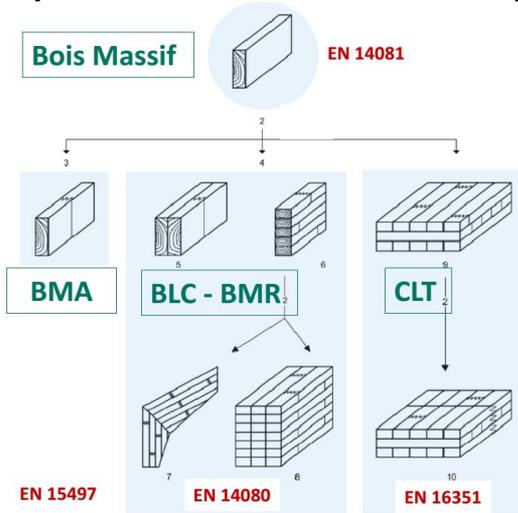

Caractérisation des performances mécaniques et élaboration de matériaux d'ingénierie bois



Le classement doit être non destructif !

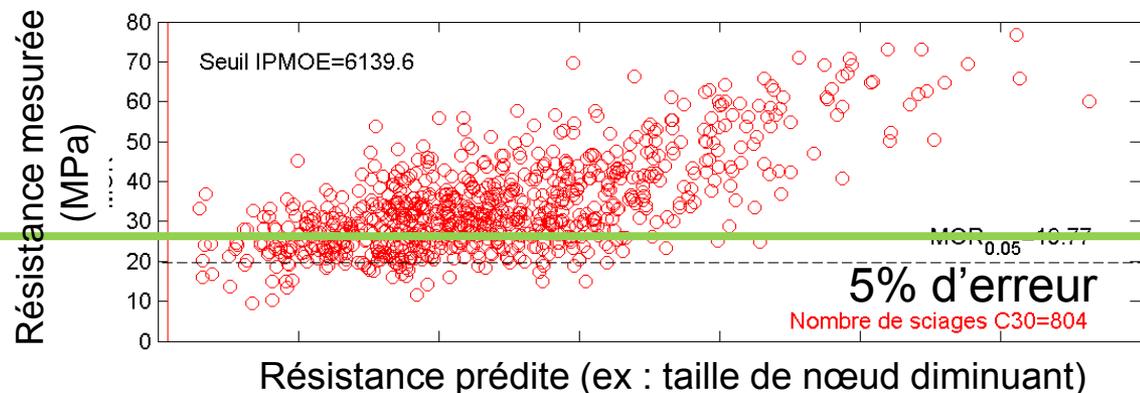
- DTU 31.2 P1-2 (ossature bois) « Les éléments de bois massif de section rectangulaire sont conformes à la norme NF EN 14081-1 pour les **bois classés visuellement** et aux normes NF EN 14081-2 à 4 pour les **bois classés par machine**. »



Comment ?

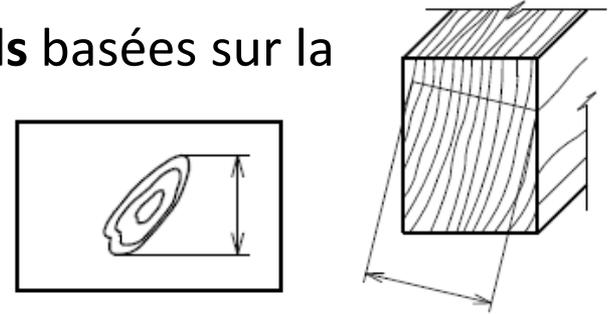
En utilisant la corrélation entre paramètres mesurables de manière objective et non-destructive, et grandeurs mécaniques obtenues par un essai de flexion 4 points

Seuil de résistance de la classe (ex : C24)

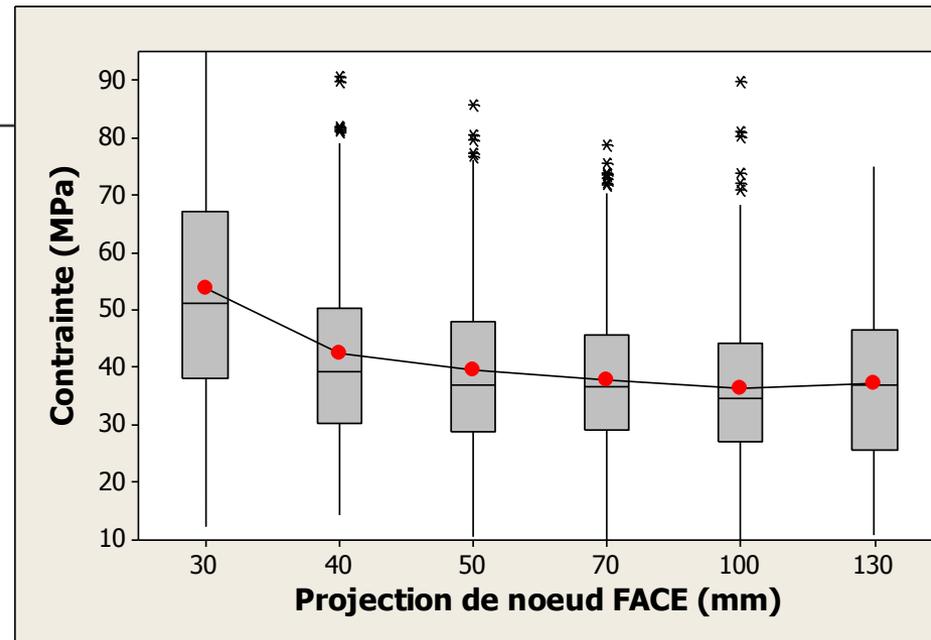


De la difficulté à classer le bois visuellement

- Classes de résistance sur **critères visuels** basées sur la taille des nœuds et des cernes
 - Seulement à la surface du bois
 - Seulement la taille du nœud (direction ?)
 - Pas de couplage des informations (exemple : gros nœud, oui mais cernes avec beaucoup de bois d'été)
 - → **Mauvaise corrélation avec la résistance**
 - Part de subjectivité
 - Danger !!!



