

# Parlons qualité des bois, Libramont, 9 mai 2019

Impact des caractéristiques de l'arbre sur les procédés de transformation et les produits en bois

Bernard THIBAUT  
*DR émérite CNRS*

Laboratoire de Mécanique et Génie Civil



# La qualité c'est l'adéquation à un usage



Qualité des arbres,  
qualité des pièces de bois,  
qualité du bois:

quels liens?  
quels procédés?

2 pins sylvestres des Monts d'Arrée



Bibliothèque de Kourou, charpente



Grand cerf des Monts d'Arrée

# Il faut qualifier l'aptitude à l'usage

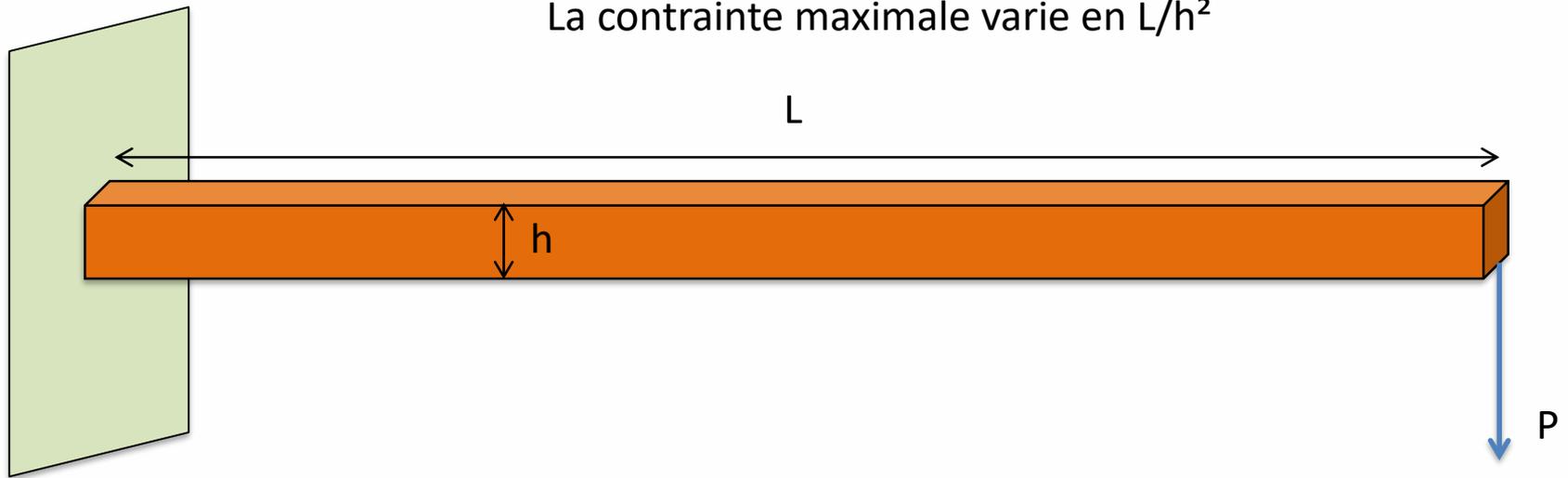
(exemple d'une poutre console)

*La géométrie de l'objet ou de la pièce est le premier jeu de critères de qualité*

La longueur et la charge maximale sont imposées

La flèche varie en  $L^3/h^3$

La contrainte maximale varie en  $L/h^2$



*Les propriétés des pièces de bois sont le second jeu de critères de qualité*

La flèche varie comme l'inverse du module d'élasticité du bois

La contrainte maximale possible est la résistance à la rupture du bois

La durée de vie dépend de la résistance aux dégradations du bois

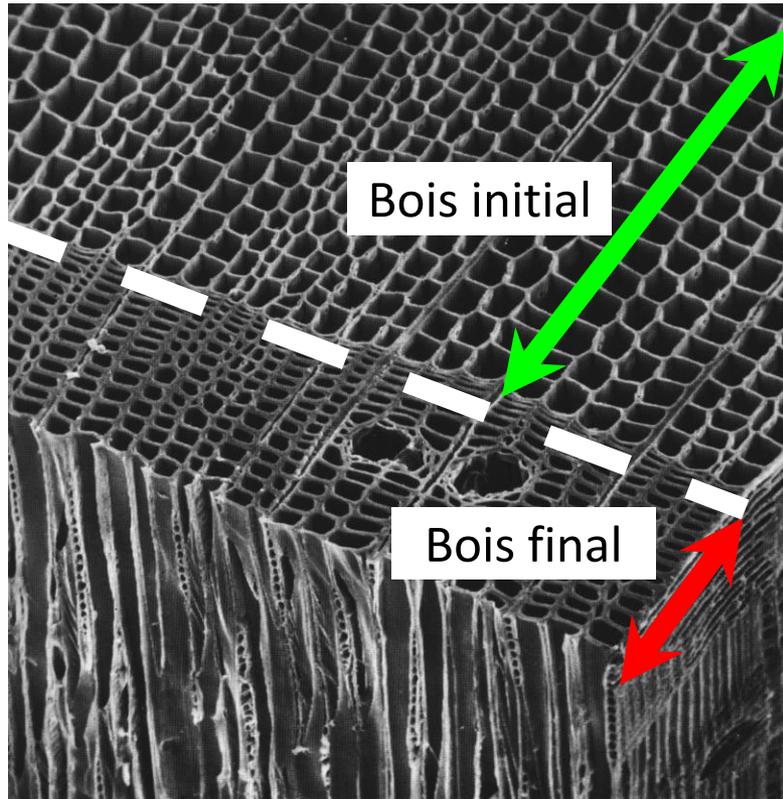
# Les bois: une grande classe de matériaux pour le génie mécanique et le génie civil



