



# Recyclage du bois et utilisation en cascade de la ressource

François Privat – Gérard Deroubaix, Institut technologique FCBA

**Responsabilité Élargie du Producteur :**  
**Une nouvelle réglementation mais de nouvelles pratiques vertueuses dans la filière bois**

*27 octobre 2022 – Villeurbanne*

Rencontre régionale organisée par Fibois AuRA, FCBA et XYLOFUTUR



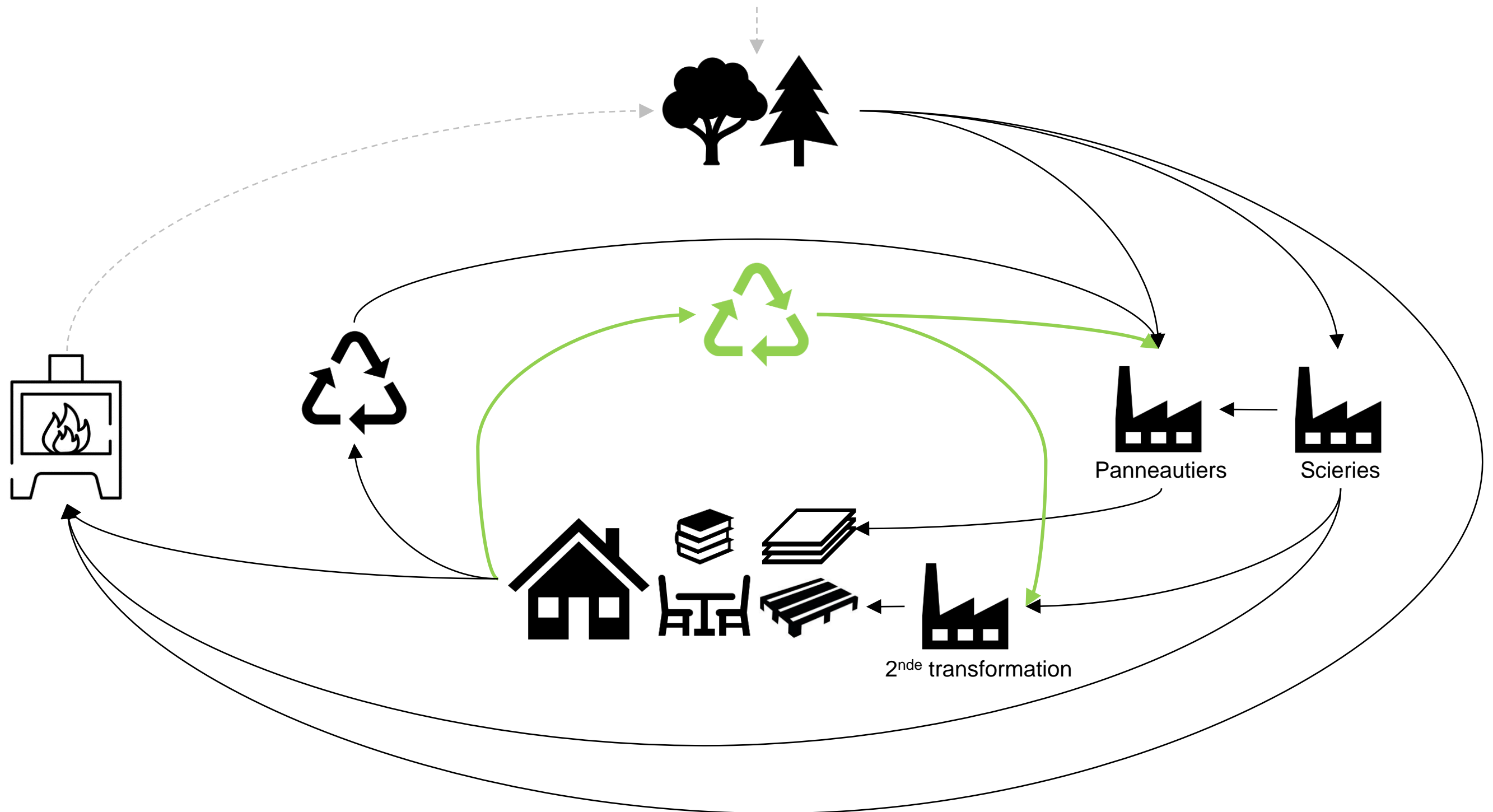
**Cascading  
Recovered  
Wood**



- ✓ Gestion des déchets bois en France
- ✓ Caractéristiques des déchets en bois massif
- ✓ Mise au point d'un procédé de recyclage en boucle fermée
  - Contamination chimique et état de surface
  - Dimensions et rendement
  - Performances mécaniques
- ✓ Pertinence environnementale et rentabilité économique
- ✓ Conclusions et perspectives



# La filière forêt-bois, une filière circulaire



# Comment les déchets bois sont-ils gérés en France ?

## ✓ Système usuel de classification des déchets bois ABC



Classe A



Classe B (BR1 et BR2)



Classe C

## ✓ Gisements collectés et traités

- Les déchets de bois de classe A sont plutôt largement recyclés et valorisés en énergie
- Les déchets de bois de classe C sont éliminés avec valorisation énergétique
- Le bois de classe BR1 et BR2 sont un peu réemployés, largement recyclés en panneaux de particules et valorisés en énergie; une part plutôt modeste est encore éliminée par enfouissement (mélanges)