Critères \ Classes	ST-1 ⁴⁾
Largeur des cernes d'accroissement	≤ 6 mm
Section (mm ²)	≤ 18 000
Diamètre des nœuds - Sur la face ¹⁾	∅ ≤ 30 mm et ∅ ≤ 1/6 de l
- Sur la rive ²⁾	∅ ≤ 40 mm et ∅ ≤ 2/3 de e



Lanvin (2012)

Moyens de classement machine

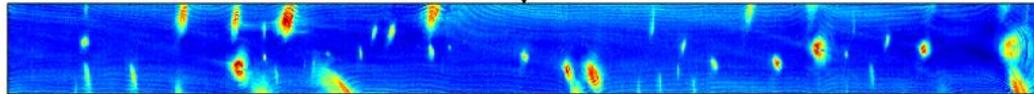
□ Compétences et équipements de l'ENSAM Cluny de premier plan :

- Rayons X

Poutre initiale



Cartographie de densité locale

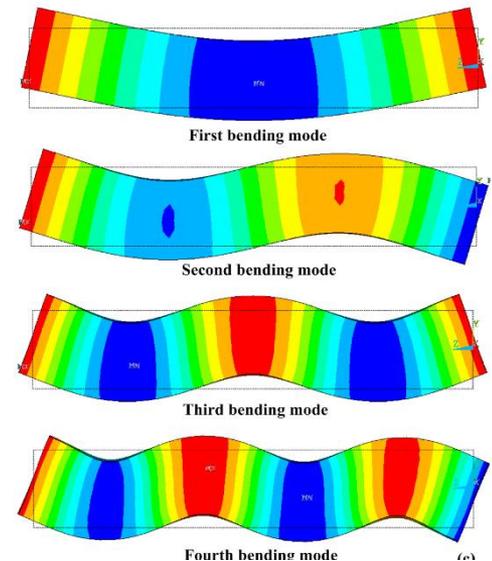


- Vibratoire

Remarque : meilleur pour bois avec peu de petites / peu de singularités (épicéa ...)

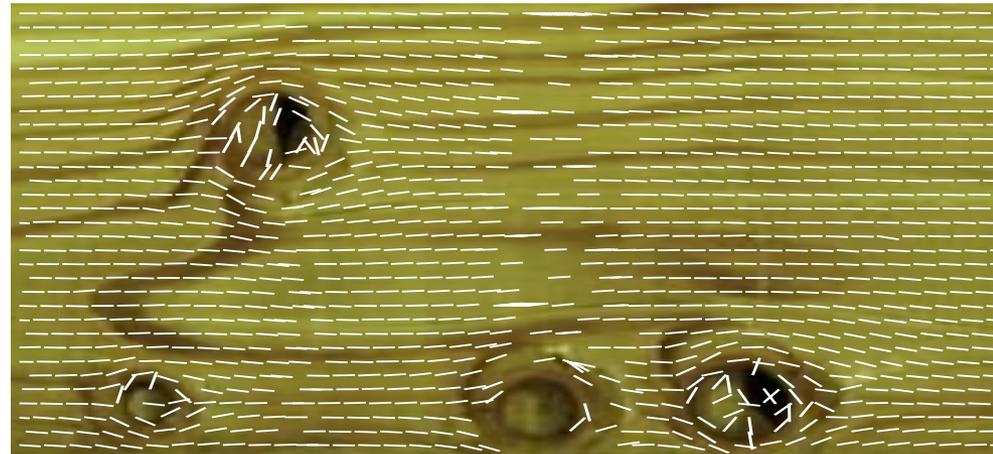
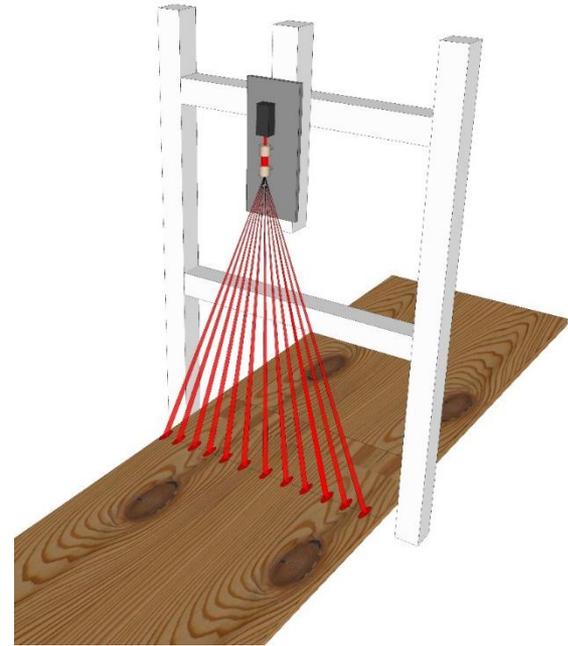
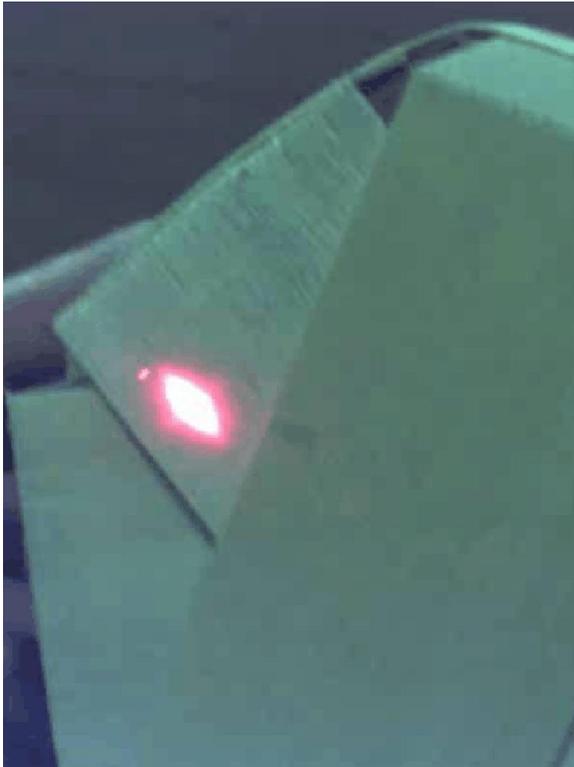


