



Filière  
Bois  
Wallonie



# La densification: un procédé pour ajouter de la valeur au bois feuillu léger

Marie-Stéphane Colla, Sophie Ryelandt, Matthieu Gailliez, Xiangji Li  
Thomas Pardoën

Louis Wodon, Lucas Bosman, Valentin Coenen, Diego de Crombrughe

# Qui sommes-nous ?

## Université catholique de Louvain

~ 6800 employees  
~ 39000 students

Located in Louvain-la-Neuve, Brussels, Mons, Tournai

Medical Sciences

Science and Technology

Human Sciences

*Enseignement*

*Recherche*

**Ecole Polytechnique de Louvain**

~ 100 faculty members  
~ 2200 students

6 other Institutes (e.g. Nano, life, IC, etc ...)

**Institute of mechanics, materials and civil engineering**

~ 30 faculty members  
~ 280 researchers  
~ 45 admin. and tech. staff

Other schools: Sciences - Bioengineering

**Materials and process engineering**

~ 100 persons  
7 faculty members  
80 researchers, 12 admin and tech.



# Qui sommes-nous ?

## Université catholique de Louvain

~ 6800 employees  
~ 39000 students

Located in Louvain-la-Neuve, Brussels, Mons, Tournai

Medical Sciences

Science and Technology

Human Sciences

*Enseignement*

*Recherche*

**Ecole Polytechnique de Louvain**

~ 100 faculty members  
~ 2200 students

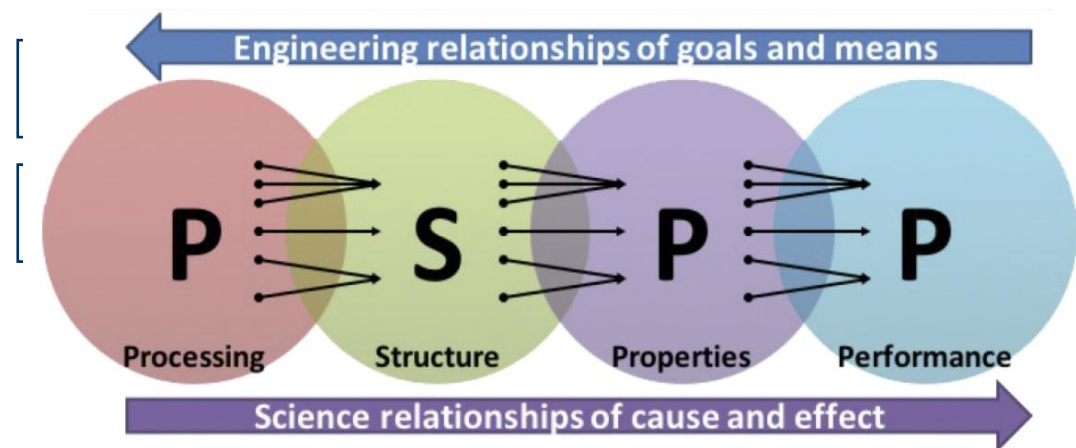
6 other Institutes (e.g. Nano, life, IC, etc ...)

**Institute of mechanics, materials and civil engineering**  
~ 30 faculty members  
~ 280 researchers  
~ 45 admin. and tech. staff