## ✓ Le concept CAREWOOD : introduire, pour les déchets de bois massifs, des classes BR1 et BR2, une boucle de recyclage supplémentaire avant le recyclage en panneaux de particules. ou la valorisation énergétique

[Guinard et al. 2015]

4 | fcba.fr

# Caractérisation des déchets en bois massif

## ✓ Orientations

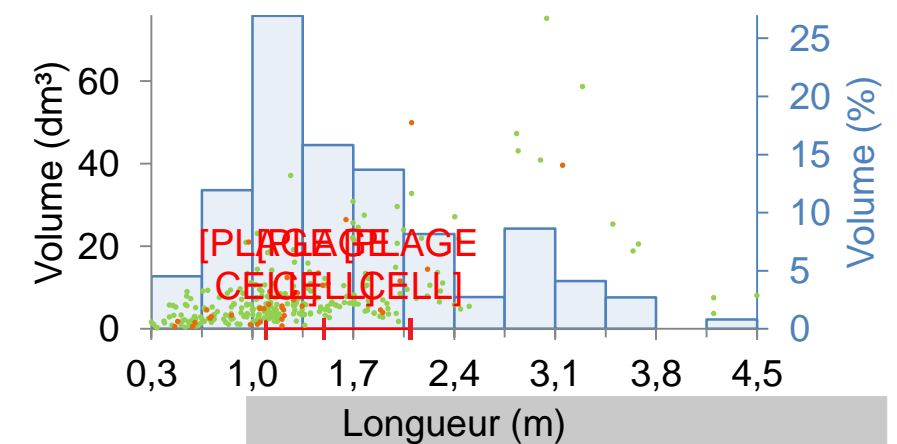
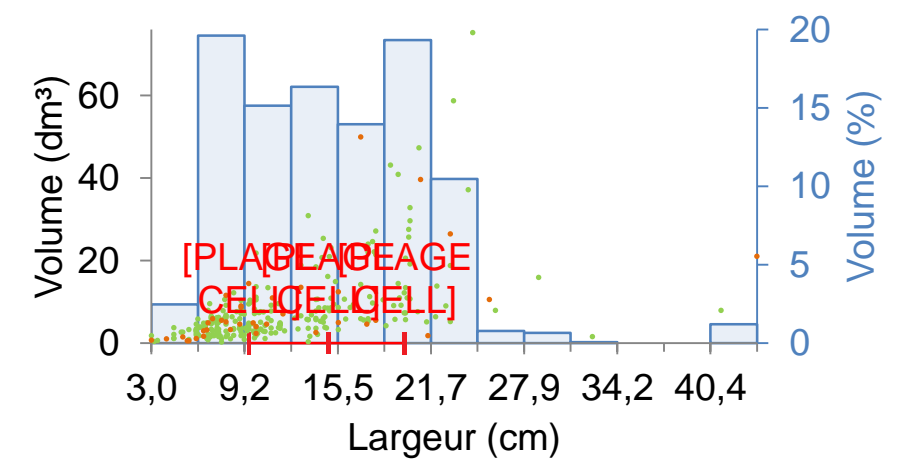
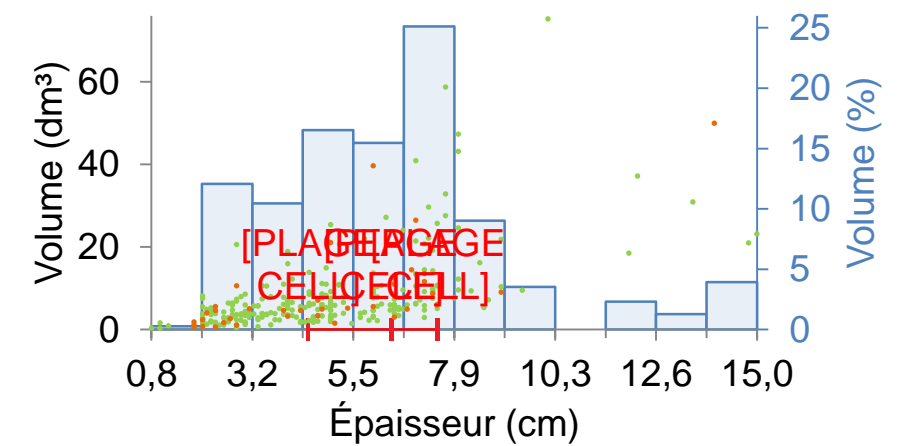
- Plateformes de regroupement-tri-broyage
- Pas de démantèlement

