

Transformation innovante du chêne de qualité secondaire en produits de construction

C25



KUFFER Paul^{1,2}, POT Guillaume¹, VIGUIER Joffrey¹,
CHASTAGNIER Thibault²

¹LaBoMaP, Arts et Métiers, Rue Porte de Paris 71250 Cluny, France

²Ducerrf Groupe, Le Bourg, 71120 Vendennes-lès-Charolles, France

Contact : paul.kuffer@ensam.eu

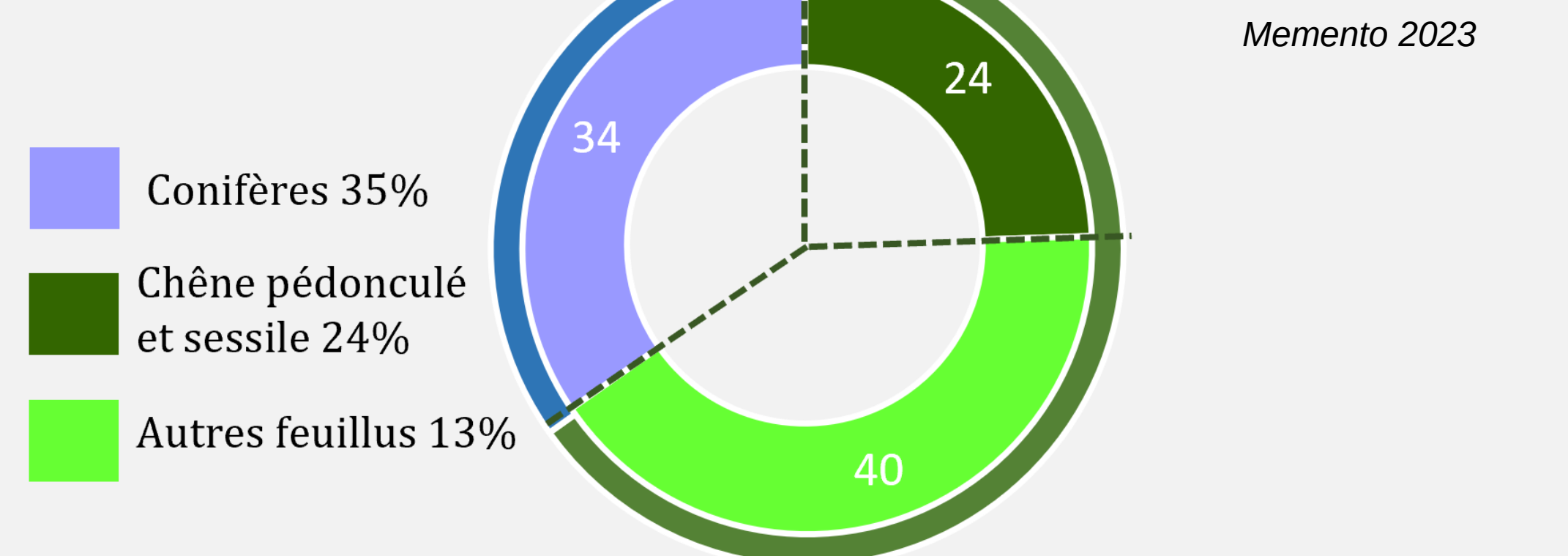


Contexte et problématique

Le chêne, une ressource variable mais présente

Répartition du volume des arbres vivants en 2023

Conifères : 985 millions m³ Feuillus : 1842 millions m³



Le chêne est une essence à fort différentiel économique.

Les bois les plus valorisés, exempts de défauts, sont destinés à la parqueterie ou à la fabrication des tonneaux. Le prix de vente du bois diminue avec sa qualité, et cet écart de prix est particulièrement marqué pour le chêne, bien plus qu'avec d'autres essences. Les bois de qualité dite « secondaire » représentent un gisement important, mais sont moins bien valorisés.

Les produits de construction

Les normes régissant les règles de la construction évoluent.

L'objectif de la Re2020 est de diminuer l'empreinte carbone liée à la construction des bâtiments. Cela implique une demande accrue de bois, tant pour des usages structurels (charpente, ossature,...) que non-structurels (bardage, parquet,...).



