

Équivalence du sapin baumier dans le procédé de poutrelle en I

Projet de fin d'études, Génie du bois
Laurent Savard, Gabriel Carbonneau,
Victoria Levasseur et Jacob Bérubé

Jessica Dubois-Martel
Victoria Levasseur



Contexte du projet



UNIVERSITÉ
LAVAL



- Projet de fin d'étude
- *Délai: 4 mois*
- *Équipe UL:* Laurent Savard, Gabriel Carbonneau, Jacob Bérubé et Victoria Levasseur
- *Équipe Domtar:* Jessica Dubois-Martel et Marc-Antoine Lagacé
- *Comité d'encadrement:* Rémi Georges, Alexander Salenikovich et Robert Beauregard

Contexte du projet

Division Bois d'Ingénierie de la grande famille de Domtar

Opération en synergie de 2 usines

Production principale: Poutrelle en I

Production secondaire: Semelles pour poutrelles, Bois MSR jointé SPS4

Capacité de production : 90 millions de pieds linéaires de poutrelle

Objectif 0-5 ans d'augmenter la capacité de production



Contexte du projet

Approvisionnement Bois classé mécaniquement (MSR)

| Type de poutrelle | Type de bois | Volume | Québec Bois Court | Québec Bois long | Ontario | Fournisseur externe |
|-------------------|--------------|------------|----------------------|---------------------|---------|------------------------|
| PWI 18 | 2x3 #2 | 1 752 000 | 100% | | | |
| PWI 20 | 2x3 1650 | 42 000 000 | 51% | 14% | 14% | 21% |
| PWI 32 | 2x3 2100 | 15 900 000 | 70% | 20% | | 10% |
| PWI 42 | 2x4 2100 | 14 025 000 | 80% | 20% | | |





01

Objectif



Produire une **poutrelle en I** avec des **semelles** de **sapin baumier** pour le grade **1650Fb-1.5E**

- 1 Déterminer les **paramètres de classification** des pièces de sapin au **rabotage** (grade « **semelle** »)
- 2 Évaluer l'**impact** de l'utilisation du sapin dans le **procédé d'aboutage** ainsi que ses **propriétés mécaniques**
- 3 Répondre aux **exigences** des normes, soit **NLGA SPS-4** et **ASTM D5055**



02

Contexte et hypothèses



Pourquoi utiliser le sapin?

Accréditation SPF

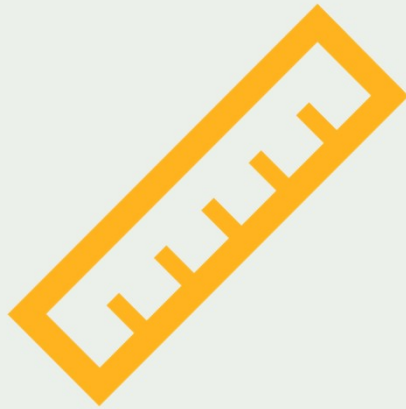


Diversifier l'approvisionnement



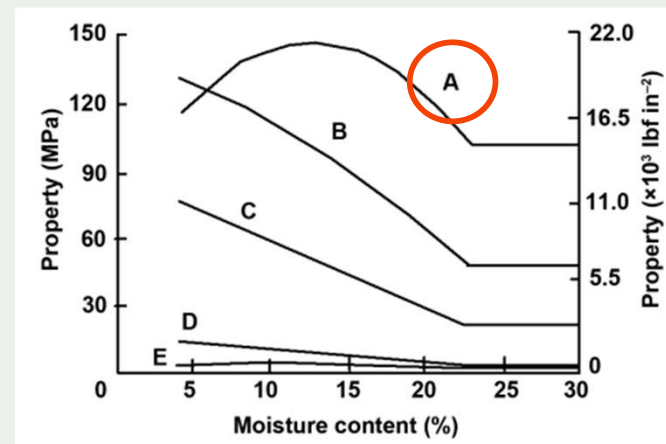
Pourquoi on **ne** l'utilise **pas** déjà?