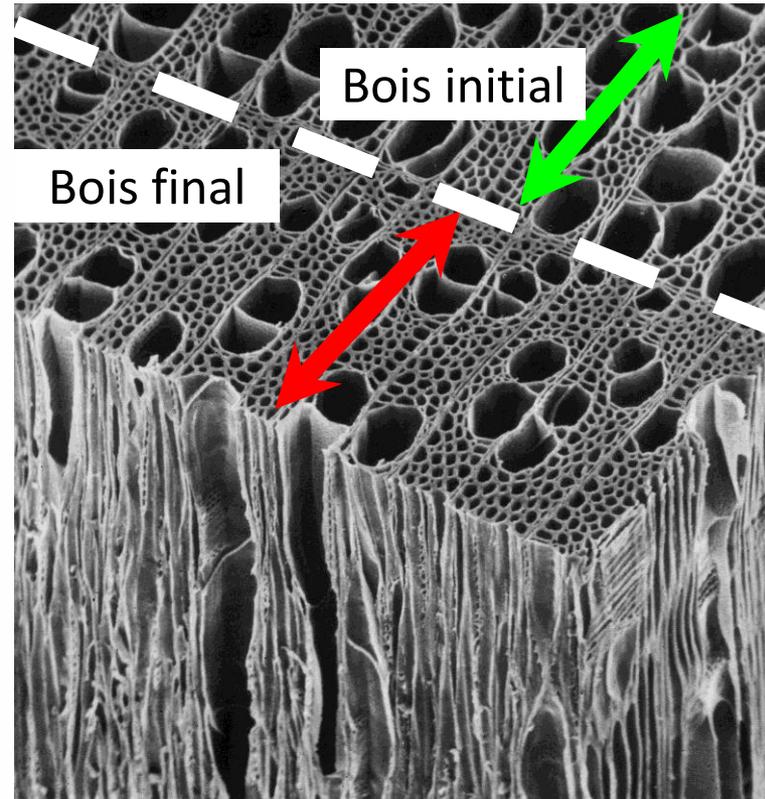
Les bois occupent tous les créneaux de la fabrication d'objets et de monuments