## ✓ Méthode

- 7 campagnes, 4 plateformes, 309 échantillons

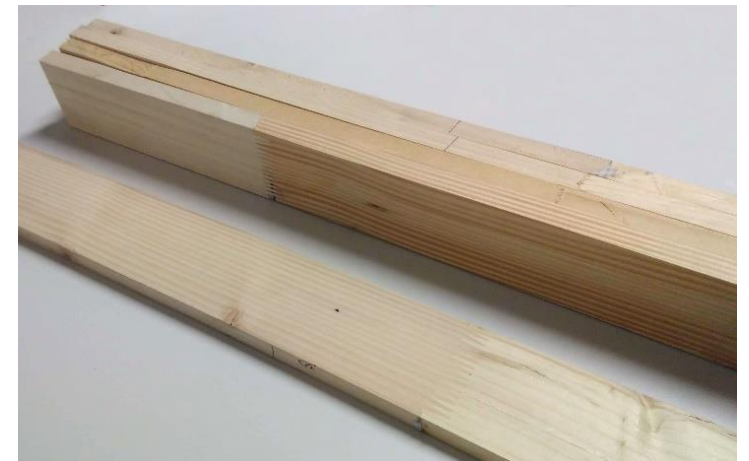
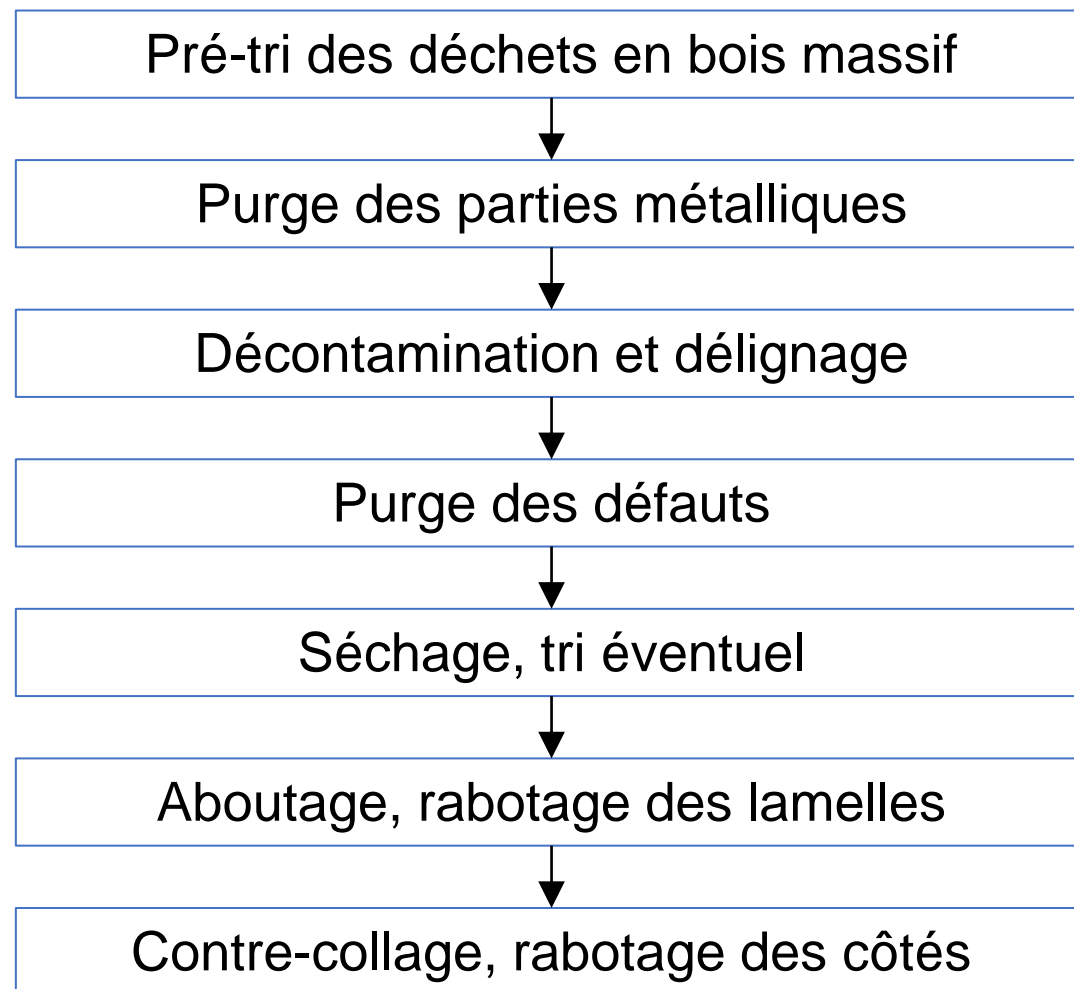
## ✓ Résultats

- Dimensions relativement modestes, avec une forte variabilité
- Essences : résineux majoritaires, feuillus tempérés rares et tropicaux très rares
- Humidité : 22 % sur sec en moyenne
- Quincaillerie, singularités de forme ou de qualité du bois, adjuvants



# Adéquation avec les semi-produits en bois massif existants ?

- ✓ Fabrication de semi-produits contrecollés de type carrelets lamellés-collés
- ✓ Procédé



# Élimination des adjuvants en surface

## ✓ Méthode

- Décontamination ciblée : référentiel EPF à la surface
- Spectrométrie XRF (après étalonnage spécifique)



Élément ou composé	Référentiel EPF (ppm)	Bois vierge	Origines possibles dans les produits bois
<b>Éléments-traces métalliques</b>			
Hg	25		Préservation, terre, peintures (fongicide)
As	25		Préservation (insecticide)
Cr	25		Préservation (fixateur), assemblages, peintures
Cu	40		Préservation (fongicide), terre
Cd	50		Peintures
Pb	90		Peintures, circulation routière, terre
Ti		15	Peintures
Fe		140	Assemblages, peintures
Zn		200	Assemblages, préservation, peintures
<b>Éléments alcalino-terreux</b>			
Ca		6550	Sol forestier, terre, ciment
<b>Composés organiques ou organohalogénés</b>			
Créosote	0,5		Préservation
PCP	5		Préservation
F	100		Préservation
Cl	1000		PVC, préservation, embruns marins