Vibrations transversales sur chant



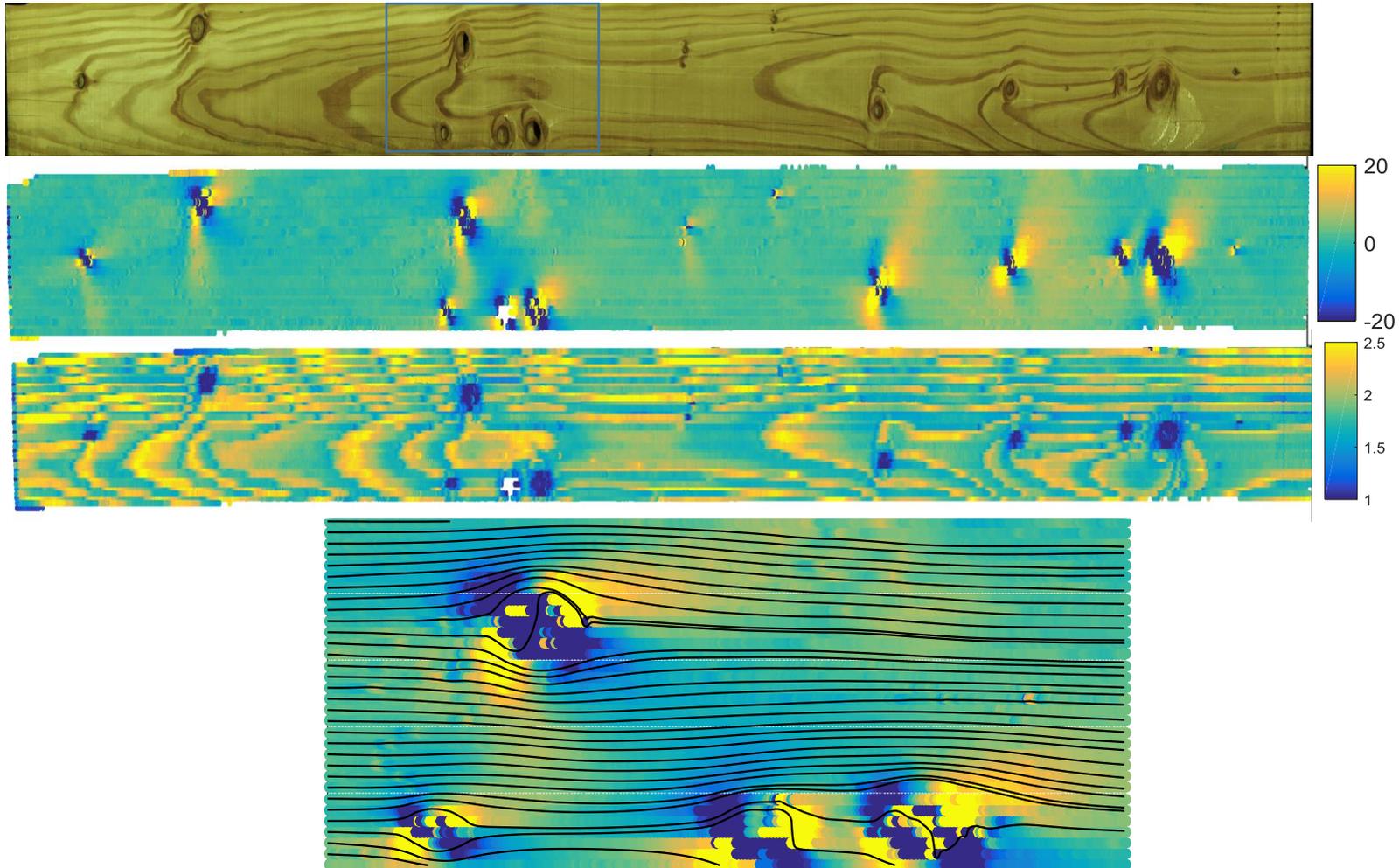
Mesure orientation des fibres

- Compétences et équipements de l'ENSAM Cluny de premier plan :
 - Orientation des fibres