# Le bois est un matériau poreux orienté

*(Le bois ressemble à un nid d'abeille plus sophistiqué)*



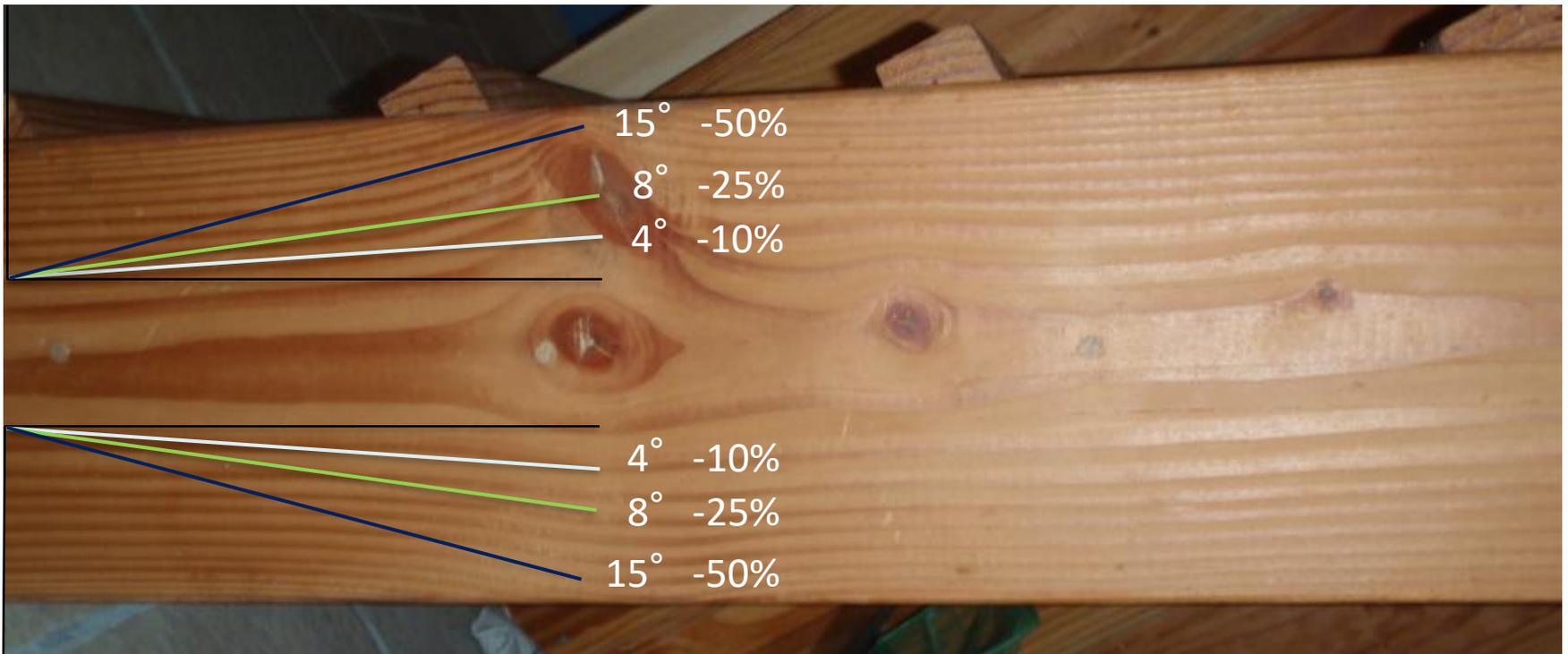
Bois de résineux



Bois de feuillu

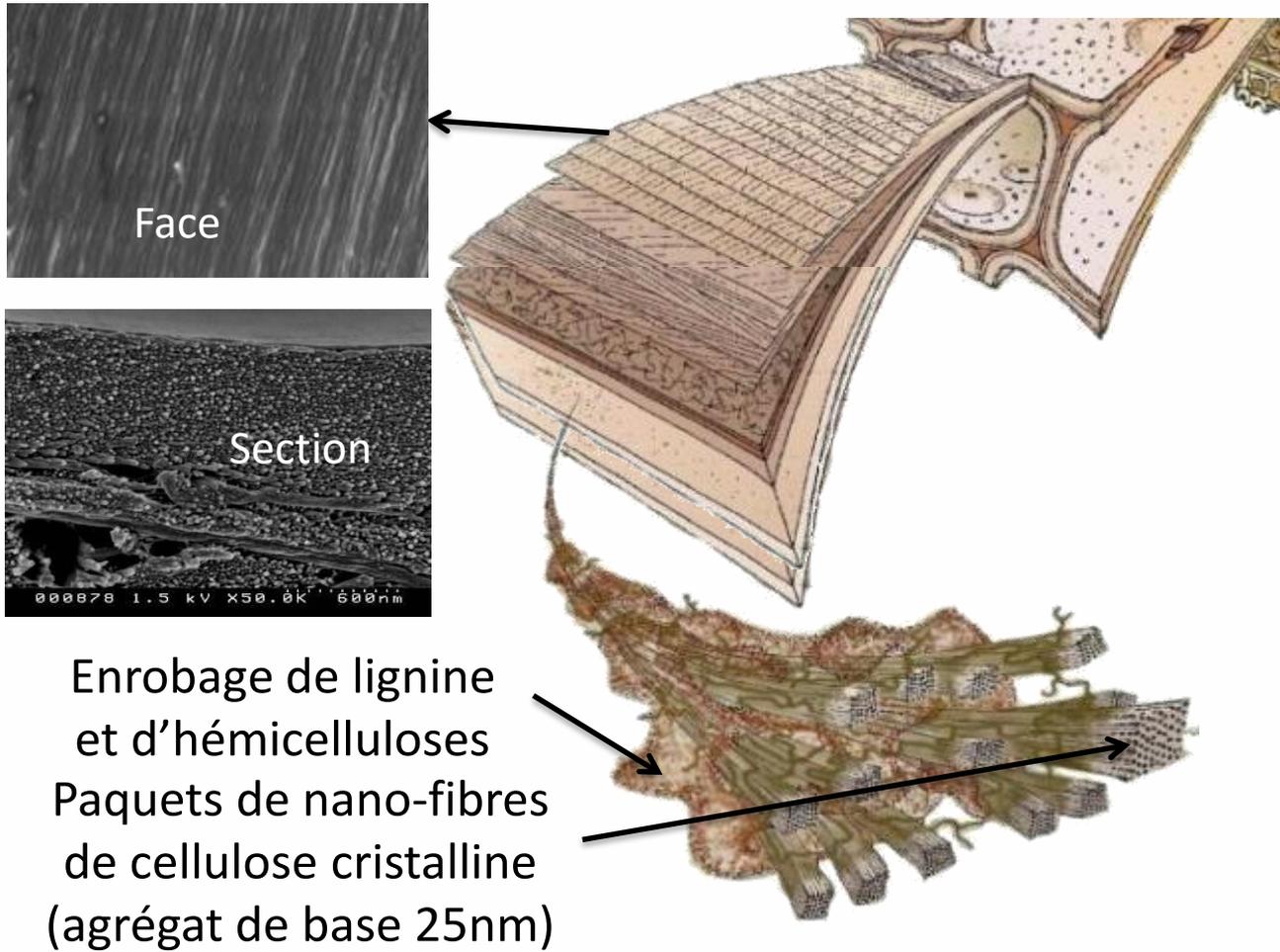
*La densité et l'angle du fil du bois sont des clés de la rigidité du nid d'abeille*

# La résistance à la rupture en flexion chute très vite quand l'angle de fil augmente



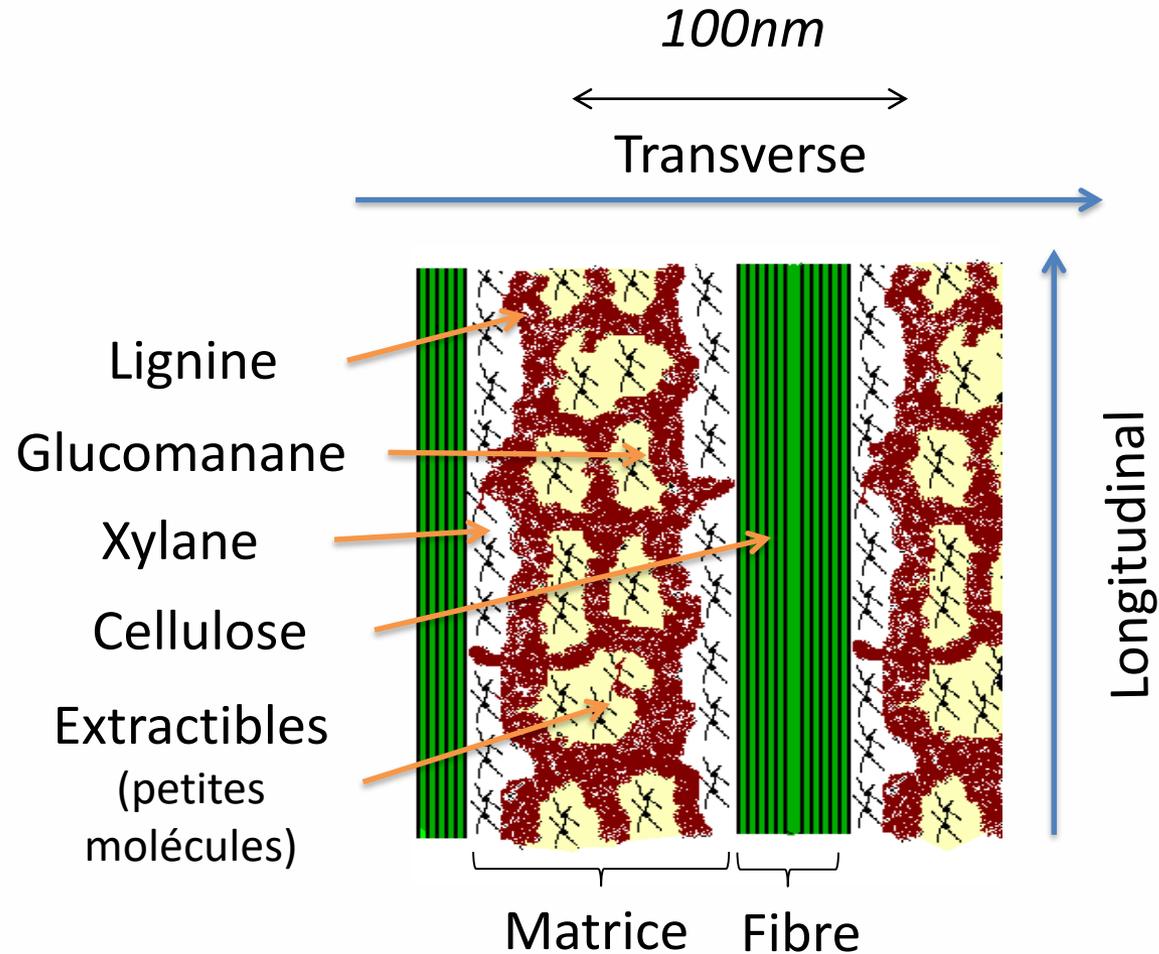
*L'angle de fil maximum conseillé pour les battes de base-ball est de 4°*