Other schools: Sciences - Bioengineering

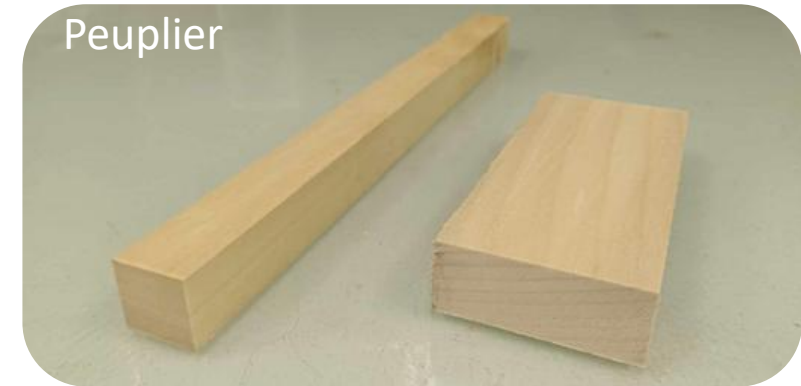
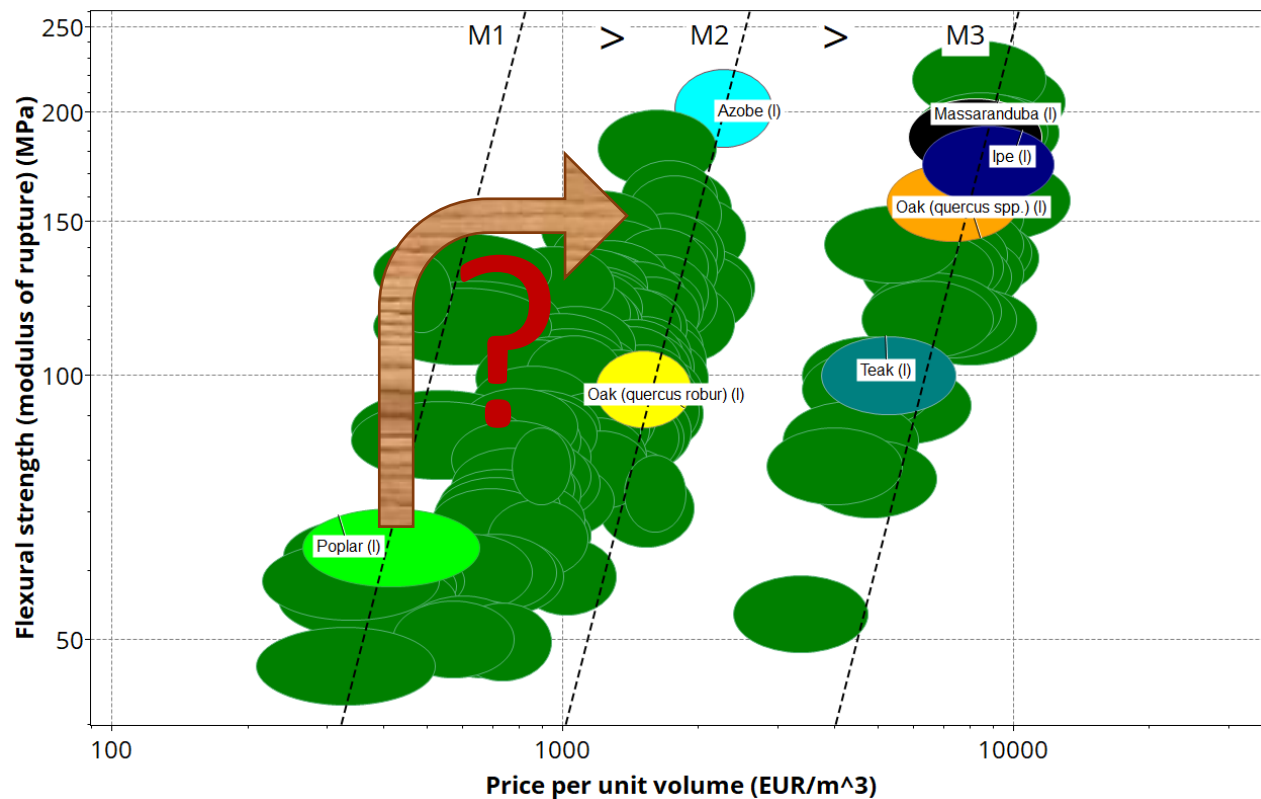
**Materials and process engineering**

~ 100 persons  
7 faculty members  
80 researchers, 12 admin and tech.



# Notre objectif : densifier le bois feuillu léger pour accroître ses performances mécaniques et diversifier ses usages

En utilisant une **méthodologie de sélection rationnelle** des matériaux et procédés pour cibler quelles propriétés seront clés pour augmenter la performance vis-à-vis d'une application donnée