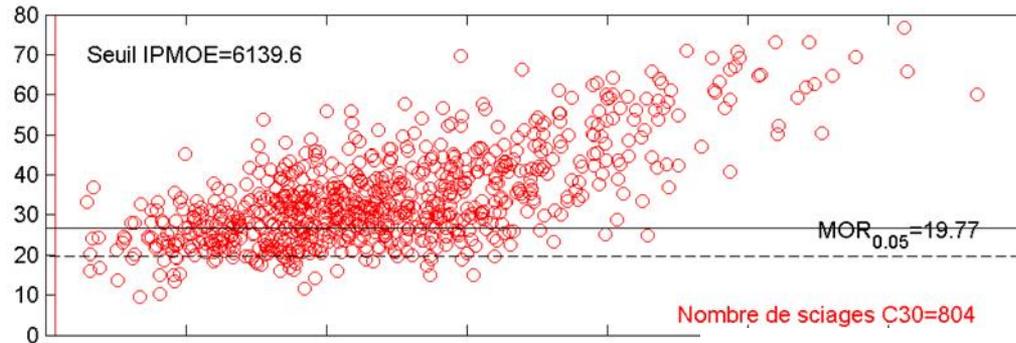
Moyens de classement machine

- Compétences et équipements de l'ENSAM Cluny de premier plan :
 - Orientation des fibres



Classement par machine

- Passer de cela :



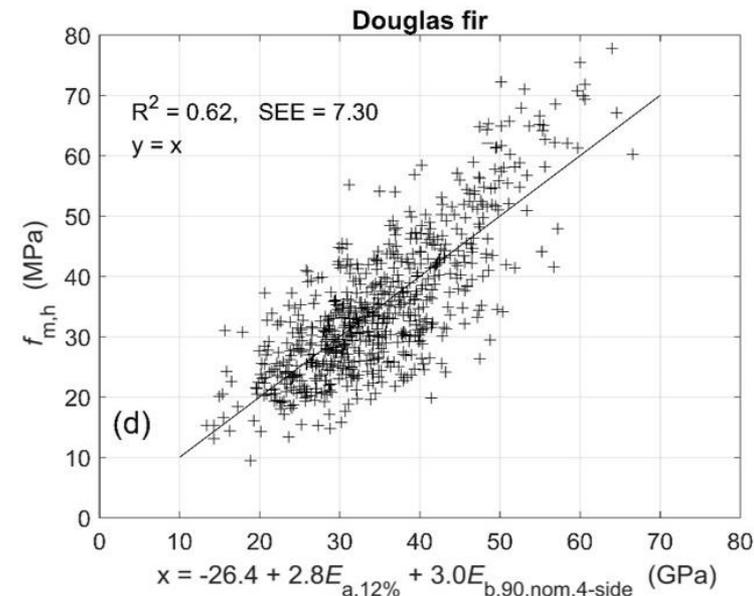
- À ceci :
... pas très impressionnant mais ...

- R² passe de 0,26 à 0,56
→ **Efficiene** ↑ de 25 % à 80 %
(nombre de sciages bien classés)

- → Meilleur rendement matière que le classement visuel

- → Moindre risques

- Mais ne va pas rendre de bois juvénile meilleur !



Scanner industriel CombiScan+

Imagerie RX

- ❑ Scanner dédié à la détection des défauts (et/ou classement mécanique)
- ❑ Mesure de la direction des fibres (résineux et certains feuillus)
- ❑ Mesure de la masse volumique locale (RX)
 - 0,4 x 1 mm
- ❑ Cadence de mesure > 300 m/min
- ❑ Prix
 - 300- 450 k€ (Couleur + RX)
 - 315- 465 k€ (Couleur + RX + PDF)

CombiScan+



Utilisation des RX

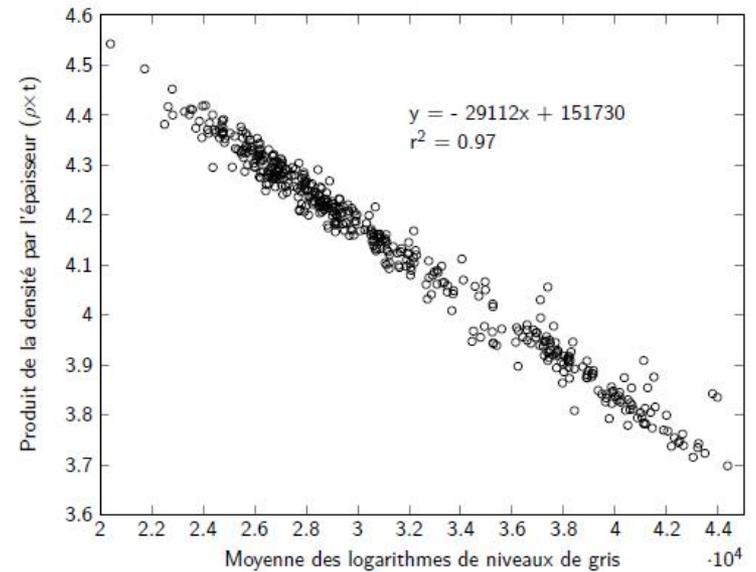
Cas du sciage

- ❑ Calcul de la masse volumique locale

CombiScan+



Masse volumique locale (Rayons X)