# La paroi des cellules est un composite à fibres



*Le module spécifique (carré de la vitesse du son) traduit la rigidité de la paroi  
(La rigidité du bois est le produit de la densité et du module spécifique)  
Quand le module spécifique diminue le module et retrait diminuent*

# Les composants de la paroi sont des polymères



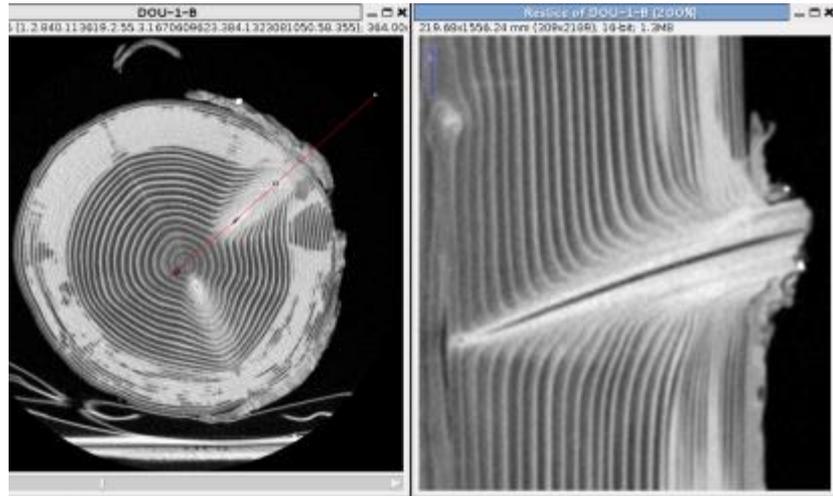
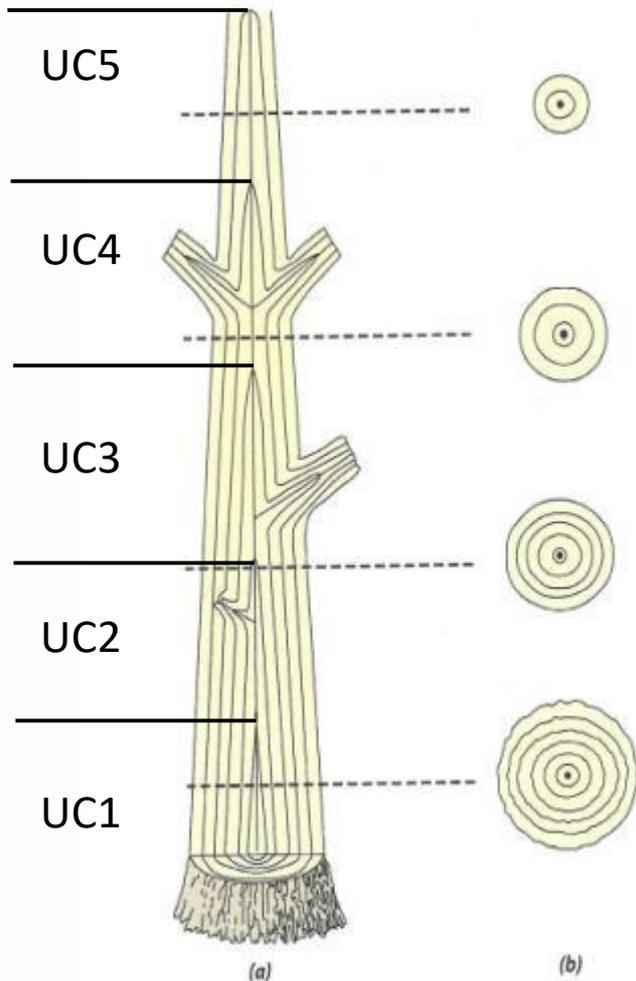
Des polymères carbonés sensibles à l'hygrométrie, source d'énergie et aliments pour les insectes et micro-organismes

# Les extractibles: un cocktail subtil de molécules

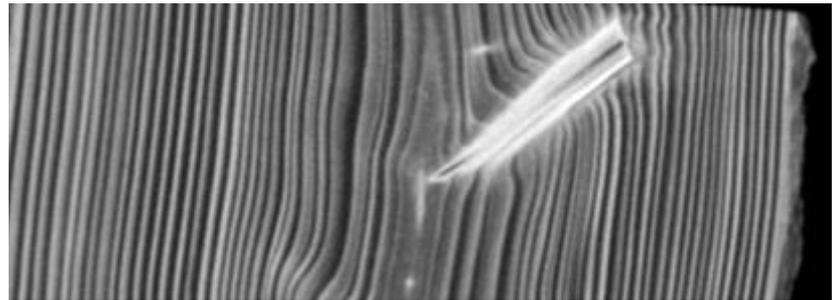


*Des cocktails spécifiques qui régulent les propriétés sensorielles des bois et les relations avec les insectes ou les micro-organismes*