## ✓ Résultats

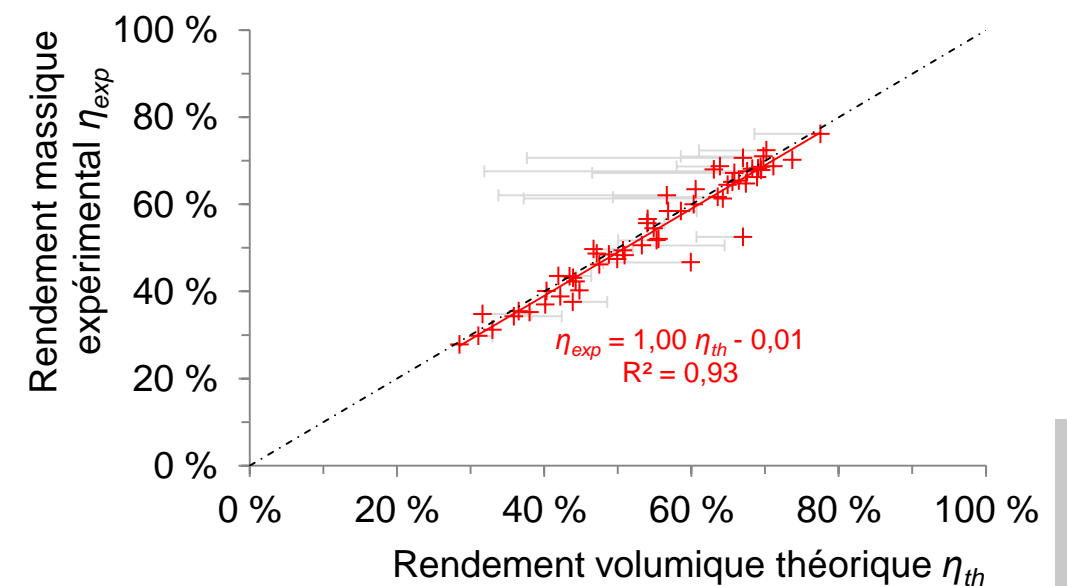
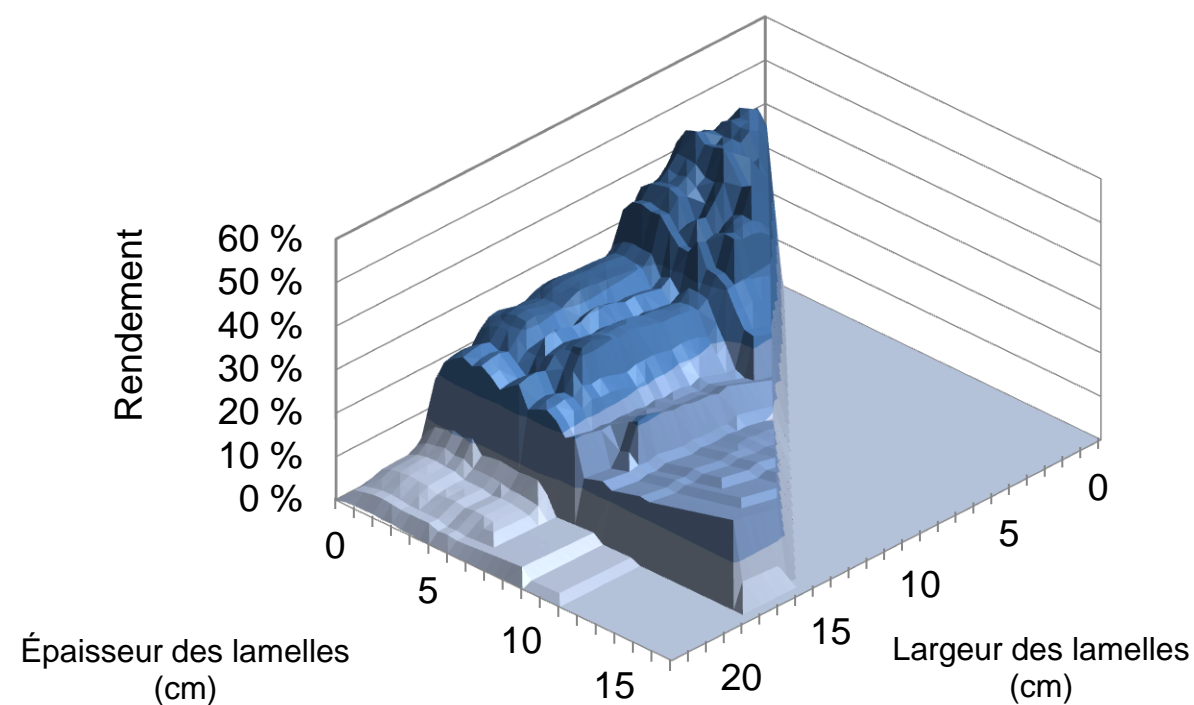
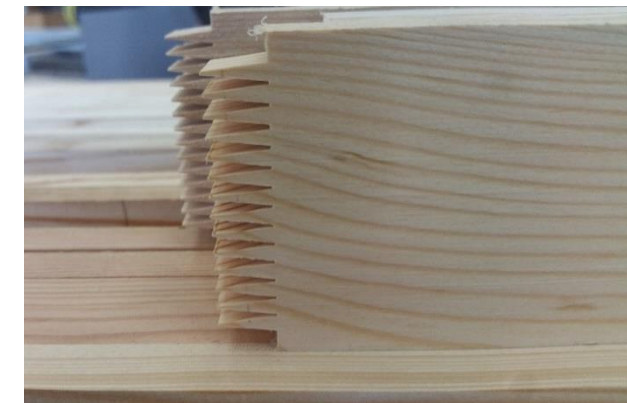
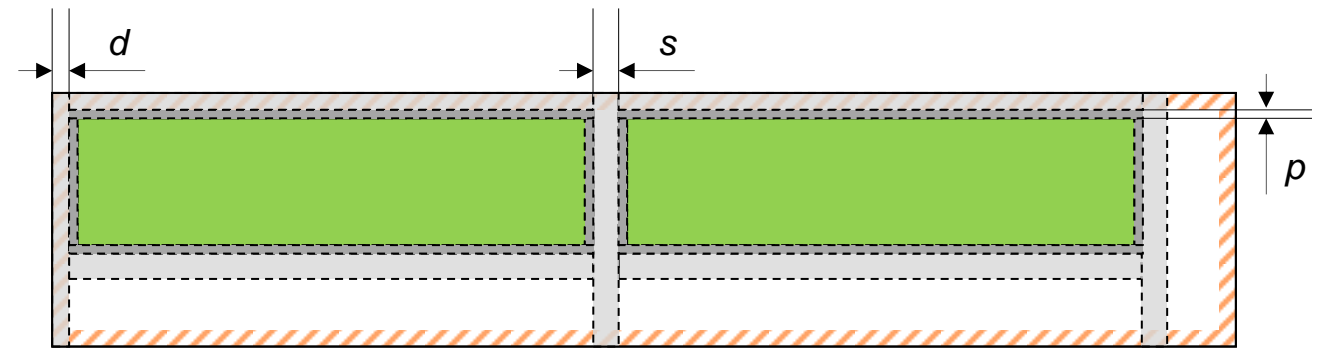
- Essais sur les pièces contaminées en profondeur
  - La décontamination par surfaçage semble peu adaptée
  - Part très modeste du gisement « bois B » : privilégier un tri négatif par détection visuelle
- Essais sur les pièces contaminées en surface
  - Une décontamination par surfaçage sur 2 mm permet d'atteindre des seuils satisfaisants pour l'ensemble des lamelles
- Essais sur les sciures issues de la décontamination
  - La transformation de pièces fortement contaminées en surface (ex : peintures au plomb) remet en question la possibilité de valoriser les résidus du procédé sous forme de panneaux de particules → 2 approches envisagées