Conversion des niveaux de gris en masse volumique

Utilisation des RX

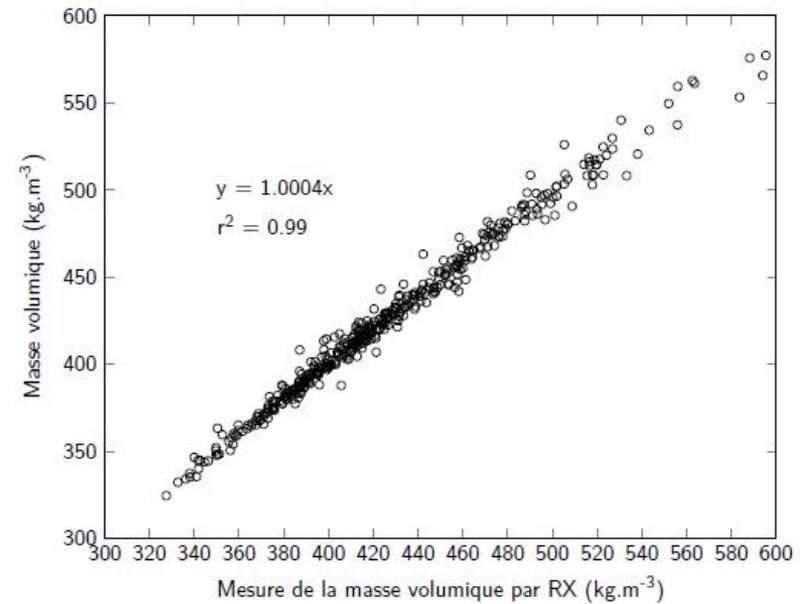
Cas du sciage

- ❑ Mesure de la masse volumique locale

CombiScan+



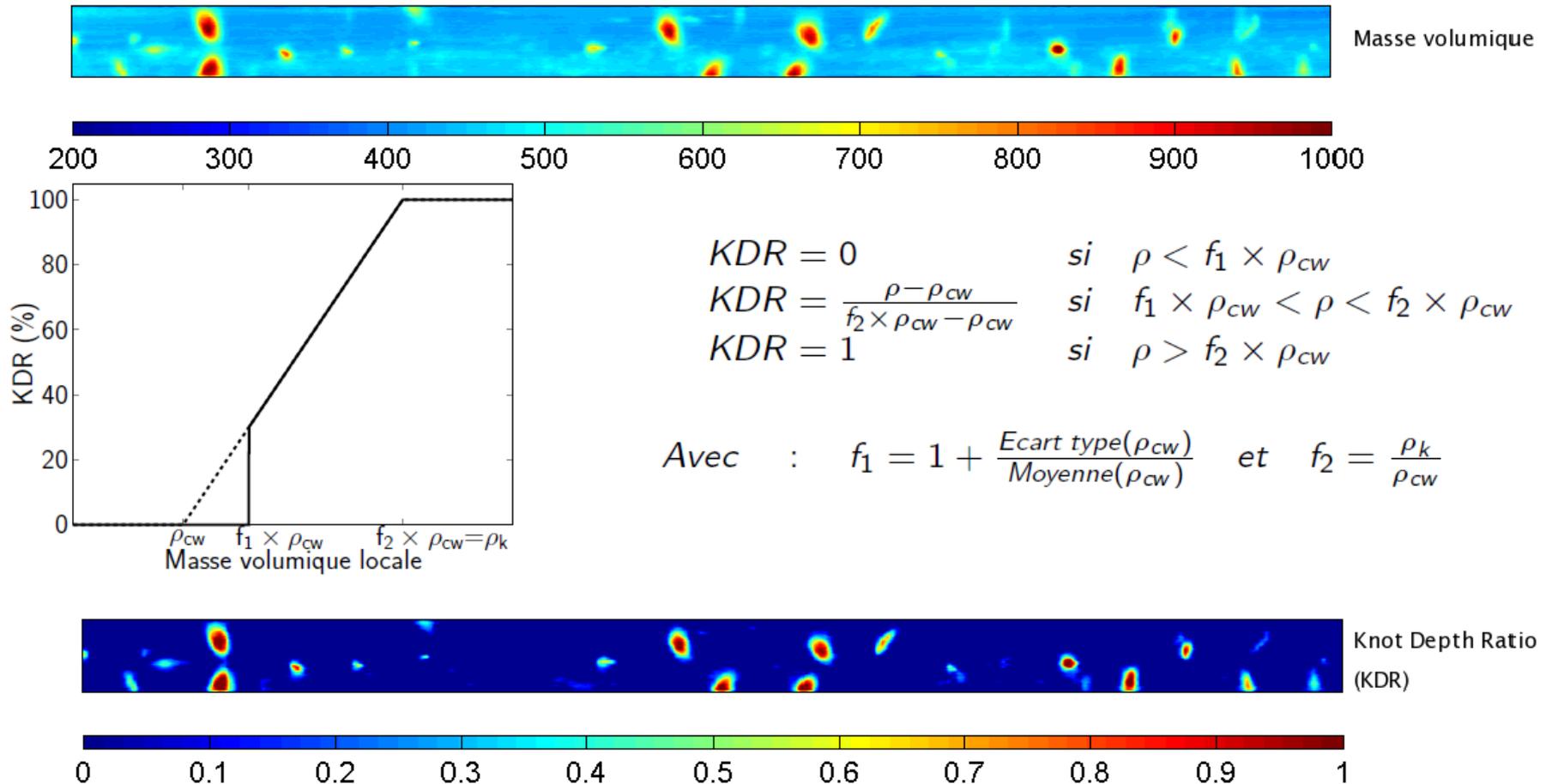
Masse volumique locale (Rayons X)