# L'arbre, une structure fabriquée par impression 3D



Jonction de branche

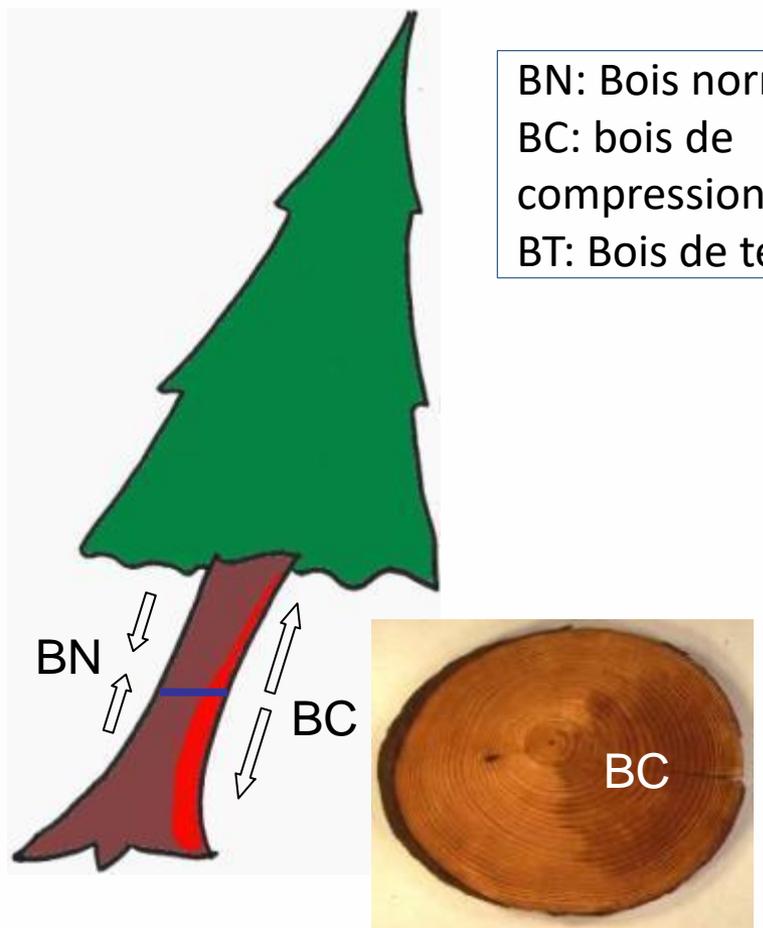


Branche incluse

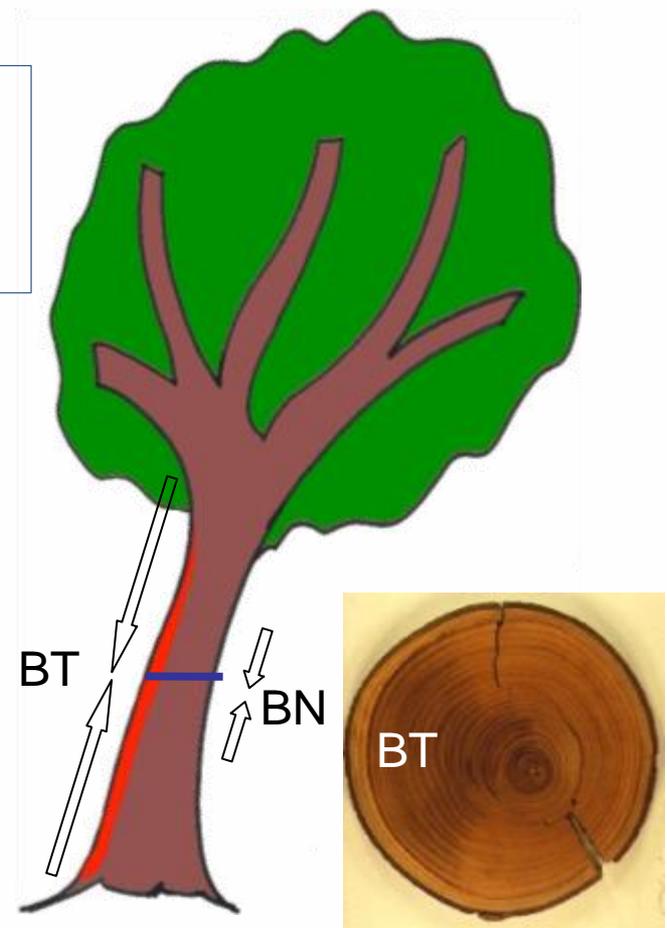
Ce n'est pas l'arbre qui fabrique le bois, c'est le bois qui construit l'arbre et crée les efforts nécessaires au maintien de sa posture  
*(le fil du bois en périphérie est toujours orienté pour résister aux efforts)*

# Régulation de la posture de l'arbre par les forces de maturation du bois

BN: Bois normal  
BC: bois de compression  
BT: Bois de tension

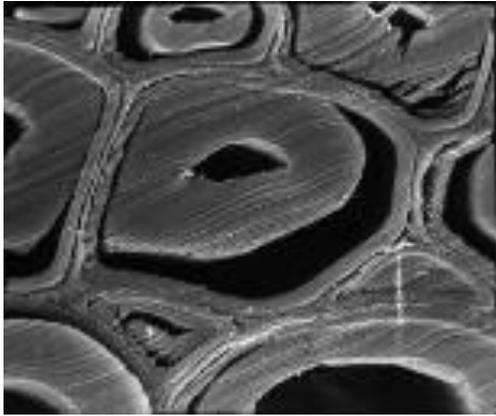


Le bois de compression des résineux crée des forces de compression



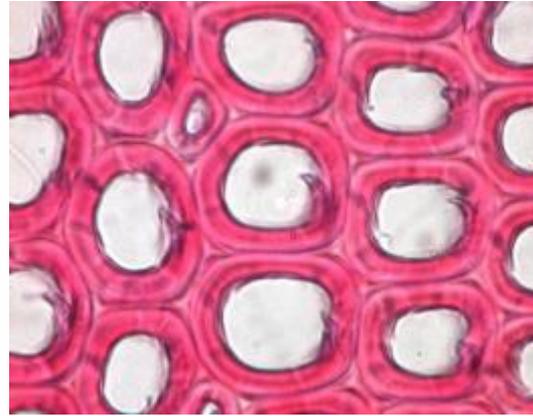
Le bois de tension des feuillus crée des forces de tension