## ✓ Méthode

- Simulation du rendement matière à partir d'un modèle d'usinage
- Expérimentation du procédé à l'échelle pilote

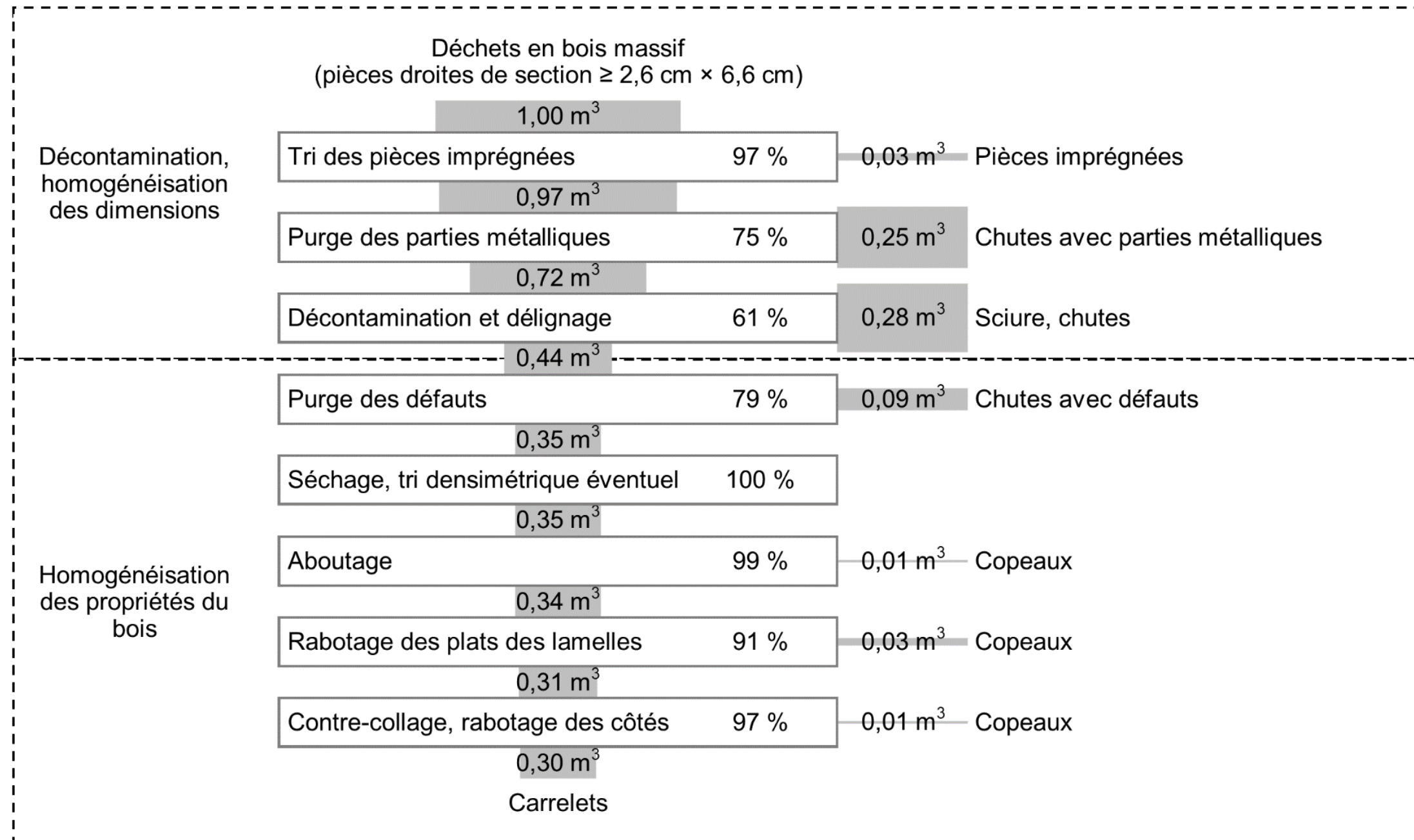
## ✓ Résultats

- Choix de la section des lamelles pour optimiser le rendement : 2,0 cm × 6,0 cm pour  $\eta = 51\%$
- Prise en compte des singularités des déchets bois
  - Purge des parties métalliques :  $\eta = 75\%$
  - Décontamination et délignage :  $\eta_{exp} = 1,00 \eta_{th} - 0,01$
  - Purge des défauts :  $\eta = 79\%$
  - Aboutage, rabotage lamelles et carrelets :  $\eta = 87\%$





## ✓ Synthèse des flux de matière du procédé



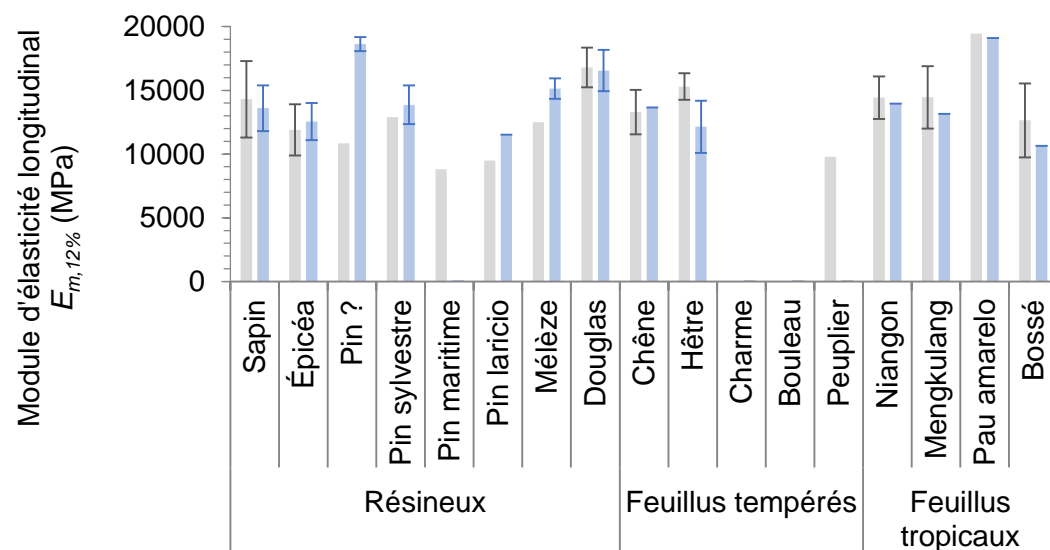
## ✓ Méthode

- Essais sur le bois sans défaut
  - Résistance en flexion, masse volumique, module d'élasticité, résistance en compression
  - Rapprochement des conditions expérimentales avec celles de la littérature
- Essais sur des prototypes de carrelets
  - Masse volumique, module d'élasticité, contrainte de rupture