Utilisation des RX

Cas du sciage

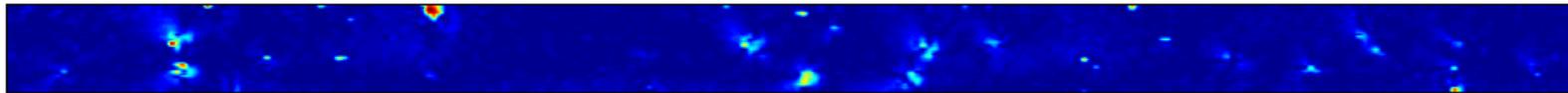
☐ Calcul de la nodosité



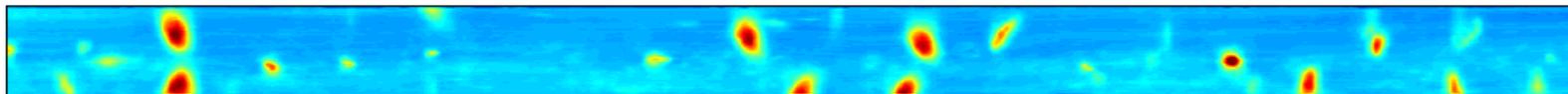
Utilisation des RX

Cas du sciage

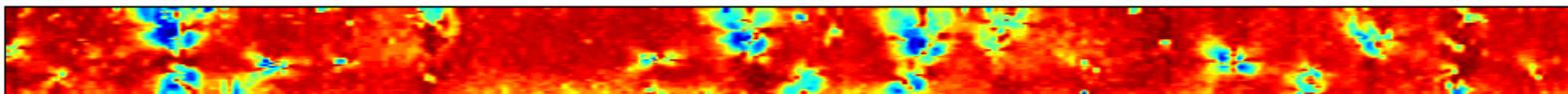
Calcul de la nodosité



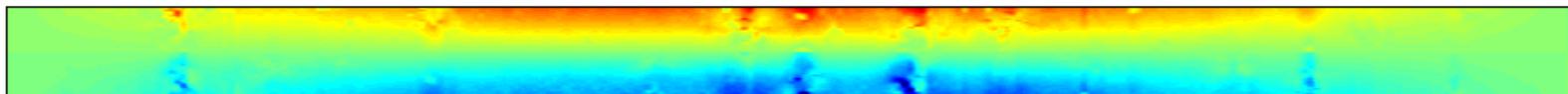
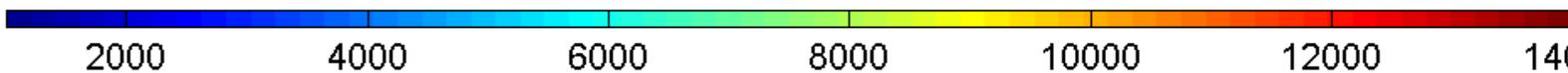
Pente de fil
face du dessous



Masse volumique



Cartographie
module elastique



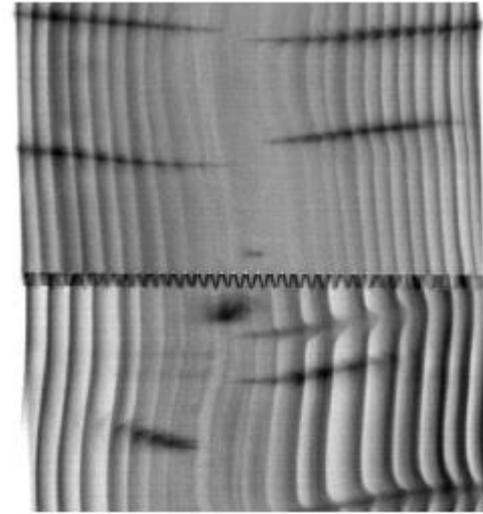
Contraintes
normales



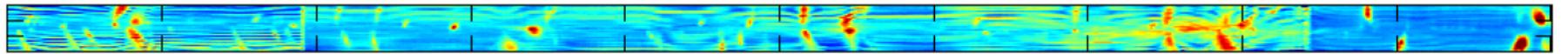
Utilisation des RX

Cas du lamellé-collé

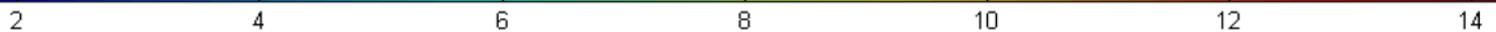
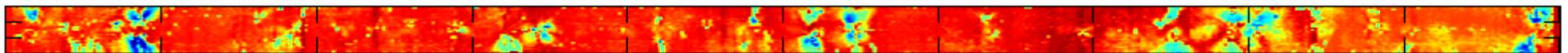
- Modélisation du comportement mécanique du BLC



Masse volumique



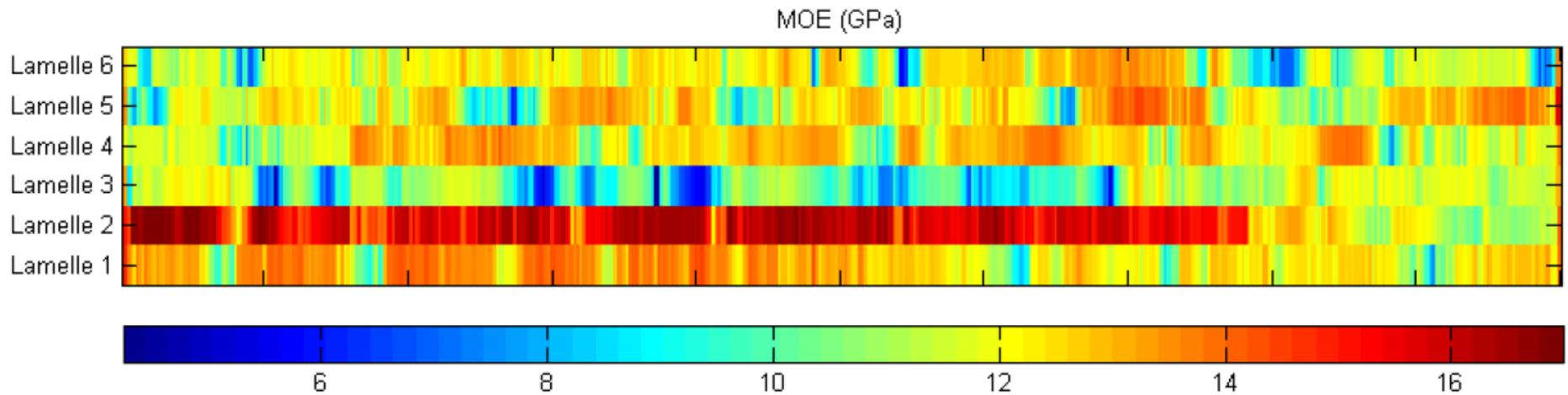
E_L (GPa)