# Bois de tension et bois de compression des moteurs vraiment efficaces



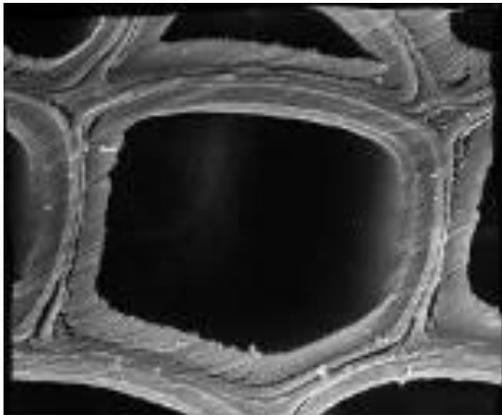
Traction de 5 tonnes par  $\text{cm}^2$  de bois

Bois de tension



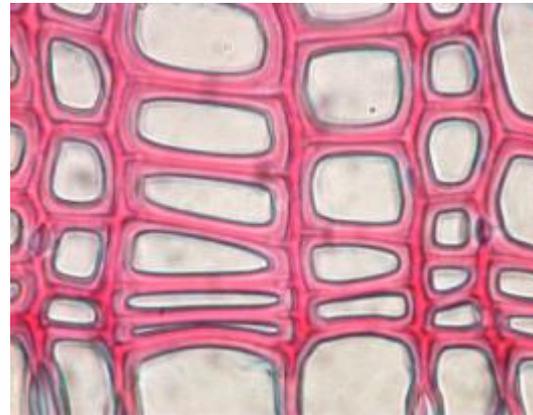
Compression de 1 tonne par  $\text{cm}^2$  de bois

Bois de compression



Traction de 1 tonne par  $\text{cm}^2$  de bois

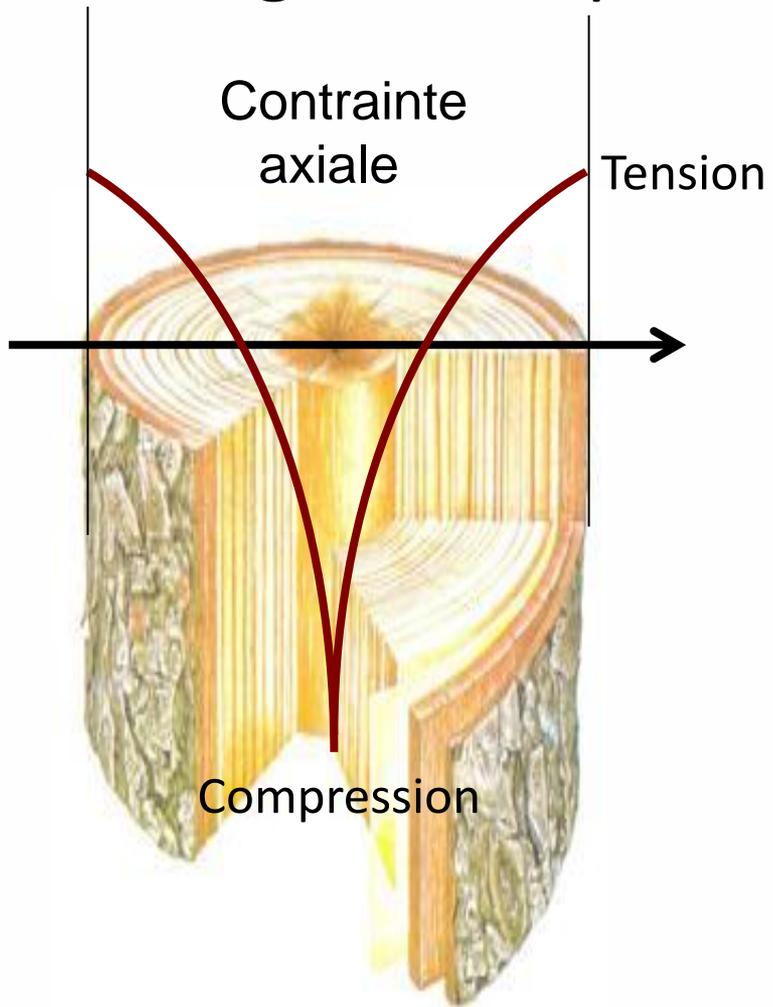
Bois normal



Traction de 1 tonne par  $\text{cm}^2$  de bois

Bois normal

# Les forces créées par le bois vivant stockent une énergie élastique considérable dans le tronc

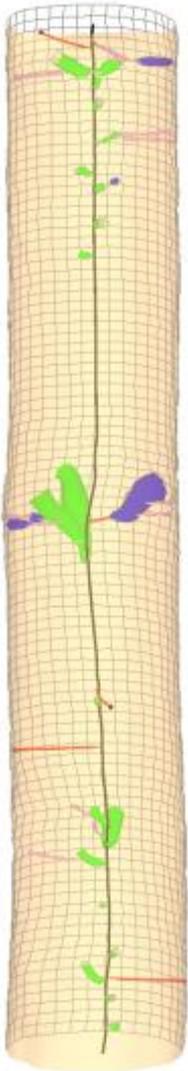


Eclatement à l'abattage d'une grume en raison des contraintes de croissance

*Il est possible d'optimiser le débit par une modélisation du relâchement des contraintes pendant l'opération*

*Plus les arbres sont élancés, plus ils sont contraints et plus le module du bois est élevé*

