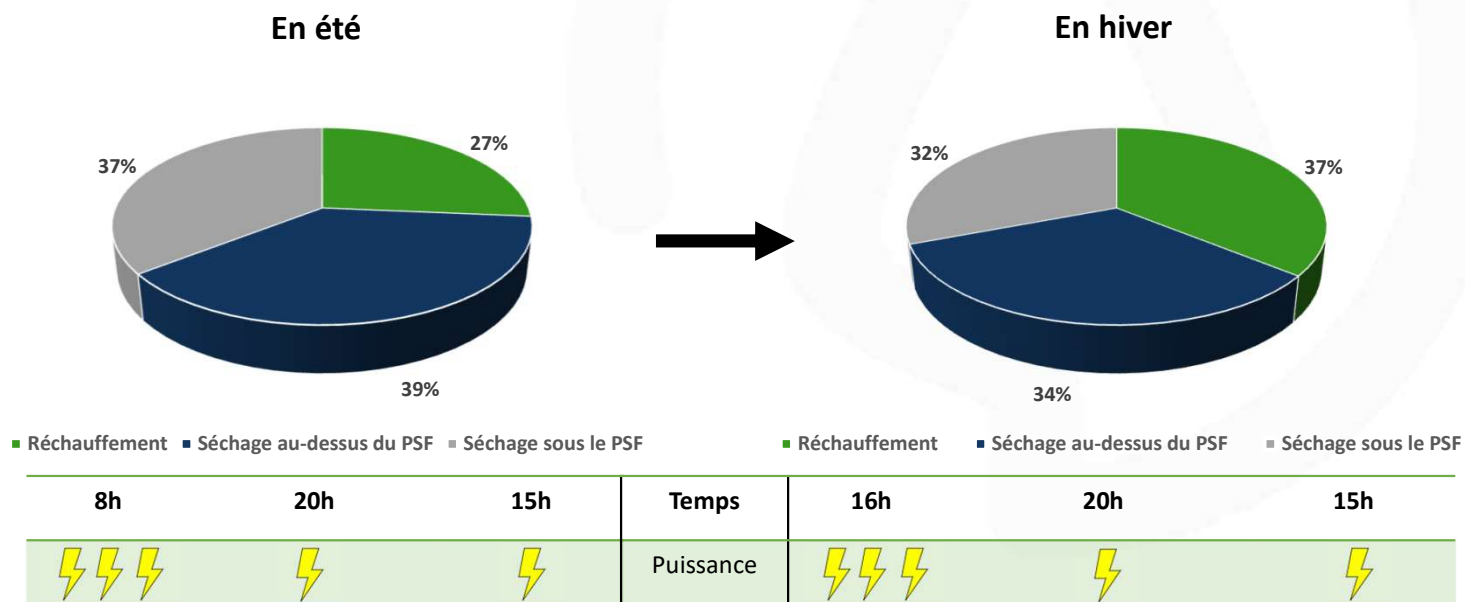
- Essence et état initial du bois
- Séchoirs
- Saisons

	Proportion en été	Proportion en hiver
Q1. Réchauffement du bois	~7%	~7%
Q2. Réchauffement du séchoir	~7%	~7%
Q3. Énergie pour vaincre la rétention	~1%	~1%
Q4. Réchauffement de l'eau	~10%	~20%
Q5. Évaporation de l'eau	~50%	~40%
Q6. Réchauffement de l'air	~22%	~20%
Q7. Pertes thermiques	~3%	~5%