Contraintes du sapin



Relations physiques – mécaniques

- ↓ Teneur en humidité =
↑ Résistance en traction //

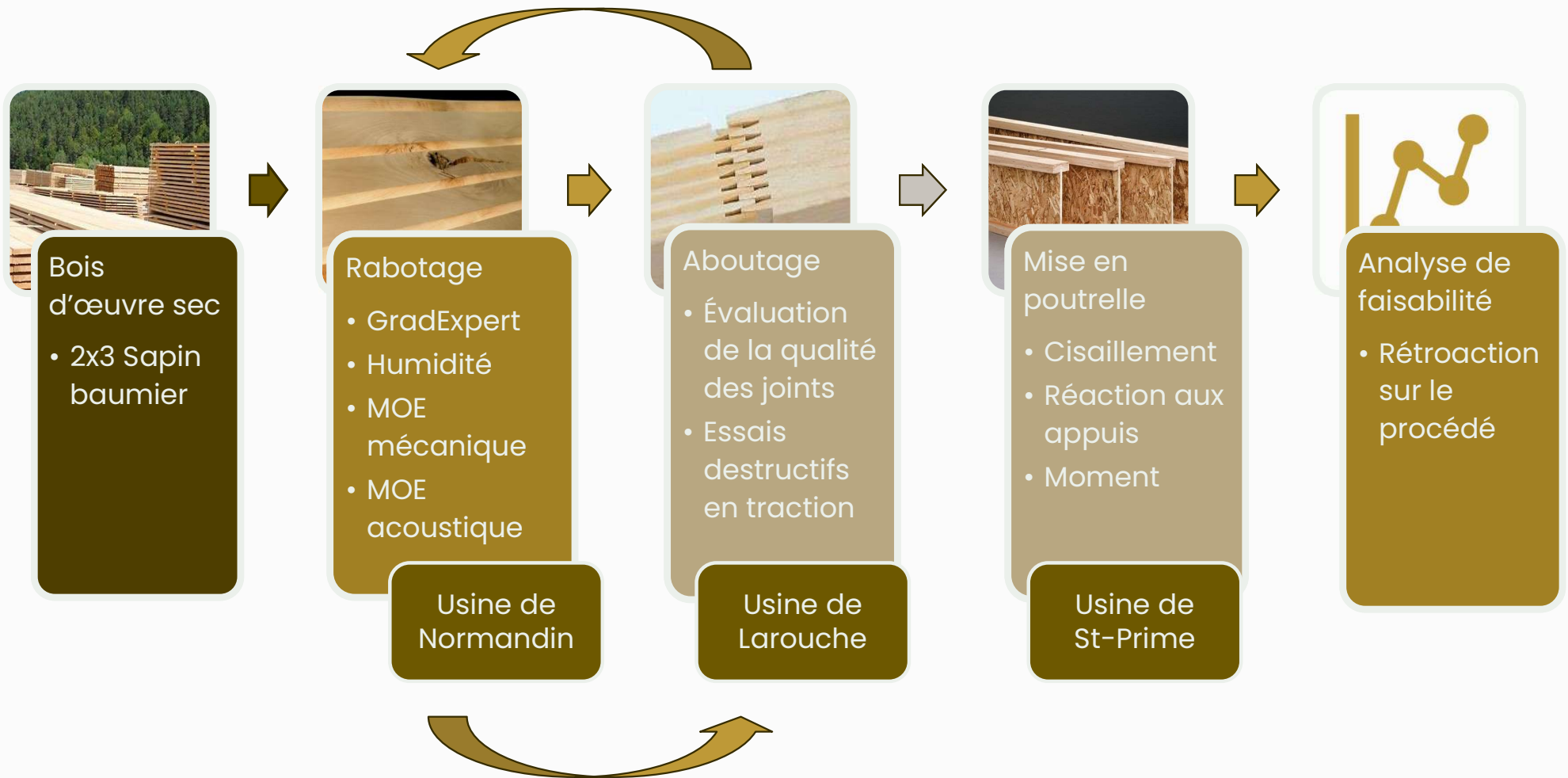




03

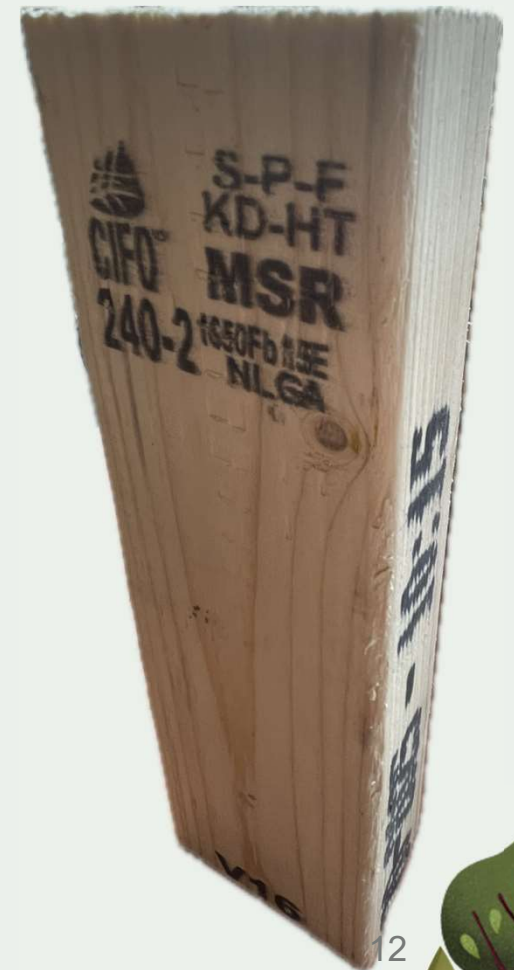
Présentation de la méthodologie et des essais normés





Le grade V16

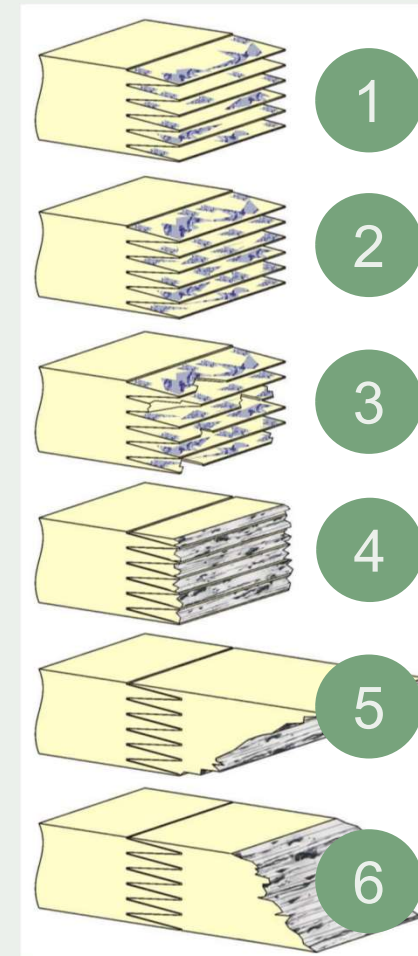
- Grade « semelle » destiné à la fabrication de semelle de poutrelle
- SPF classé mécaniquement (MSR) selon NLGA SPS-2
 - MSR 1650Fb-1.5E
- Différence :
 - Aspect visuel d'un #2
 - Critères d'humidité resserrés dans notre cas
 - MOE minimum (acoustique et mécanique)
- Dimensions : 2x3 nominal