Notre application cible: les dalles de terrasse avec mise en forme simultanée

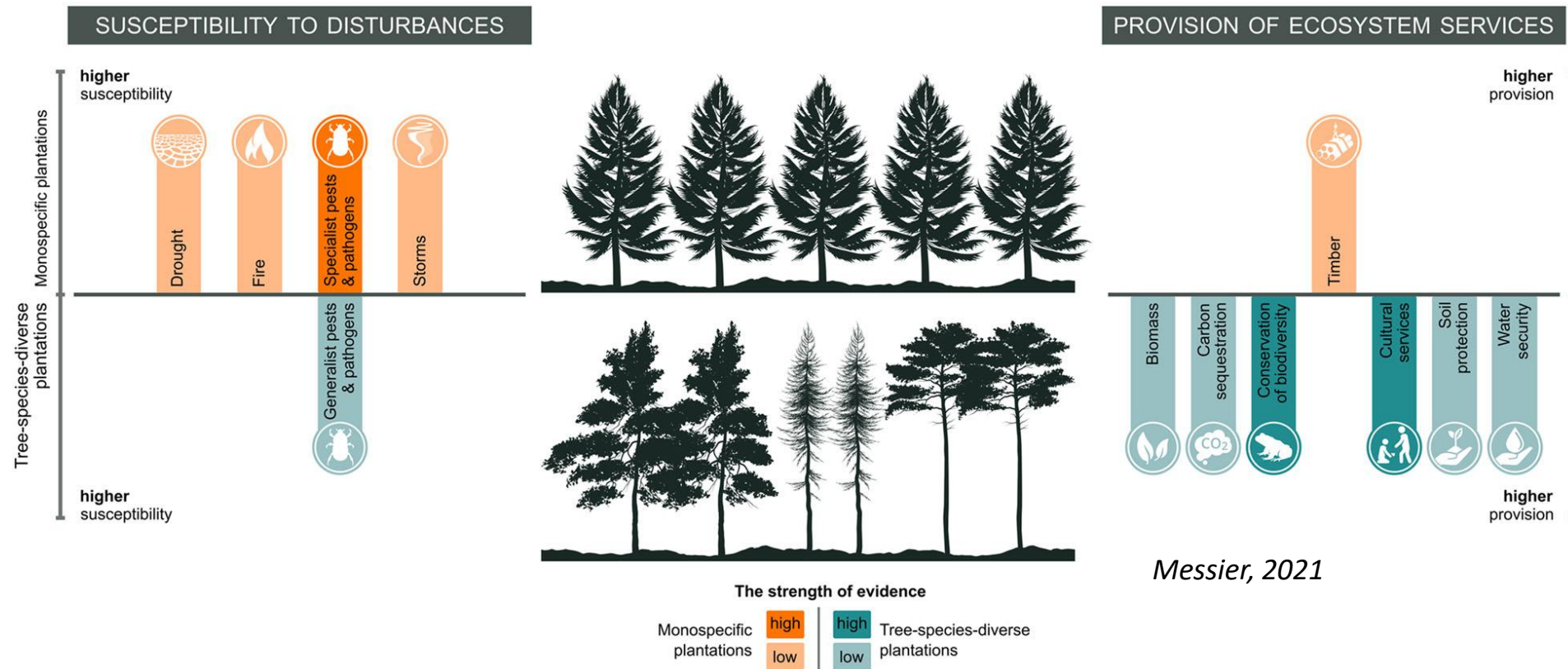


- Permet l'utilisation d'essences non utilisables avant
- Perte au sciage diminuées
- Durabilité augmentée



# De nouvelles pratiques sylvicoles permettent d'augmenter la résilience des forêts

- Mélange des **essences** et des **âges** au sein des parcelles (complémentarité)
- Introduction d'essences précurseurs à grande vitesse de croissance donc **faible densité**
- Diminution de la **densité** de plantation

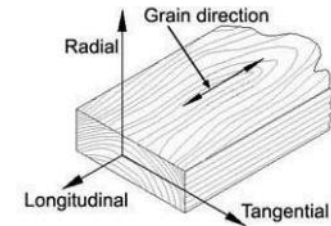


**Mais** modification de la productivité des forêts et des essences à transformer

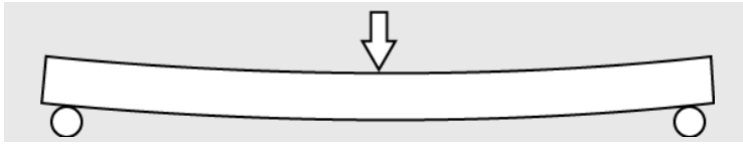


Besoin de proposer des solutions pour ajouter de la valeur au bois feuillu peu dense et donc peu attrayant économiquement.