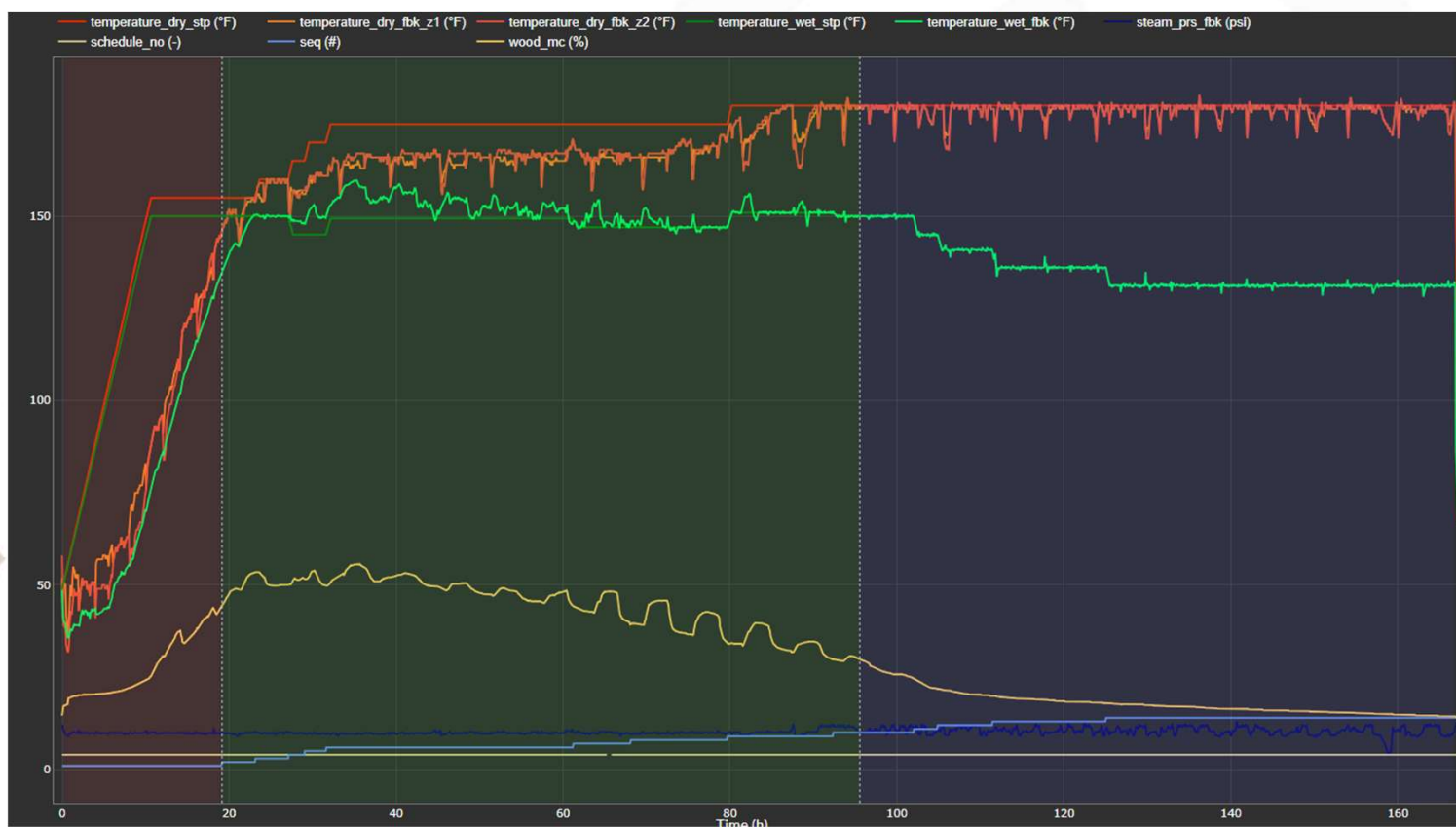
L'énergie pendant le séchage

Où est-elle utilisée et quand?





Conditions de séchage standard en hiver





Programme de séchage hivernal

Objectifs

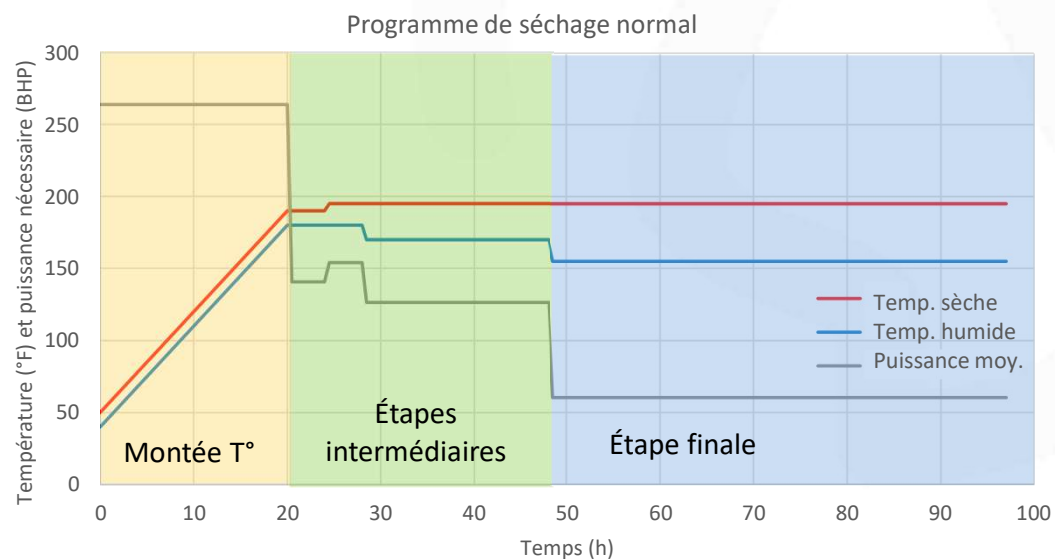
- Réduire l'impact de la saison sur les opérations
- Réduire la variation de la demande à la bouilloire
- Meilleur contrôle sur les conditions de séchage
- Aucun impact négatif sur la productivité ou la qualité
- Impact positif sur le système énergétique