Essai à l'aboutage

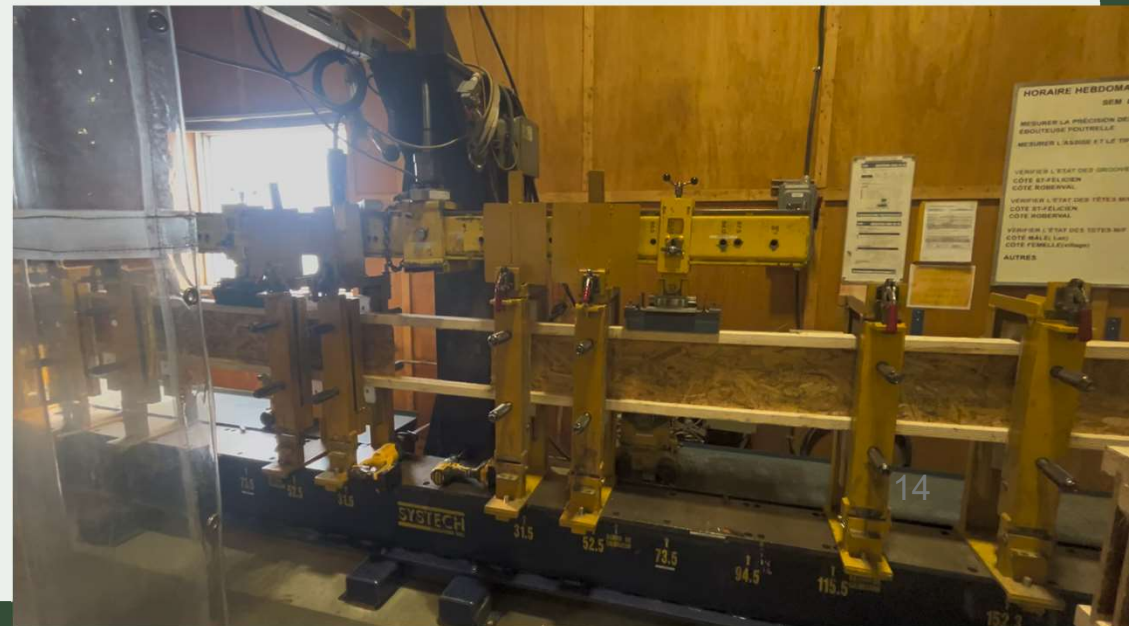
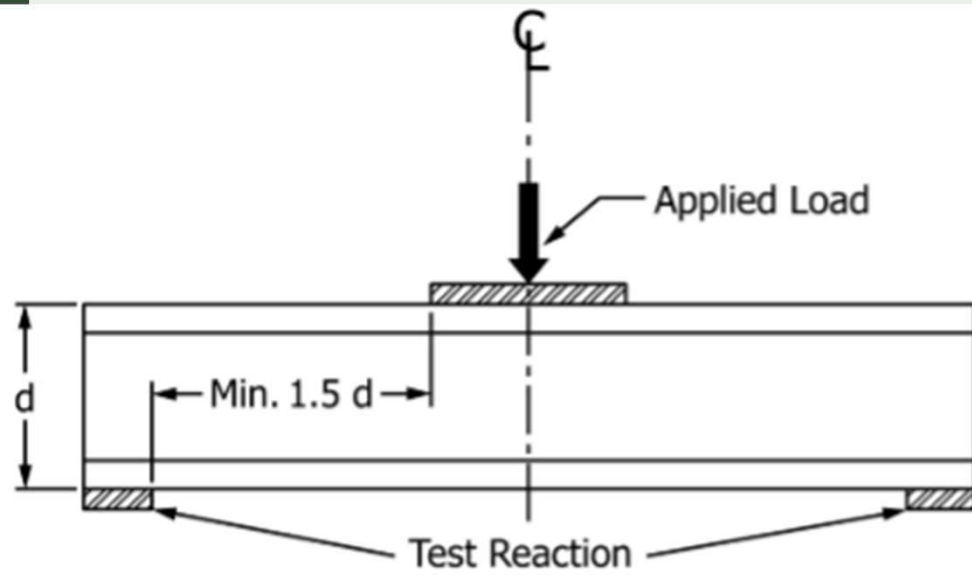
Essai en traction sur la ligne et
essais destructifs

- NLGA SPS-4
- 2,1 fois la valeur spécifiée (destructif)
- Rupture souhaitée : 3

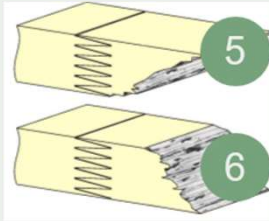


Essai sur la poutrelle

- ASTM D5055
- Doit répondre au 5^e percentile de la norme
- Essais de réaction aux appuis, de cisaillement et de moment