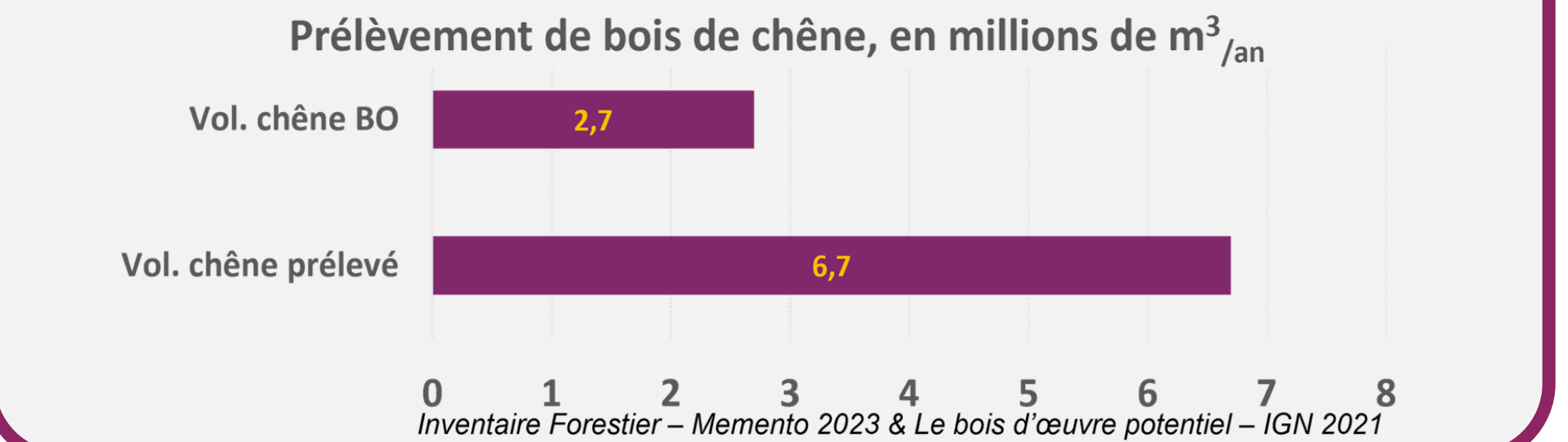
Exemple d'un produit technique novateur : le CLT chêne. Fruit d'une coopération étroite entre industriels et laboratoires de recherche, le CLT chêne est un produit développé autour de l'utilisation de bois de qualité secondaire en structure.

La filière bois, une économie à développer

En France, le déficit commercial de la filière bois est de 8,5 milliards d'euros.

1,6 milliards d'euros de sciage, panneaux et autres produits de construction sont importés en France par an. Agreste 2024

Cependant, les forêts de résineux sont exploitées à leur maximum. Le chêne de qualité secondaire est un vecteur avec un fort potentiel de transformation : ressource disponible, demande de bois en augmentation.



La solution ?

Améliorer les solutions de classement des bois et de transformation de la matière pour rendre économiquement viable l'utilisation du chêne en produit de construction

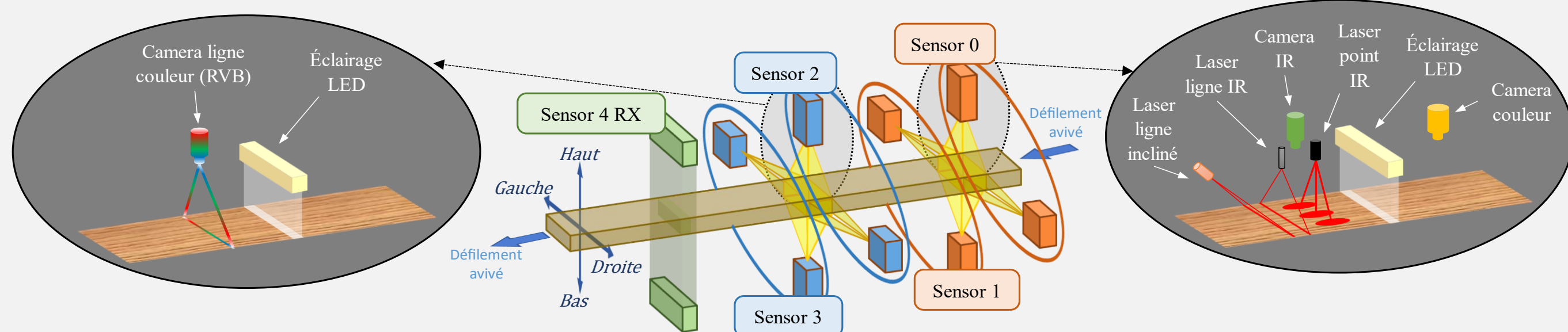
Méthodes et objectifs

Optimisation algorithmique des méthodes de détection pour améliorer les modèles mécaniques

Le projet TreCEffiQuaS : une base de données comme méthode

Projet mené au LaBoMaP de 2021 à 2024 et financé par l'ADEME. Ce projet visait à étudier et caractériser le bois de chêne de qualité secondaire. Un lot de 1 000 planches a été analysé : scanné et soumis à des tests de traction, constituant ainsi une base de données complète.