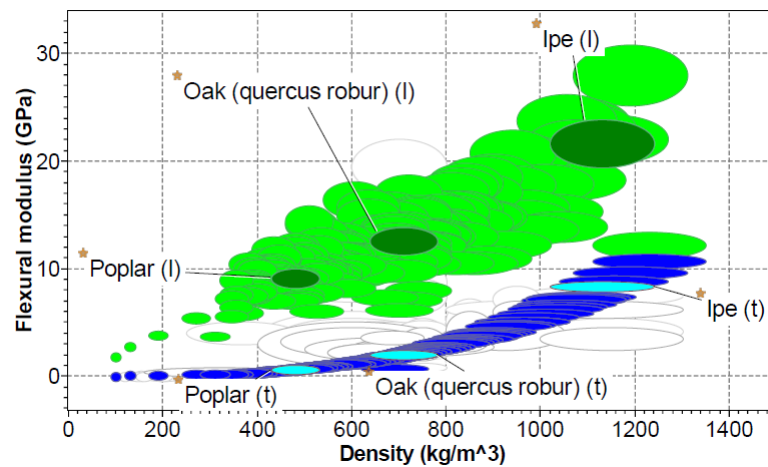
# La masse volumique affecte les propriétés mécaniques du bois



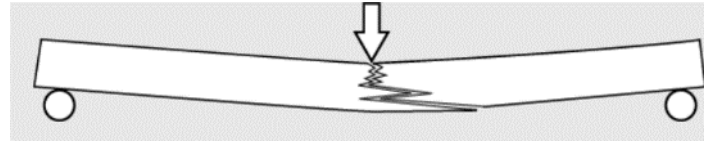
## Module d'élasticité (E ou MOE)



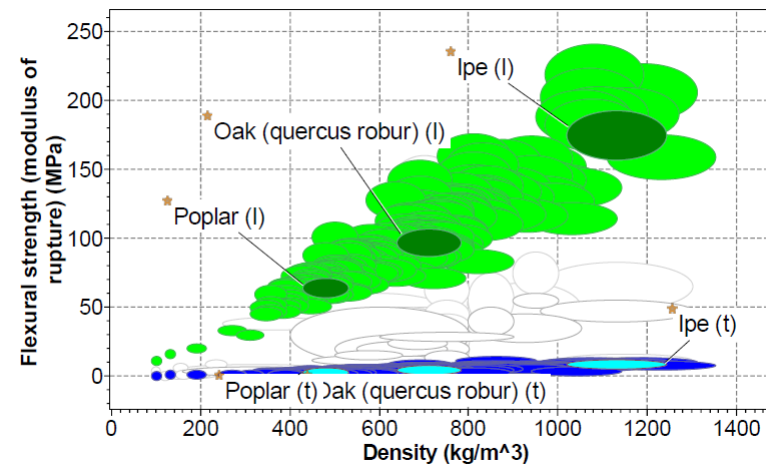
= rigidité, à quel point un matériau peut être déformé facilement



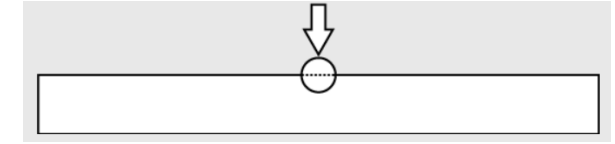
## Résistance à la fissuration ( $\sigma_f$ ou MOR)



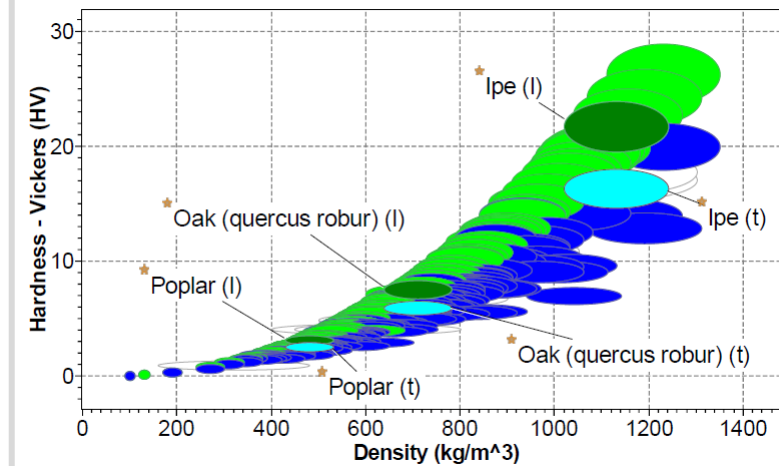
= jusqu'où peut-t-on déformer un matériau sans le casser