Essai 1 (janvier 2025)

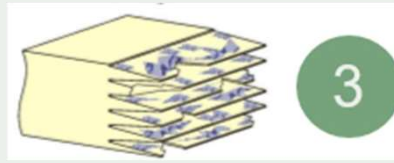


- Mauvais contrôle TH
- 1,29 MPsi



- Mauvaise polymérisation
- Bris dans le bois

Essai 2 (février 2025)

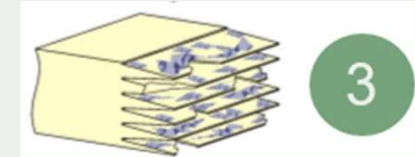


- Mauvais contrôle TH
- 1,4 MPsi



- Bris de type 3 pour pièces avec une faible TH

Essai 3 (mars 2025)



- Bon contrôle TH
- 1,4 MPsi



- Bris de type 3
- Moins de bris à l'étireuse



- Beaucoup de rejets
- Pièces sèches
- Pression des rouleaux



04

Résultats

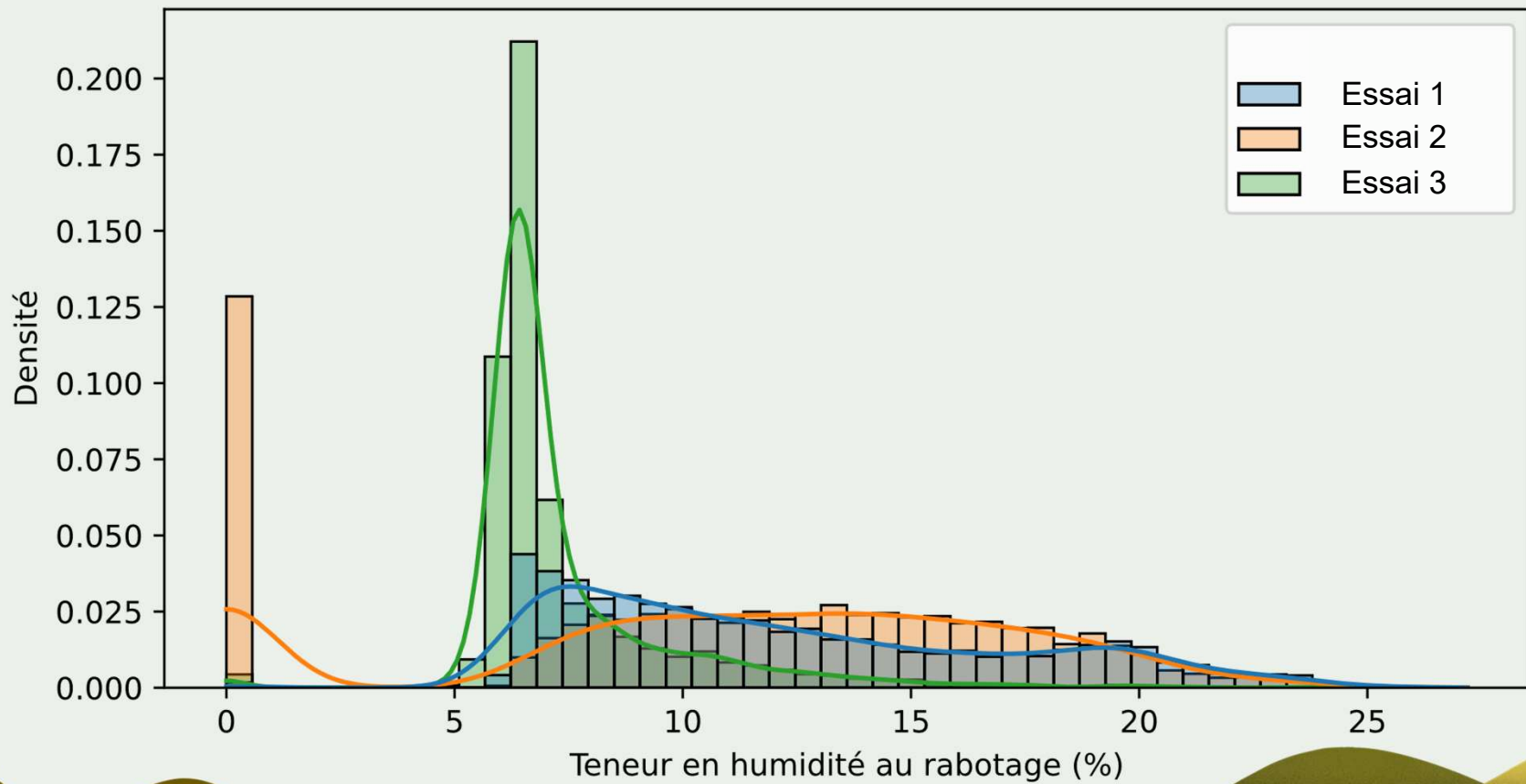


Résultats – Rabotage

- Bris dans le HCLT marqués → entraîne une perte d'efficacité
- Difficile de contrôler l'humidité des pièces (permittivité de la glace)

| Essai | Pourcentage réelle sortie | Pourcentage seulement sapin |
|-------|-----------------------------|------------------------------------|
| | Volume totale de production | Volume de sapin dans la production |
| 1 | 9,2% | 13,1% |
| 2 | 3,2% | 5,2% |
| 3 | 9,5% | 13,5% |