# Les caractéristiques géométriques de l'arbre



Longueur, diamètre  
rectitude du tronc  
et élancement

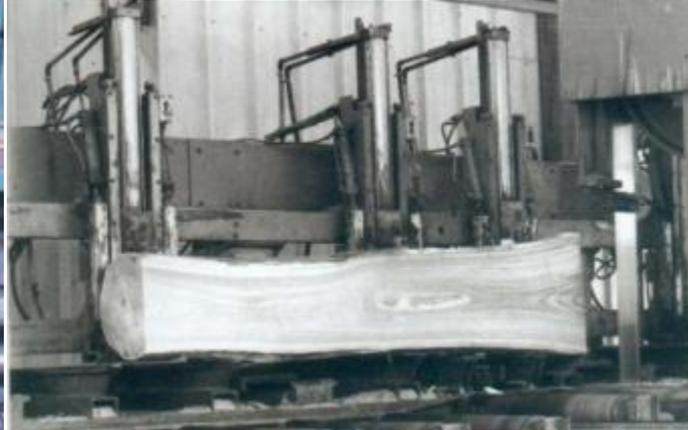
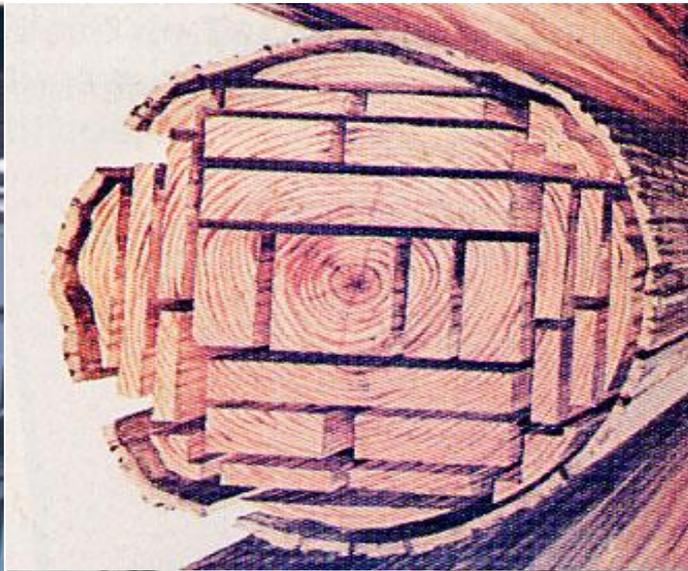
Présence de nœuds  
morts et vivants

Proportion de bois  
de cœur

Régularité des  
sections



# Pour obtenir le bois il faut déconstruire l'arbre

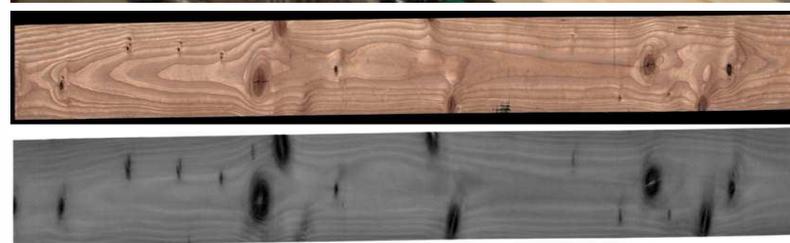
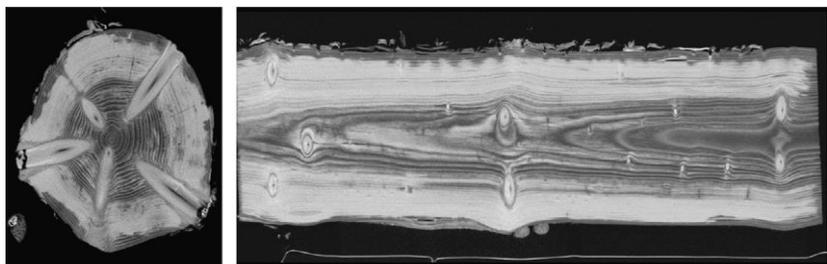
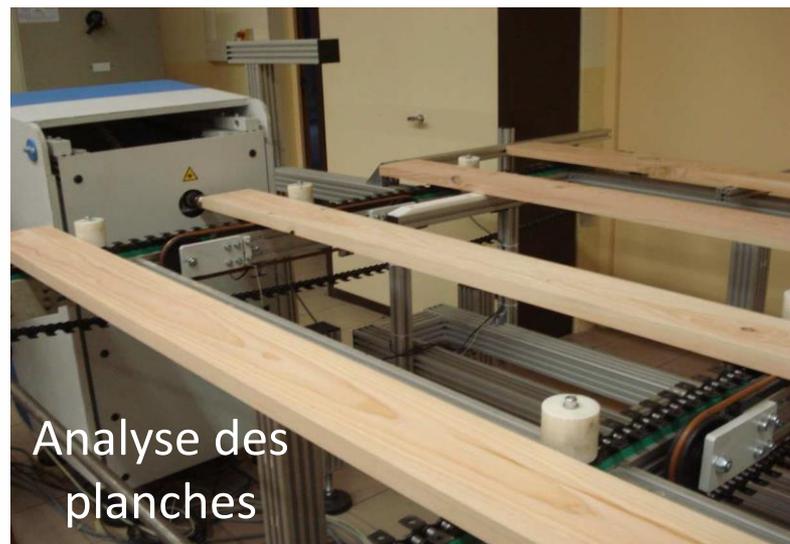


- Tronçonnage:**  
*grumes et billons*
- Sciage et fente:**  
*profilés bois*
- Déroulage/tranchage:**  
*feuilles de bois*
- Fragmentation:**  
*plaquettes*
- Défibrage:**  
*fibres*

**Déconstruction de la paroi:** *molécules*

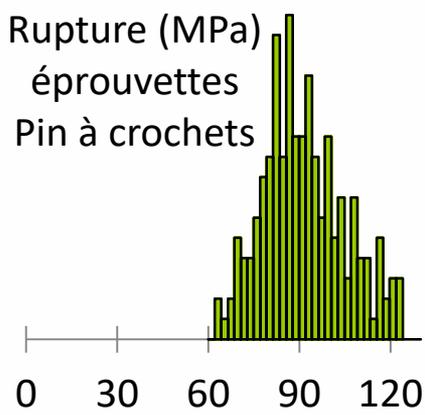
La première transformation donne des pièces de bois  
*Les bois ronds, fendus ou équarris gardent la bonne orientation du fil*