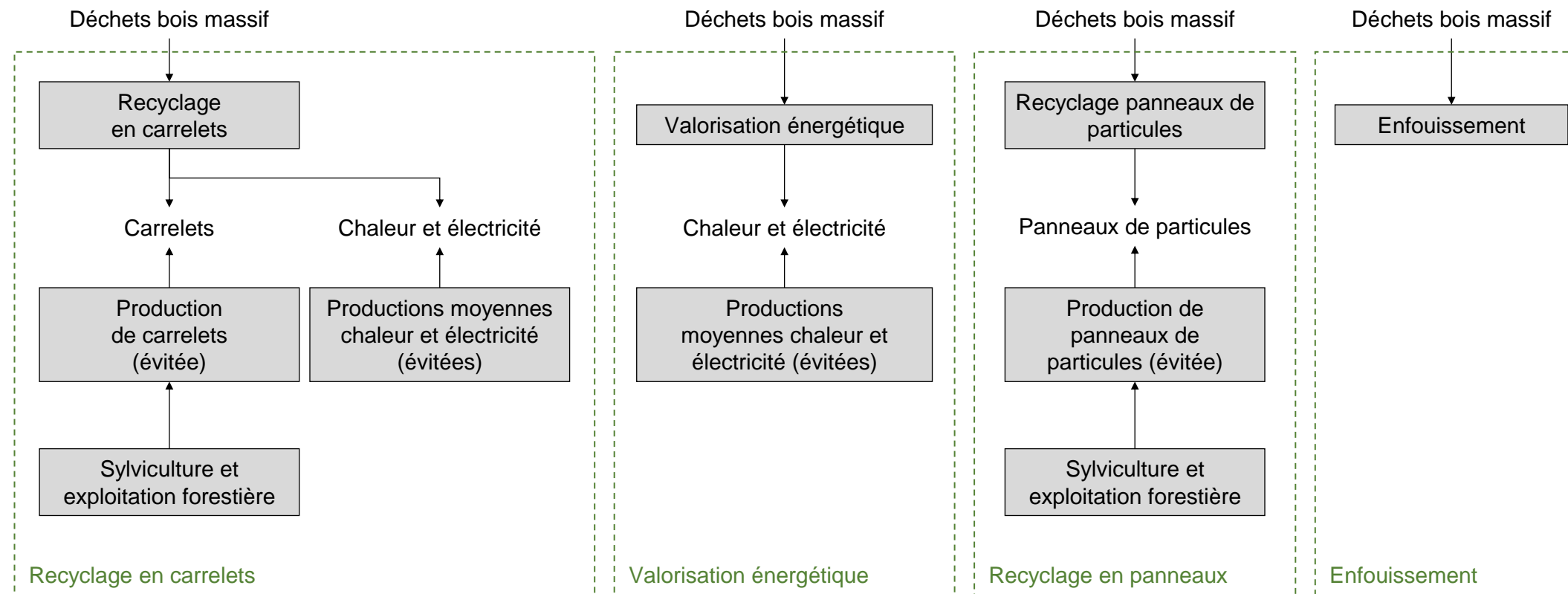
## ✓ Résultats

- Pas d'influence significative du vieillissement sur les propriétés mécaniques du bois sans défaut
- Carrelets équivalents C30 (EN 338) ou GL24h (EN 14080)



Statistique	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$E_{m,l}$ (MPa)	$E_{m,g}$ (MPa)	$f_m$ (MPa)	$f_{m,h=150,l=18h}$ (MPa)
Moyenne	479	9248	12 345	58	47
Écart-type	24	1405	1244	12	9
Coeff. de variation	5 %	15 %	10 %	20 %	20 %
Minimum	423	6519	9278	35	28
Maximum	532	12 701	14 560	80	63
5 <sup>ème</sup> percentile	441	6815	10 280	40	32