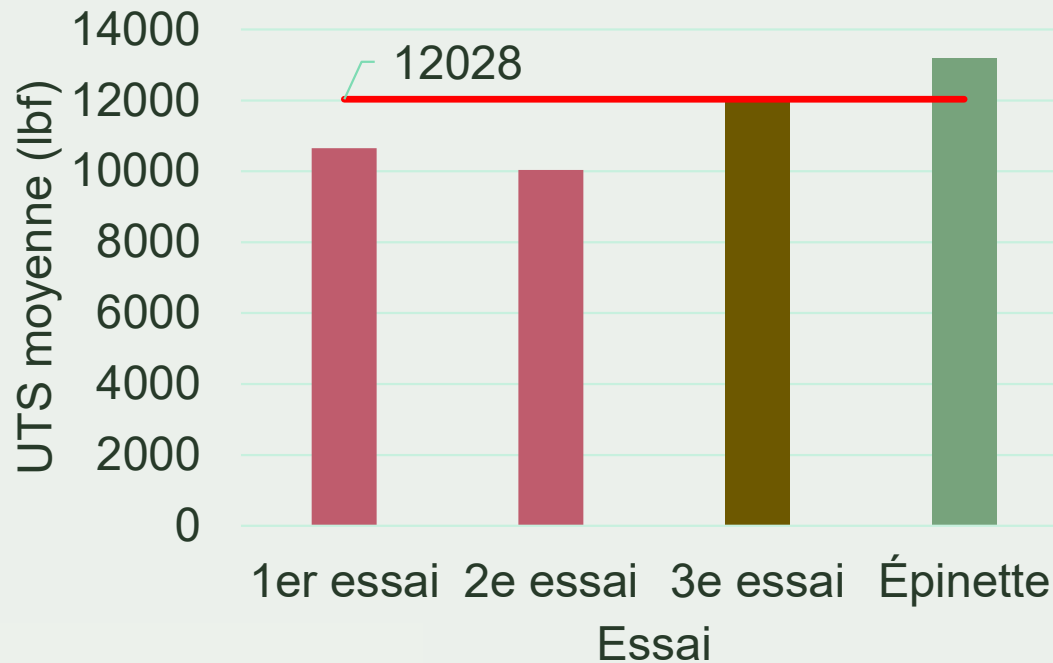
TH des essais au rabotage



Résultats – Essais en traction (UTS)

- Amélioration des performances mécaniques au niveau du jointage

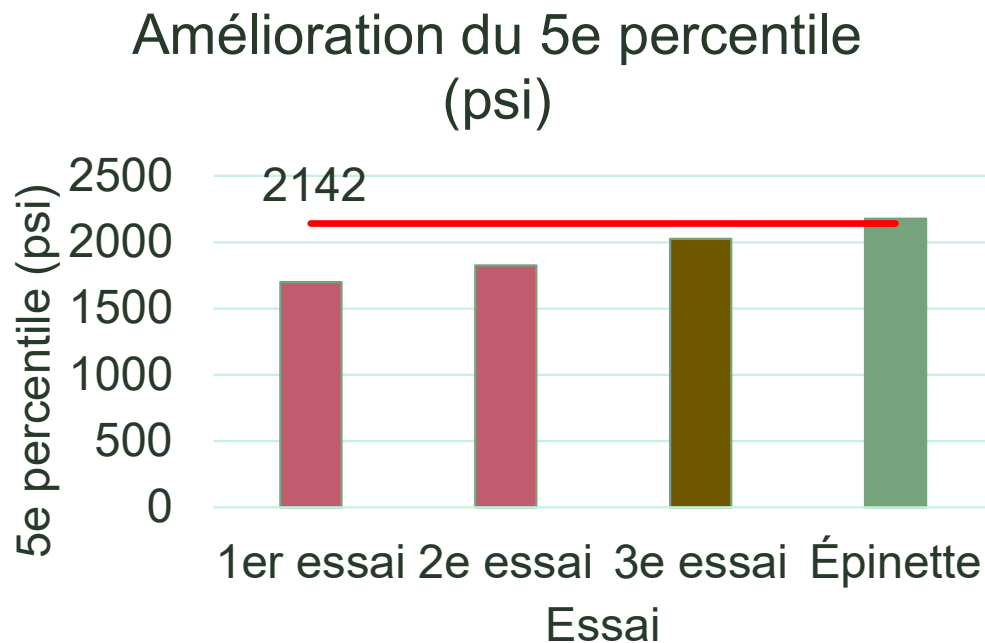
Amélioration de l'UTS (lbf)



| Essai | Atteinte de la cible (%) | UTS moyenne (lbf) |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|
| Production type d'épinette | 109% | 13 175 |
| #1 | 88% | 10 654 |
| #2 | 91% | 10 961 |
| #3 | 99% | 11 961 |
| Cible | 100% | 12 028 |

Résultats – Essais en traction (5^e percentile)