# Des outils pour aider les débits et classer les pièces

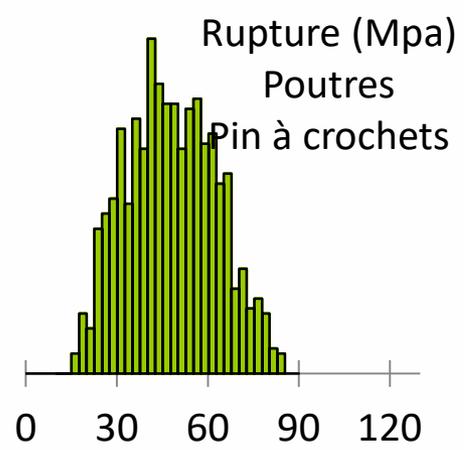


Spectromètre proche infra-rouge pour quantifier la richesse en tannins

# Bois matériau et bois en dimension d'emploi



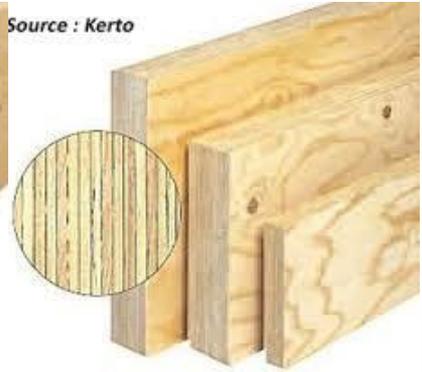
***On peut qualifier une pièce de bois sans défaut pour le génie mécanique***



***On peut qualifier un lot de pièces de bois en dimension d'emploi pour le génie civil***

# Les pièces en bois massif reconstitué matériaux de l'industrie

**Poutres:** obtenir des géométries particulières (longueur, courbe), ou homogénéiser la ressource de pièces en dimension d'emploi par collage parallèle de poutres (bois abouté) de planches (lamellé collé) ou de placages (LVL)



**Panneaux et coques:** obtenir des géométries 2D par collage perpendiculaire de planches (CLT) ou de placages (contreplaqué)



# Le choix des bois ronds ou équarris posés verts

Les bois ronds ou équarris conservent les propriétés du bois sans défaut  
La géométrie imparfaite des poutres nécessite une compétence de pose  
Le séchage en place dans la charpente relaxe les contraintes  
Une bonne résistance aux dégradations biologiques est utile  
Il faut sélectionner des arbres élancés à petits houppiers



Charpente Notre Dame de Paris



Tukushipan Wayana en Guyane

# Le choix des poutres sciées et séchées

Les bois sciés et séchés ont une géométrie bien définie

La résistance à la rupture est deux fois plus faible

La géométrie parfaite des poutres simplifie la pose

Le séchage des poutres doit être bien conduit (plus facile pour les résineux)

Une bonne résistance aux dégradations biologiques est moins utile

Le choix des arbres n'est pas contraignant



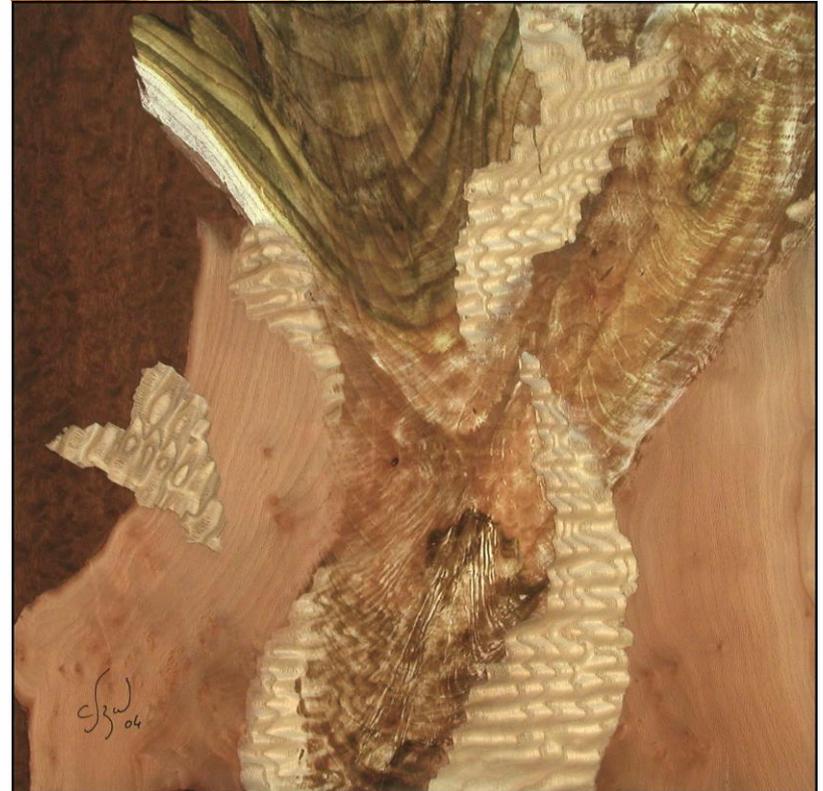
Charpente bibliothèque de Kourou

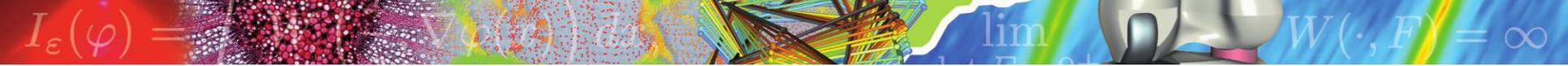


Le pont de Merle en Corrèze

# Aubier, duramen, faut-il s'en occuper?

- Mécanique: l'aubier a les mêmes propriétés que le duramen
- Résistance aux insectes et champignons: l'aubier résiste peu, le duramen peut être « éternel » (dépend de l'espèce et des conditions d'utilisation)
- Esthétique: l'aubier est clair et peu coloré (jaune), le duramen peut avoir de nombreuses teintes





# Conclusions

- Il faut définir les critères de qualité en fonction de l'usage
- L'adéquation à l'usage peut dépendre plus de la géométrie que des propriétés du bois
- Il y a des liens forts entre géométrie des arbres et propriétés des bois
- Le résultat de la croissance de l'arbre c'est un objet qu'il faut déconstruire
- La géométrie et les propriétés de pièces de bois extraites dépendent des débits de première transformation
- Le bois sans défaut (bois ronds, équarris ou fendus) conserve l'excellence mécanique du bois de l'arbre pour la conception mécanique
- Les bois massifs reconstitués sont des produits industriels adaptés au génie civil
- Les propriétés liées aux extractibles du duramen peuvent amener plus de valeur ajoutée que les propriétés mécaniques
- Tous les arbres de toutes les espèces peuvent servir à fabriquer des objets, c'est une question d'envie et de savoir-faire

Merci de votre attention