Programme de séchage standard

Objectifs du programme

- Atteinte de la température de séchage
- Augmentation graduelle de la dépression du thermomètre humide

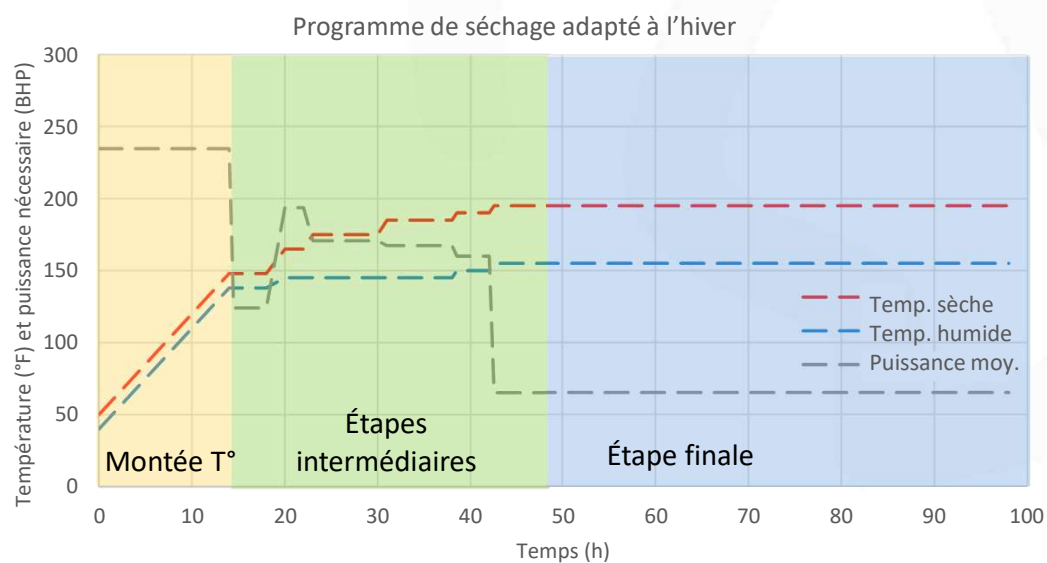




Programme de séchage hivernal

Modification au programme de séchage standard

- Température initiale de séchage plus basse, montée en température plus courte
- Augmentation graduelle de la température





Programme de séchage hivernal

Différence fondamentale

Début du séchage et de l'évaporation à plus basse température

- Diminution de l'énergie requise au réchauffement de l'eau

Réduction des pertes thermiques à travers les parois

- Proportionnelles à la différence de température entre l'air du séchoir et l'air extérieur