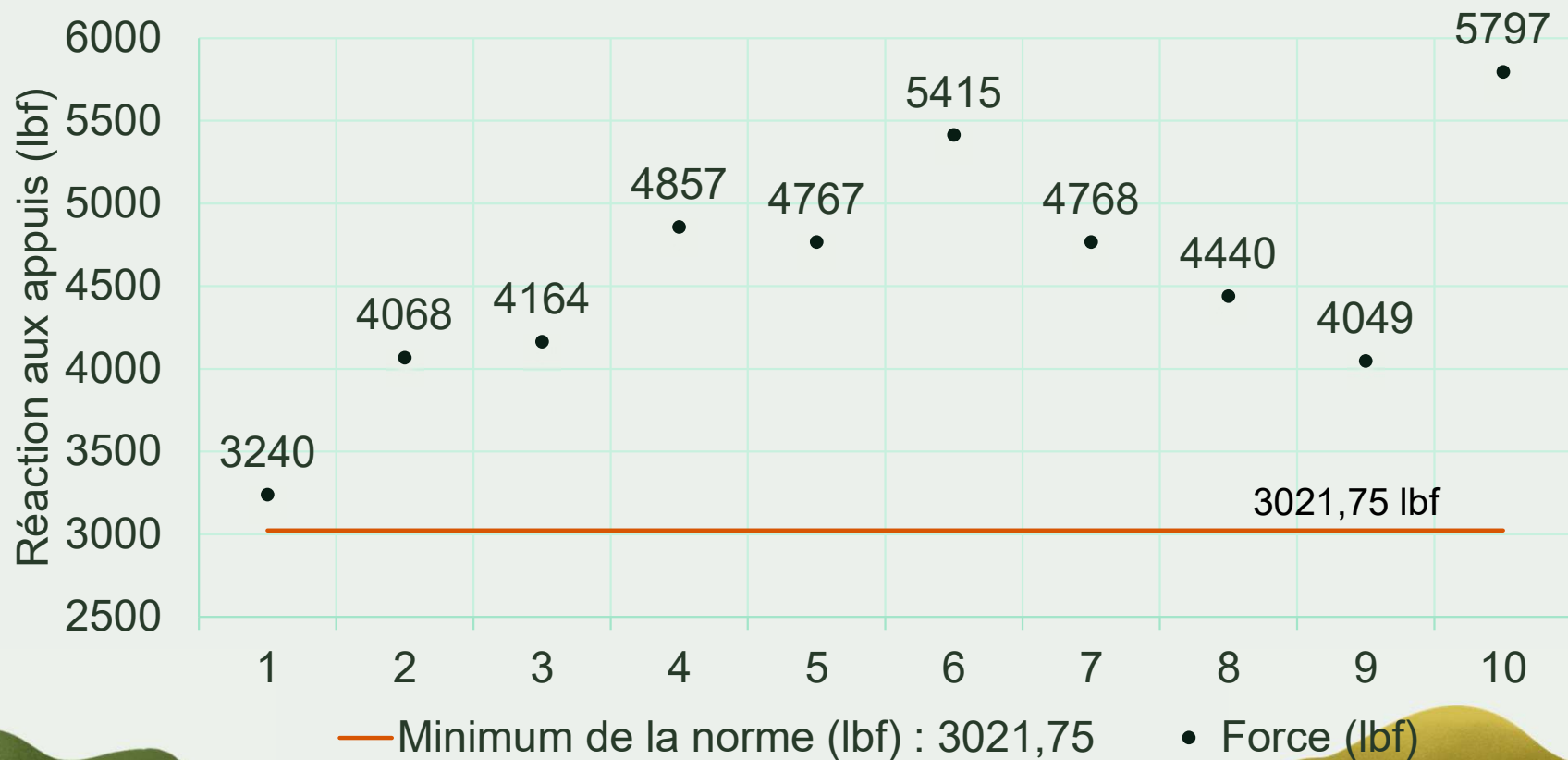
- Amélioration des performances mécaniques au niveau du jointage



| Essai | Atteinte de la cible (%) | 5 ^e percentile (psi) |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Production type d'épinette | 102% | 2 178 |
| #1 | 79% | 1 699 |
| #2 | 85% | 1 824 |
| #3 | 94% | 2 025 |
| Cible | 100% | 2 142 |

Résultats – Réaction aux appuis (100% atteint)

- Respect du minimum de la norme (3021,75 lbf)