Les technologies du scanner combine : - Rayons X pour déterminer la densité des planches - Lasers points pour déterminer la pente de fil, ainsi que d'autres capteurs et émetteurs.



Principe de fonctionnement du scanner industriel déployé lors du projet TreCEffiQuaS (2021-2024), qui a abouti à la création d'une base de données de plus de 1 000 planches de chêne de qualité secondaire.

Deux objectifs, Différentes méthodes.

Optimisation des processus de transformation et du matériau bois en produits techniques

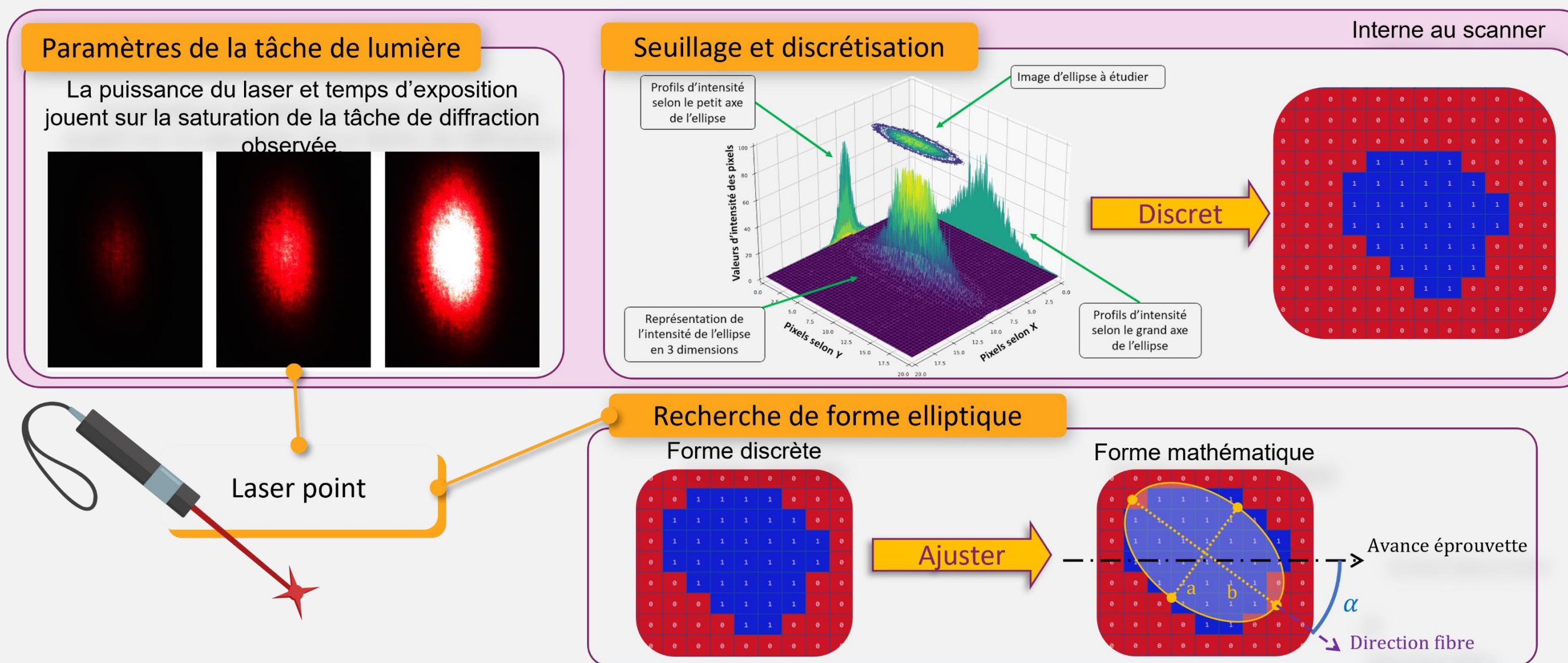
Transformation de la matière en produit de construction

Aujourd'hui, la majorité des produits de construction sont des matériaux reconstitués. La matière première est découpée en petits éléments (appelés courçons), puis recollée en lames de plusieurs mètres de longueur. Elles servent ensuite à la fabrication de panneaux et de poutres.