Utilisation des RX

Cas du lamellé-collé

- ☐ Modélisation du comportement mécanique du BLC



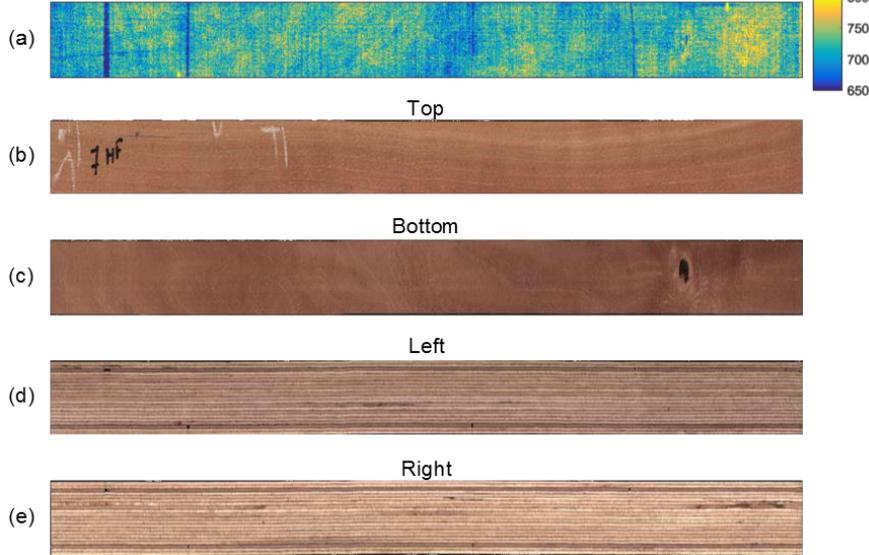
Utilisation des RX

Cas du LVL de hêtre

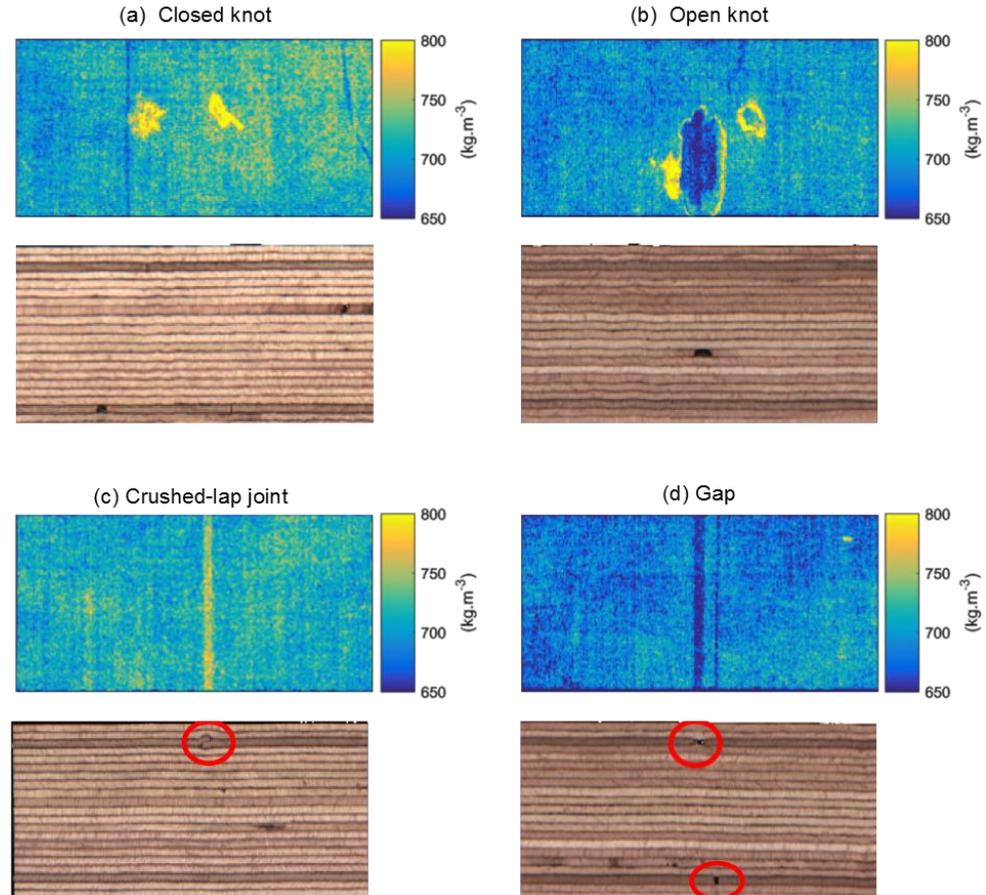
☐ Détection des défauts

X-ray

Density (kg.m^{-3})