## Dureté (H)

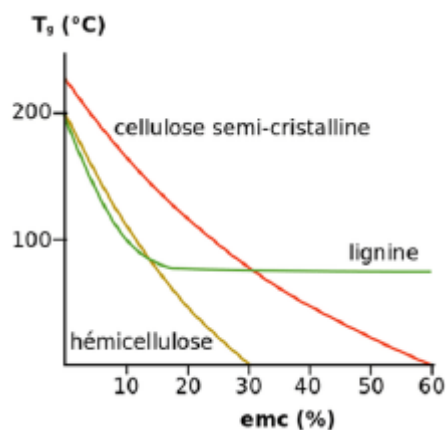


= résistance d'un matériau à être marqué par un autre



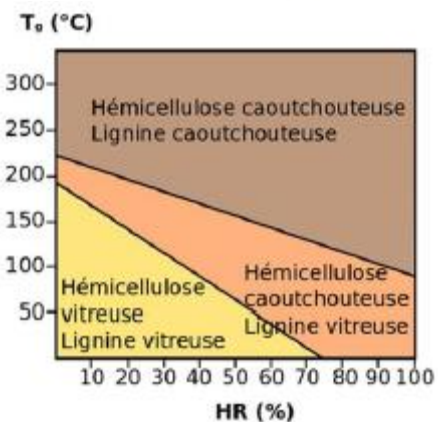
# Procédé de densification par voie thermo-hygro-mécanique : 3 étapes

**1 Prétraitement:**  $T^\circ$  et humidité pour passer au-dessus de  $T_g$  du composite  
 → Etat viscoplastique

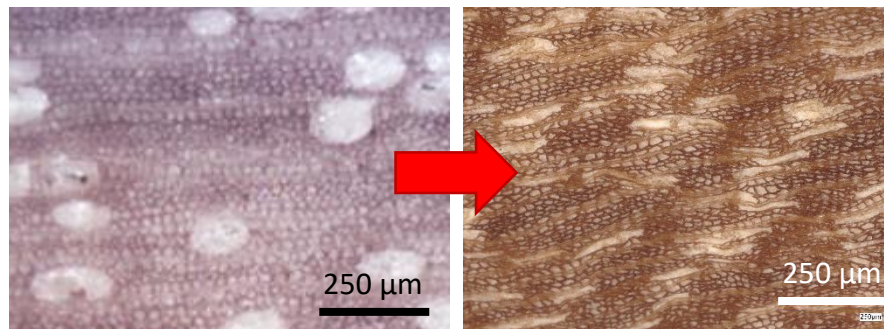
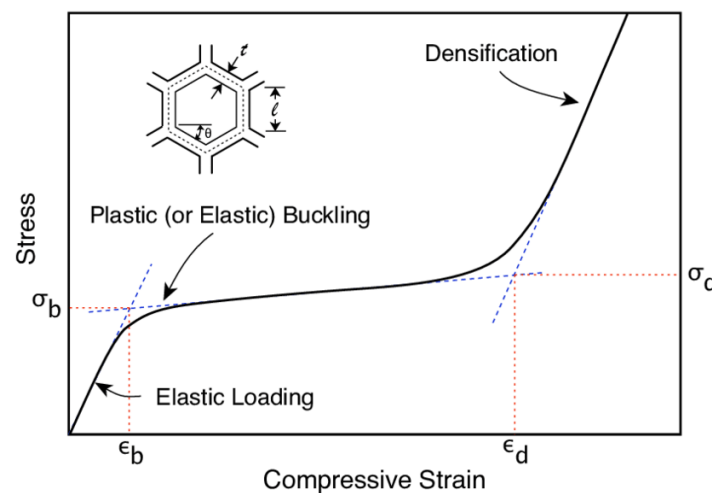


Pour chacun des polymères

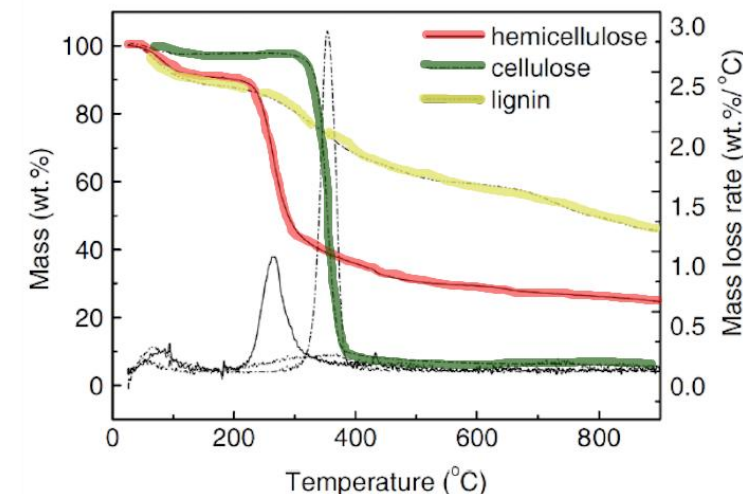
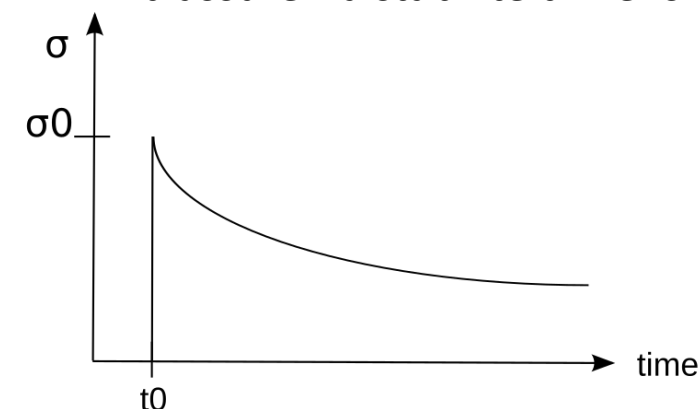
Pour le composite