L'effet trachéide et la pente de fil, optimisation

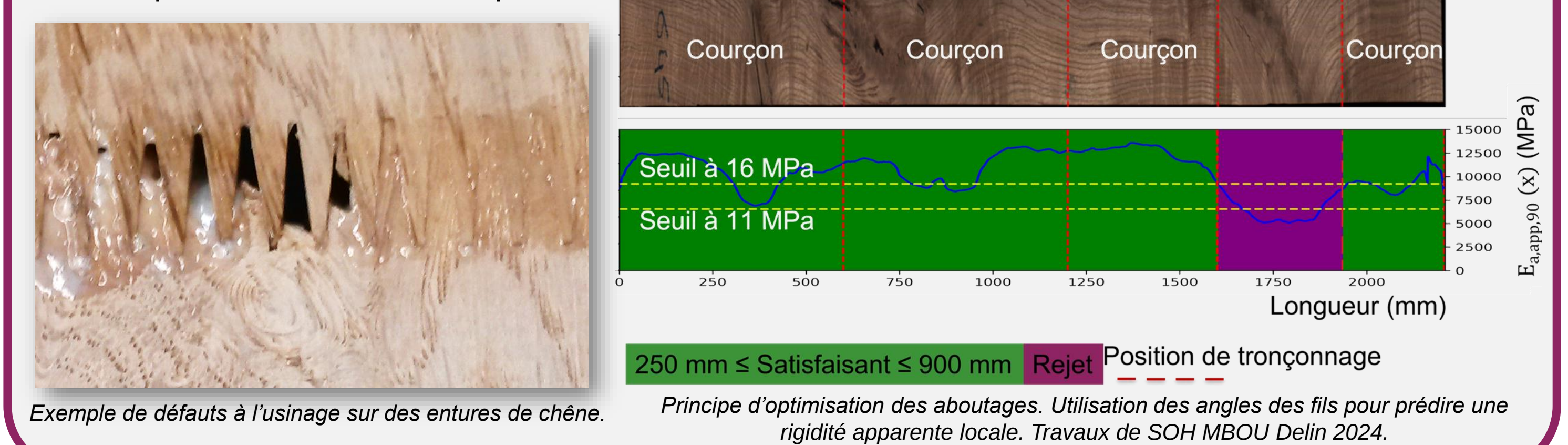
Dès 1976, Matthews et Beech proposent une méthode de détection de la pente de fil innovante. Ils découvrent que la lumière se diffuse de manière anisotrope dans le bois. Ainsi, un spot laser éclairant une surface crée une tache elliptique dont le grand axe indique l'orientation des fibres. La pente de fil influence fortement la mécanique du bois, ce qui souligne l'importance d'une détection précise.



Plusieurs approches d'ajustement mathématique des ellipses existent, mais aucune étude comparative n'a encore évalué leur impact sur la prédiction des propriétés mécaniques. Des méthodes de filtrage des données sont en développement pour améliorer la précision des modèles

Optimisation du tronçonnage, définition des critères d'aboutage, homogénéisation des courçons, étude de l'impact des attaques biologiques sur la matière.

La transformation du bois, ce sont des défis scientifiques complexes intégrant :
- Variabilité naturelle ; prise en compte des différences mécaniques et esthétiques du matériau,
- Enjeux économiques ; gestion du fort différentiel de valeur entre qualité de bois, propre au chêne,
- Contraintes biologiques ; étude des impacts d'agents biologiques sur les bois (ex. : piqûres),
- Optimisation de l'usinage : compréhension des procédés pour limiter les pertes et les défauts.
L'objectif ? Définir une classe mécanique (norme EN 338) la plus représentative possible de la matière, pour une valorisation optimale.



Résultats attendus

- **Optimisation de la caractérisation mécanique et esthétique de la matière**
 - ✓ Étude comparative entre plusieurs méthodes mathématiques d'ajustement des ellipses.
 - ✓ Impact de divers filtrages des données dans la prédiction des caractéristiques mécaniques.

- **Optimisation des procédés de transformation de la matière pour des usages dans la construction**
 - ✓ Définition de critères d'aboutage.
 - ✓ Définition de critères de tronçonnage tout en prenant en compte la dualité esthétique et mécanique du chêne.
 - ✓ Optimisation des produits techniques en chêne.

Remerciements

Ce projet est soutenu financièrement par l'ANRT et par l'entreprise DUCERF Groupe via une thèse CIFRE. Le groupe DUCERF, scieur en première et deuxième transformation du chêne en charollais, s'engage auprès de la filière bois notamment feuillu pour valoriser la matière et la ressource locale.