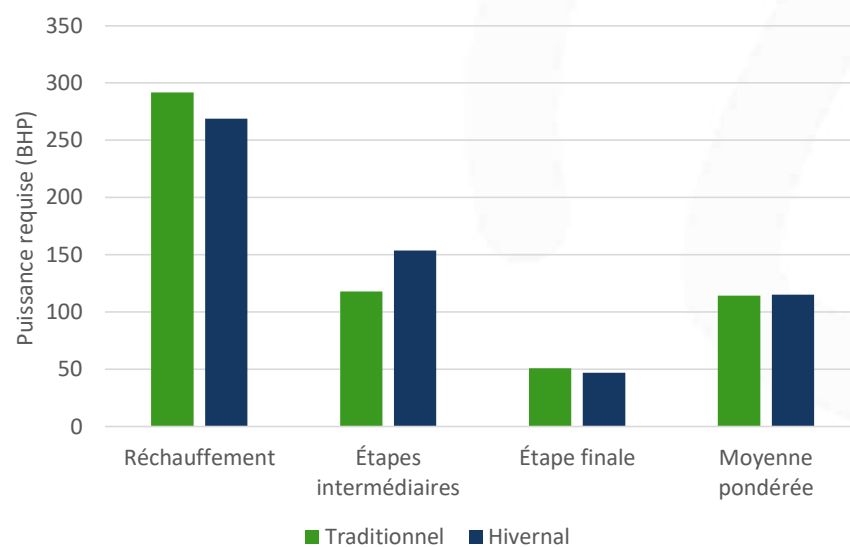
Air de séchage plus froid

- Plus basse capacité de rétention de vapeur d'eau
- Plus d'évacuation
- Augmentation de l'énergie requise au réchauffement de l'air



Programme de séchage hivernal

Comparaison de la puissance demandée



- Réduction de la demande d'énergie pendant le réchauffement
- Augmentation de demande dans les étapes intermédiaires (augmentation graduelle de la température)



Programme de séchage hivernal

Essais en laboratoire

Deux essences

- Épinette noire
- Sapin baumier

Deux traitements

- Programme de séchage standard
- Programme de séchage hivernal

Contrôle de la variabilité de la ressource dans l'échantillonnage.





Programme de séchage hivernal

Essais en laboratoire

Épinette noire

	Standard	Hivernal
<i>Teneur en humidité initiale</i>	58,0 %	59,5 %
<i>Temps de séchage (h)</i>	50	51
<i>Teneur en humidité finale</i>	16,1 %	15,3 %
<i>Écart type sur la teneur en humidité finale</i>	4,2 %	4,5 %
<i>Proportion finale de bois vert (> 21 %)</i>	4,3 %	4,3 %
<i>Proportion finale de bois trop sec (< 11 %)</i>	0 %	2,2 %



Aucun impact sur la productivité



Aucun impact sur la TH finale

Sapin baumier

	Standard	Hivernal
<i>Teneur en humidité initiale</i>	65,8 %	64,0 %
<i>Temps de séchage (h)</i>	98	91
<i>Teneur en humidité finale</i>	10,3 %	10,9 %
<i>Écart type sur la teneur en humidité finale</i>	5,7 %	6,1 %
<i>Proportion finale de bois vert (> 21 %)</i>	5,1 %	5,1 %
<i>Proportion finale de bois trop sec (< 11 %)</i>	72,9 %	59,3 %



Aucun impact sur la productivité



Aucun impact sur la TH finale



Programme de séchage hivernal

Essais industriels chez Domtar – Mistassini

- Trois séchoirs d'épinette noire
- Alternance entre programmes de séchage standard et hivernal

	Standard	Hivernal
<i>Temps de séchage (h)</i>	35	34
<i>Teneur en humidité au planeur (%)</i>	15,5	15,3
<i>Ouverture injection de vapeur (%)</i>	25	2
<i>Ouverture des événements (%)</i>	80	121
<i>Ouverture de la valve de chauffage (%)</i>	63	60
<i>Pression de vapeur moyenne (psi)</i>	131	130

} Différences significatives
selon analyse statistiques

Résultats observés sur le système



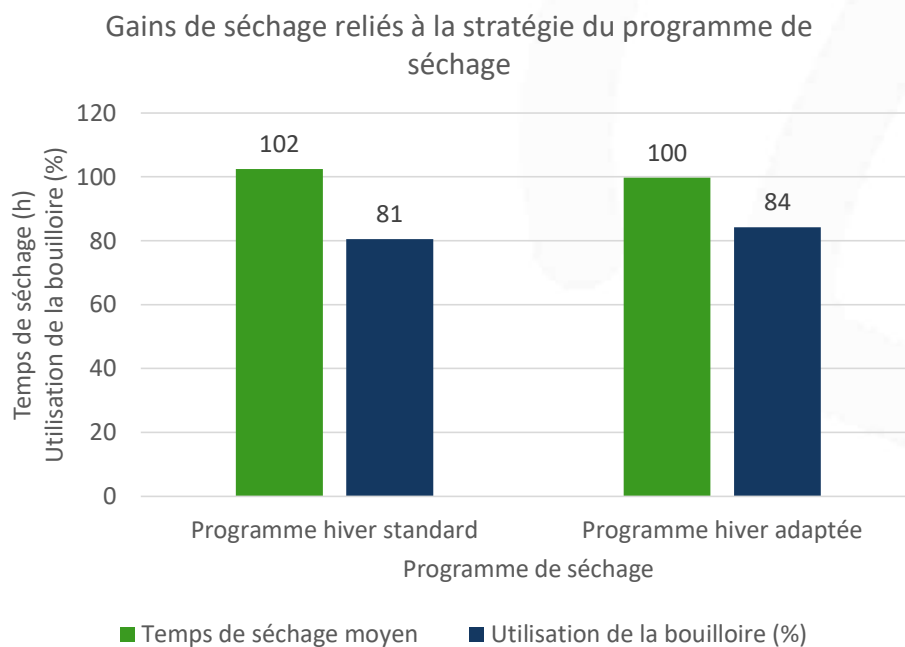
Succès → impact bénéfique sur le système énergétique par :