**2 Compression:** fermeture de la porosité du bois

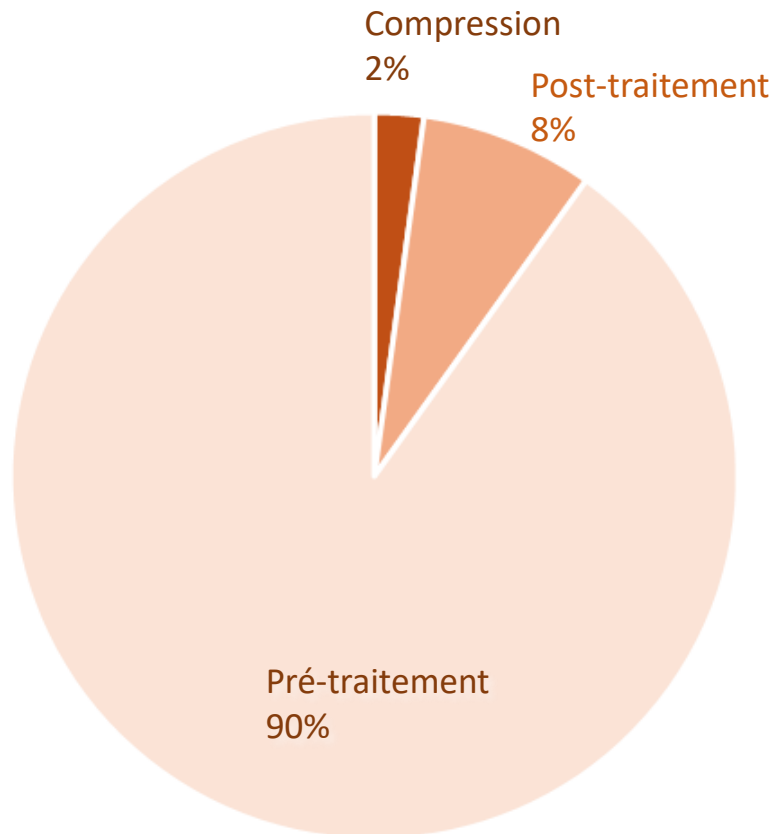


**3 Post-traitement:** Relaxation et détérioration des hémicelluloses afin d'assurer la stabilité dimensionnelle



Pré-analyse du coût et du cycle de vie :

**10 kWh/m<sup>2</sup>** de terrasse en peuplier densifié à 900 kg/m<sup>3</sup> et 25 mm d'épaisseur\*



→ **Prétraitement à optimiser !**

→ **960 €/m<sup>3</sup> \*\***

**+ Coûts à ajouter**

→ Équipements : 10<sup>6</sup> €/10 ans

→ Personnel : 1.2 10<sup>5</sup> €/an

→ **2000 €/m<sup>3</sup> \*\*\***

**(sur base d'hypothèses conservatives)**

\*Sur base de la consommation électrique des équipements de laboratoire, de paramètres procédé types et d'hypothèses de rendements et de pertes.

\*\* Sur base d'un coût de 400 €/m<sup>3</sup> pour le peuplier brut et de 0.4 €/kWh et d'une densification d'un facteur 2.

\*\*\* Sur base d'une production annuelle de 10 000 m<sup>2</sup> et d'un rendement de 0.8



L'amélioration des propriétés mécaniques par densification avec mise en forme est possible à un coût acceptable