**Mode de rupture :**

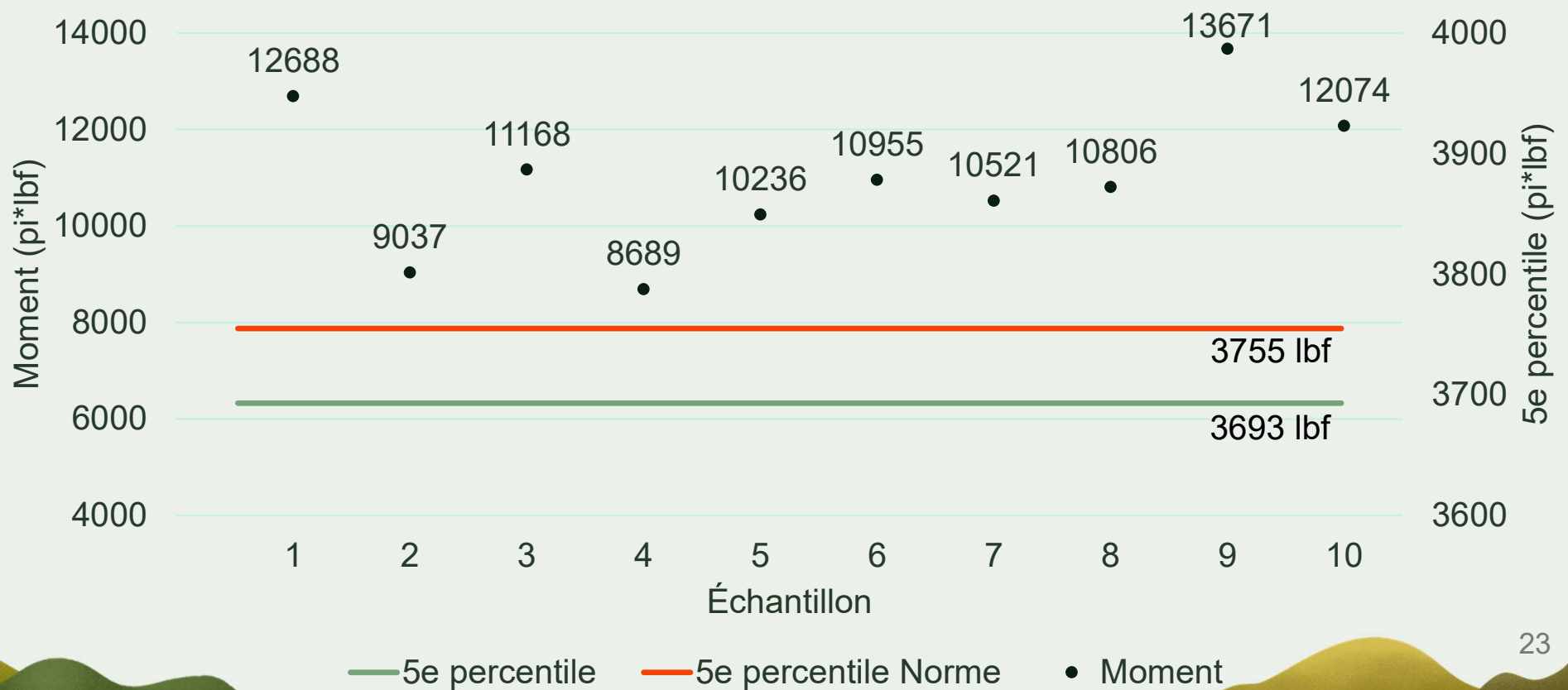
Écrasement de la semelle
par l'âme (pas souhaité)

Pourquoi ?

- L'âme a une masse volumique plus élevée que la semelle de sapin
- Pression trop forte lors de l'assemblage → création de microfissures

Résultats – Moment fléchissant (98% atteint)

- 5^e percentile de l'essai (3693 lbf) plus faible que celle de la norme (3755 lbf)