- Réduction de la puissance énergétique requise pendant la montée en température
- Réduction de l'injection de vapeur



Programme de séchage hivernal

Résultats de simulation



- Gains calculés pour une année complète de production
- Trois séchoirs de 250 Mpmp (épinette blanche, sapin moyen, sapin lourd)
- Bouilloire de 600 BHP (0,8 BHP/Mpmp)

ATELIERS-CONFÉRENCES CIFQ SUR LE SÉCHAGE DU BOIS - 2026

Cédule adaptée

Cas vécus chez Domtar Normandin

par Guillaume Bertrand, ing.f.

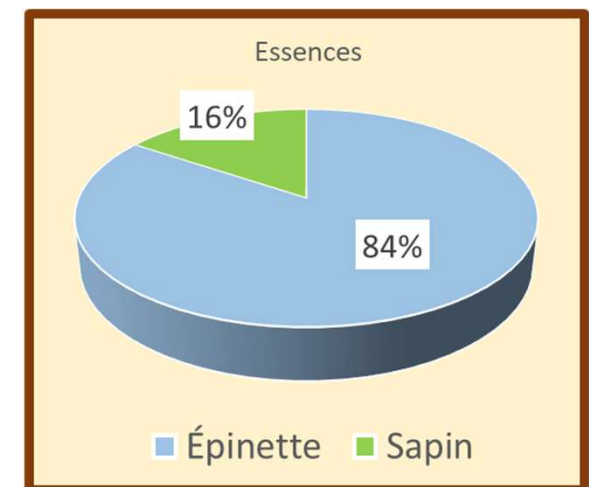
Domtar



CÉDULE ADAPTÉE

Site de séchage à Normandin

- Deux (2) chaudières Volcano ≈ 600 BHP
- Combustible : planure
- 3 séchoirs de type batch
- Capacité totale : 725 000 PMP / 3 séchoirs
- Production séchée annuelle : 109 000 000 PMP



Problématique

- La puissance livrée par les chaudières n'est pas assez élevée pour respecter les consignes de séchage.
- Pour plusieurs étapes, la consigne de température sec (T_s) n'est pas atteinte. Le séchoir se met en mode « protection » et les événements se ferment. Le séchage est ainsi ralenti.
- Le changement des étapes par les plaques est aussi plus difficile. Vers la fin de la cédule, les plaques se mettent à descendre rapidement tout d'un coup.
- Le problème est accentué l'hiver.