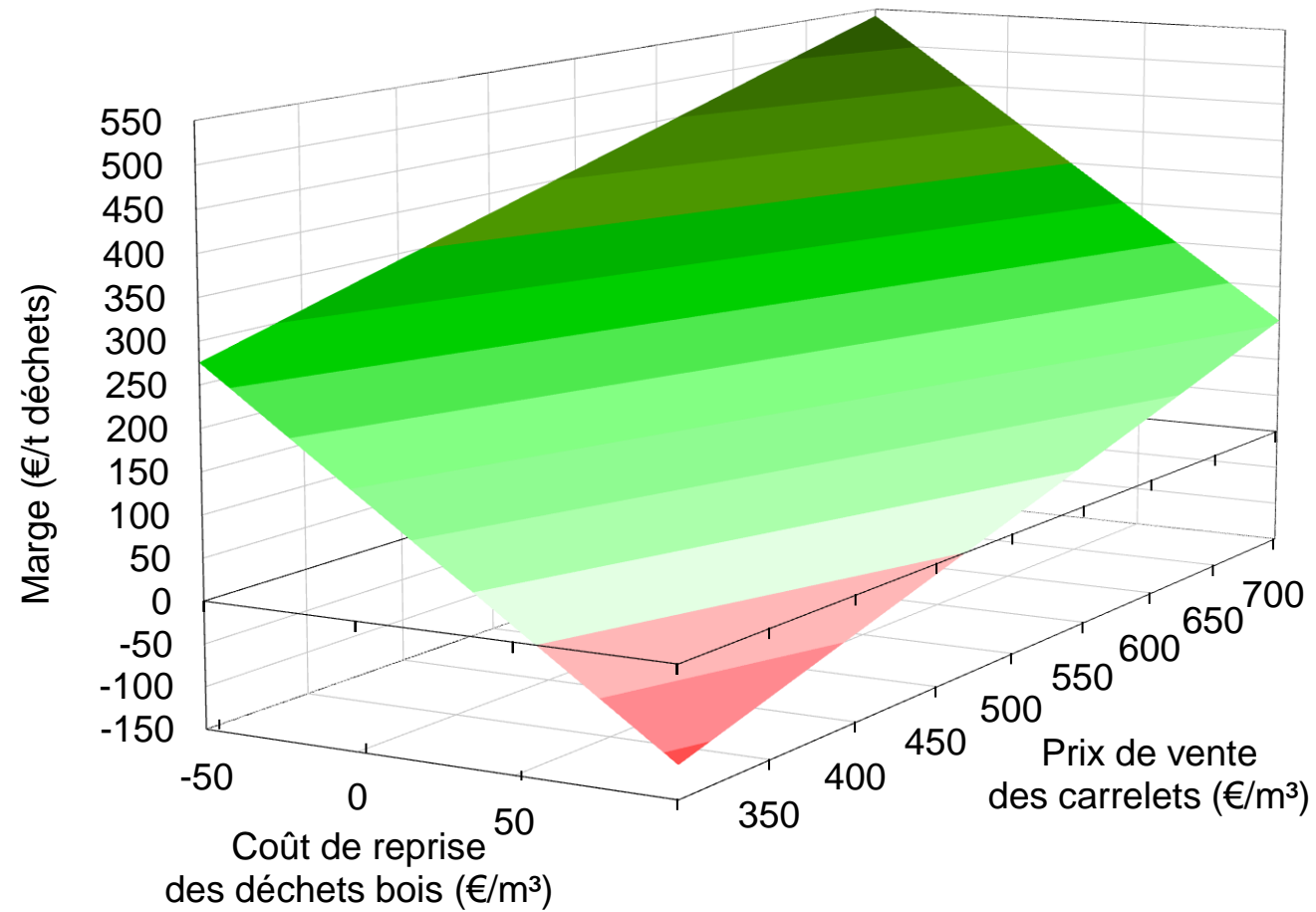
## ✓ Méthode



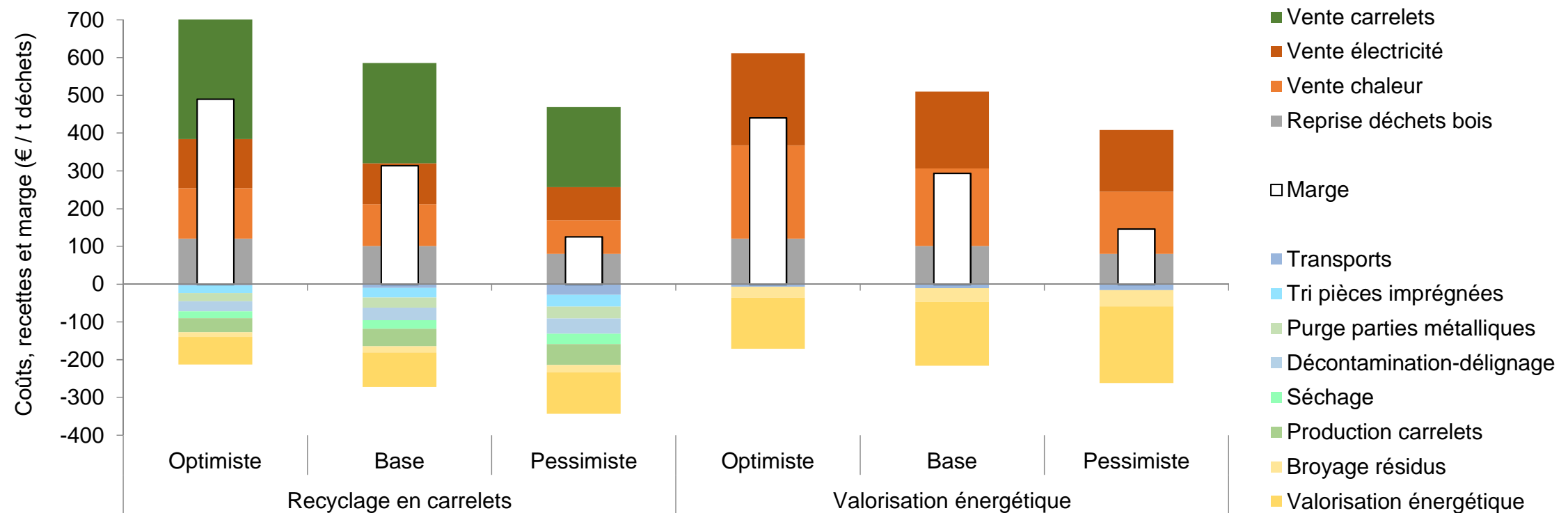
## ✓ Résultats

- Bénéfices environnementaux pour une large majorité d'indicateurs (impacts évités > impacts directs), avec les hypothèses considérées
- Comparaison avec les autres filières
  - Favorable vis-à-vis de l'enfouissement (sauf changement climatique total) et du recyclage en panneaux de particules
  - Contrastée vis-à-vis de la valorisation énergétique, mais l'analyse est conservatrice (impacts évités sous-estimés, pas d'effets indirects d'une moindre utilisation des sols forestiers, pas de temporalité des émissions)

✓ Zone de rentabilité



✓ Comparaison avec valorisation énergétique



## ✓ Enjeux importants et actuels

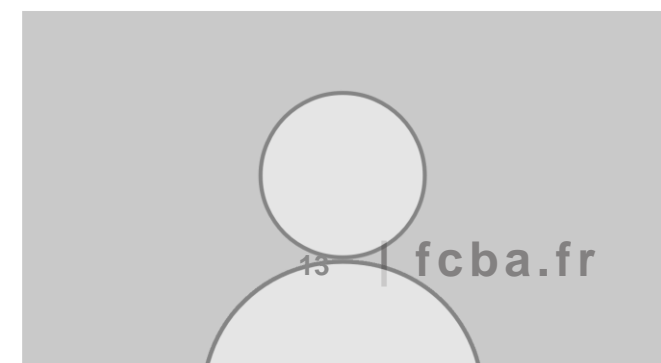
- Ressource bois
- Gestion des déchets bois
- Carbone
- Emplois

## ✓ Faisabilité pour les déchets en bois massif issus des plateformes de regroupement

- Connaissance du gisement
- Décontamination mécanique
- Outils d'optimisation du rendement
- Expérimentation à l'échelle pilote
- Performances mécaniques (vieillissement du bois sans défaut, carrelets)
- Pertinence environnementale et rentabilité économique

## ✓ Perspectives

- Autres gisements (déchets de déconstruction, etc.) et applications (carrelets pour blocs-portes, panneaux lattés, etc.)
- Opportunités de transfert industriel en cours de discussion





Merci de votre attention

François Privat, [francois.privat@fcba.fr](mailto:francois.privat@fcba.fr)