Mode de rupture :
Rupture en compression

Proportion :
20 %



Mode de rupture :
Rupture en tension

Proportion :
50 %

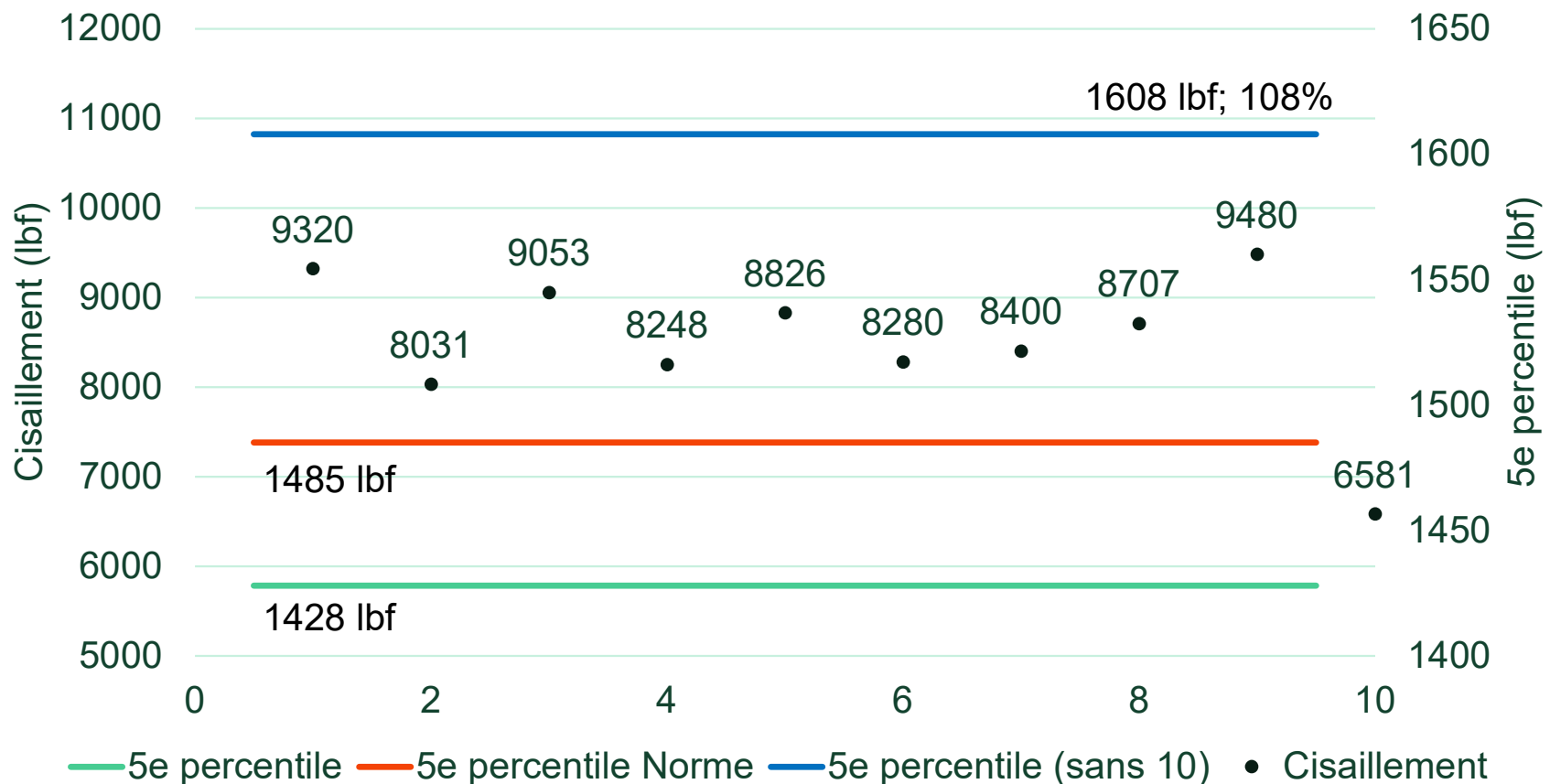


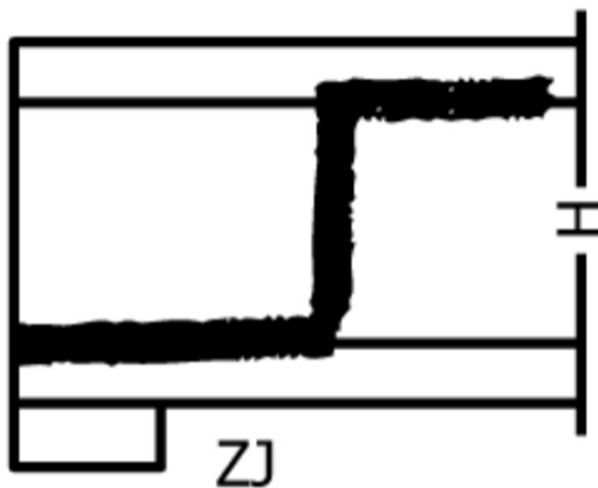
Mode de rupture :
Rupture en tension dans le joint

Proportion :
30 %

Résultats – Cisaillement (**96% atteint**)

- 5^e percentile de l'essai (**1428 lbf**) plus faible que celle de la norme (**1485 lbf**)



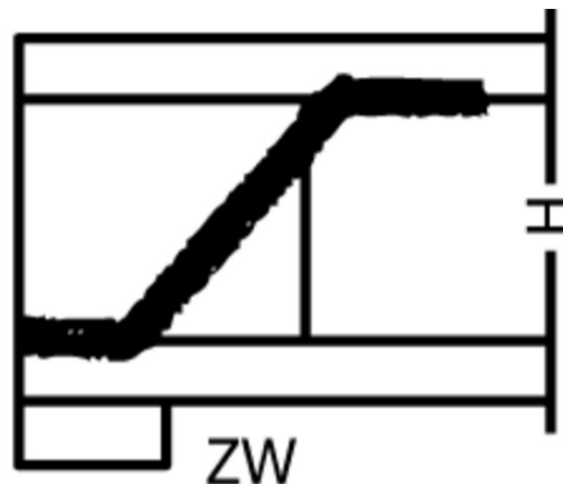


Mode de rupture :

Rupture combinée âme-
semelle suivant les joints
de colle

Proportion :

30 % (essai 10)

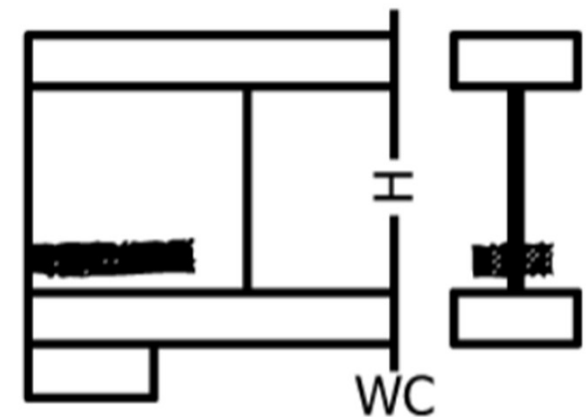


Mode de rupture :

Rupture âme-semelle qui
ne suit pas le joint de colle,
résultant en une rupture à
45°

Proportion :

30 %



Mode de rupture :

Écrasement de l'âme à
l'appui

Proportion :

40 %



05

Conclusions



Conclusions



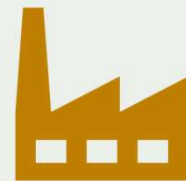
Rabotage

- Grade MSR 1650Fb-1.5E en sapin baumier
- Produire quand $T > 0\text{ °C}$



Aboutage

- Atteinte à 95% de la norme NLGA SPS-4
- Qualité du joint
- Meilleur contrôle de l'humidité pour bien polymériser



Mise en poutrelle

- Satisfaisant, mais n'atteint pas les seuils minimaux
- Pression des rouleaux
- Meilleur contrôle de l'humidité



Et donc?

C'est faisable, MAIS il faut ajuster le procédé!



La suite du projet

Essais sur la ligne d'Assemblage de poutrelle

- Test #1 s'est effectué selon les paramètres habituels,
- Test #2 avec une pression réduite à l'assembleuse
- Test #3 avec un profil moins serré sur l'assemblage osb-semelle

Pour l'instant, la recette optimale n'a pas été encore été trouvée....





Merci!