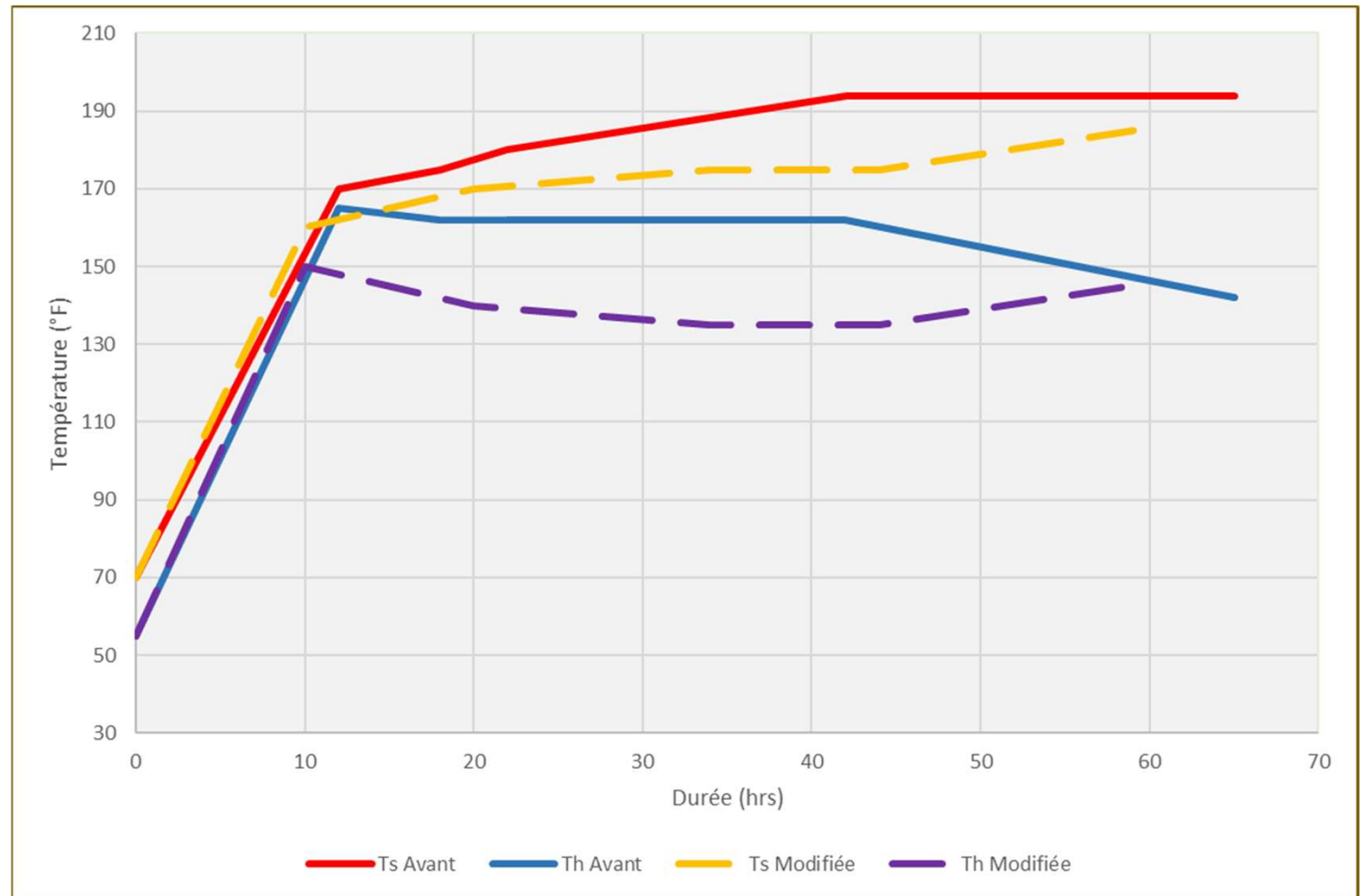
CÉDULE ADAPTÉE

Solution

- Avec la collaboration de FPInnovations, nous avons modifié la cellule afin qu'elle corresponde davantage à la puissance fournie par les chaudières.
- Une baisse de T_s de 10°F à 20°F.
- Mais, une dépression + grande en début de séchage
- Et, un maintien de cette dépression le reste du séchage.

CÉDULE ADAPTÉE

Cédules



Gains

- Depuis la mi-décembre 2025 que la cédule adaptée fonctionne à Normandin.
- On a comparé nos temps de 2026 à ceux des trois dernières années.
- Nous avons réduit d'environ **5 heures** notre temps de séchage moyen.
- Nous avons aussi remarqué une meilleure qualité sur le gauchissement des pièces, des rangs du haut.
- Nous avons analysé notre statistique sur les REJETS ENTÊTEUR DE PLANEUR.
 - 1.65% REJETS à 1.35% → **≈20% d'amélioration**

Conclusion

- La cédule est implantée et roule bien.
- On est davantage capable d'atteindre nos consignes de Ts et de dépression.
- Le comportement des plaques est plus stable.
- Avec la température extérieure plus chaude, on augmentera possiblement la consigne de Ts tout en gardant la même dépression de la cédule adaptée.



Conclusion

Mot de la fin

FPIinnovations est en mesure de vous accompagner dans l'établissement d'un programme de séchage hivernal selon votre réalité opérationnelle.

Merci à l'équipe et à Domtar





DES QUESTIONS?

Samuel.gendron@fpinnovations.ca
guillaume.bertrand@domtar.com



web.fpinnovations.ca