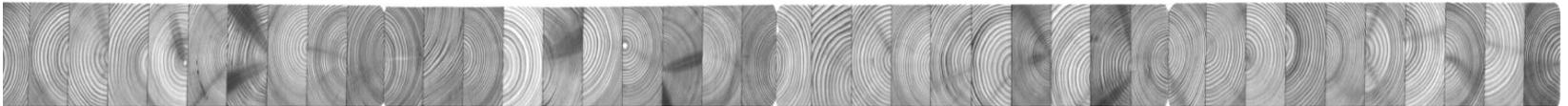
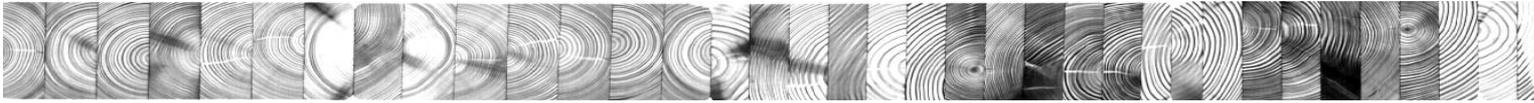
Identification des défauts



Utilisation des RX

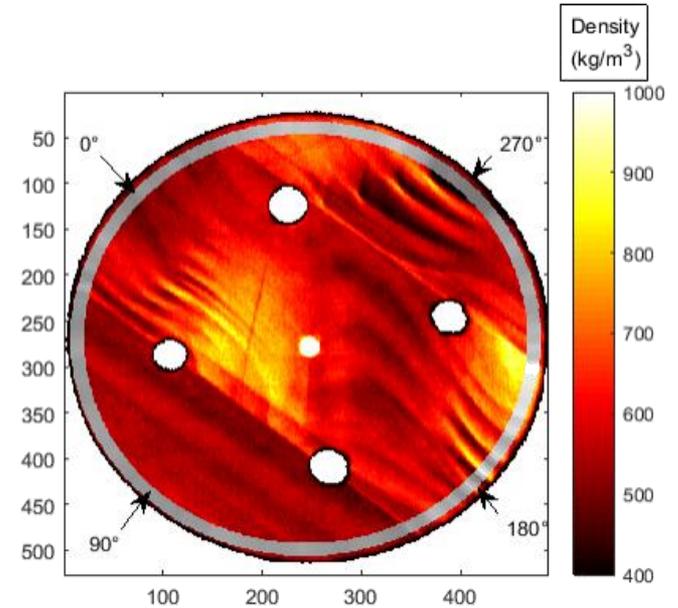
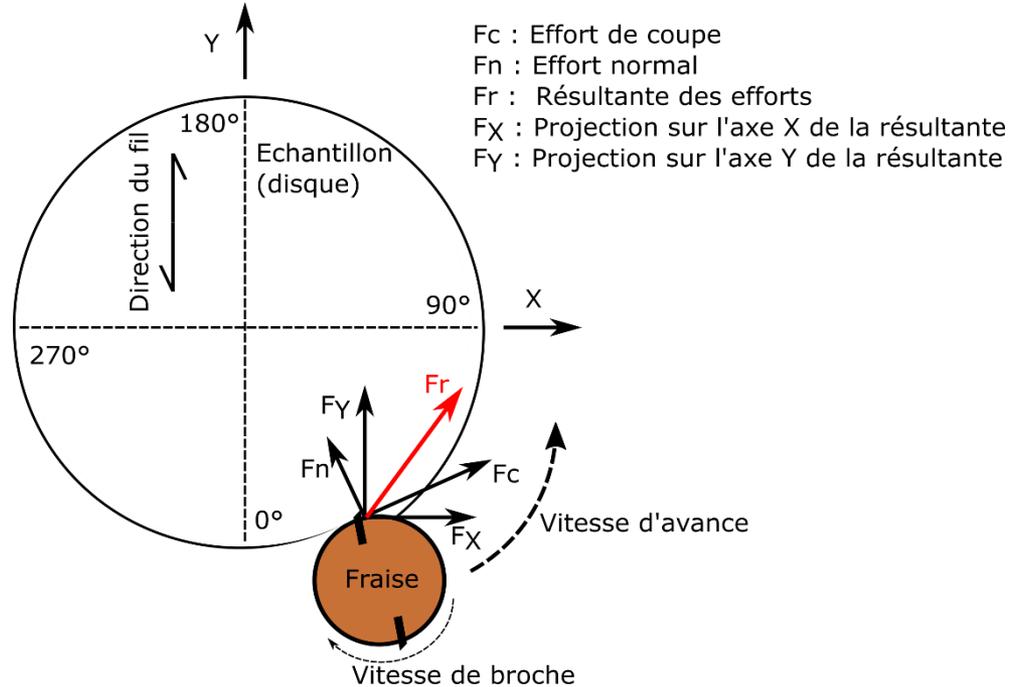
Detection des cernes de croissance

□ Apprentissage sur les images RX



Utilisation des RX

Amélioration de la compréhension des efforts de coupe



- Etudier l'influence de l'angle du fil sur les efforts de coupe et les états de surfaces lors du contournage (fraisage périphérique) d'échantillons de bois.
- Efforts de coupe très dépendants de la densité du bois, échantillons pas parfaitement homogènes → Densité cartographiée puis compensée pour s'affranchir de (ou minimiser) son influence sur les résultats obtenus.
- Mesure de la PDF avec combiscan/bobiscan (effet trachéide) pour connaître son orientation plus précisément dans la zone usinée en complément.