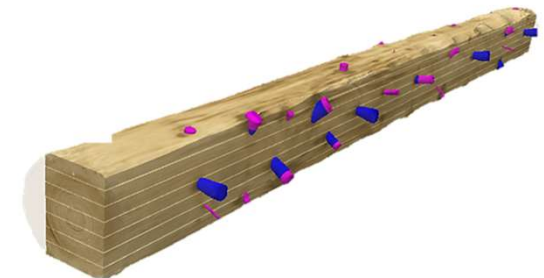
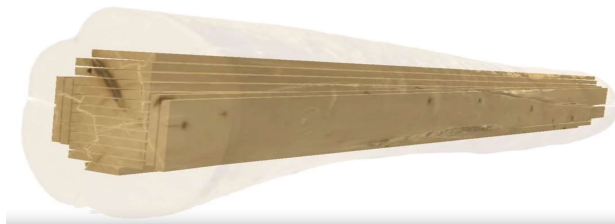
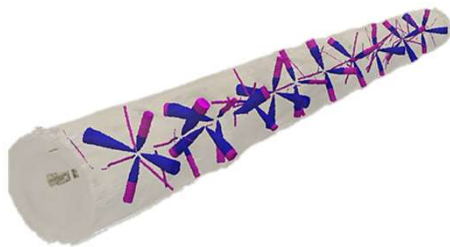


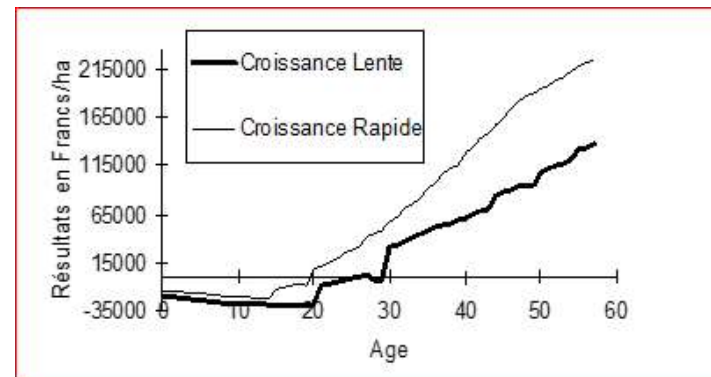
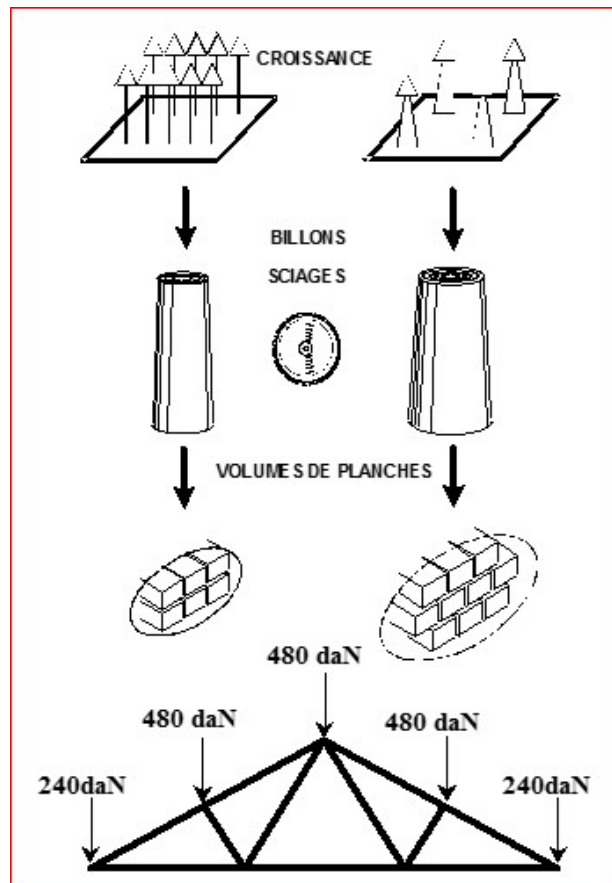
# XyloQual-Mesure à haut débit des indicateurs de qualité pour les résineux du Nord-Est

RAVOAJANAHARY Tojo<sup>1,3,4</sup>, DAQUITAINE Renaud<sup>1</sup>, URSELLA Enrico<sup>2</sup>, REMOND Romain<sup>3</sup>, LEBAN Jean-Michel<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Groupe SIAT, <sup>2</sup>MiCROTEC, <sup>3</sup>LERMAB Enstib-UL, <sup>4</sup>BEF-INRAE



# Du Plant à la planche, les ressources futures



*Pour dimensionner les charpentes réalisées avec du bois à cernes larges et faibles propriétés, on augmente la hauteur des sections des pièces de bois*

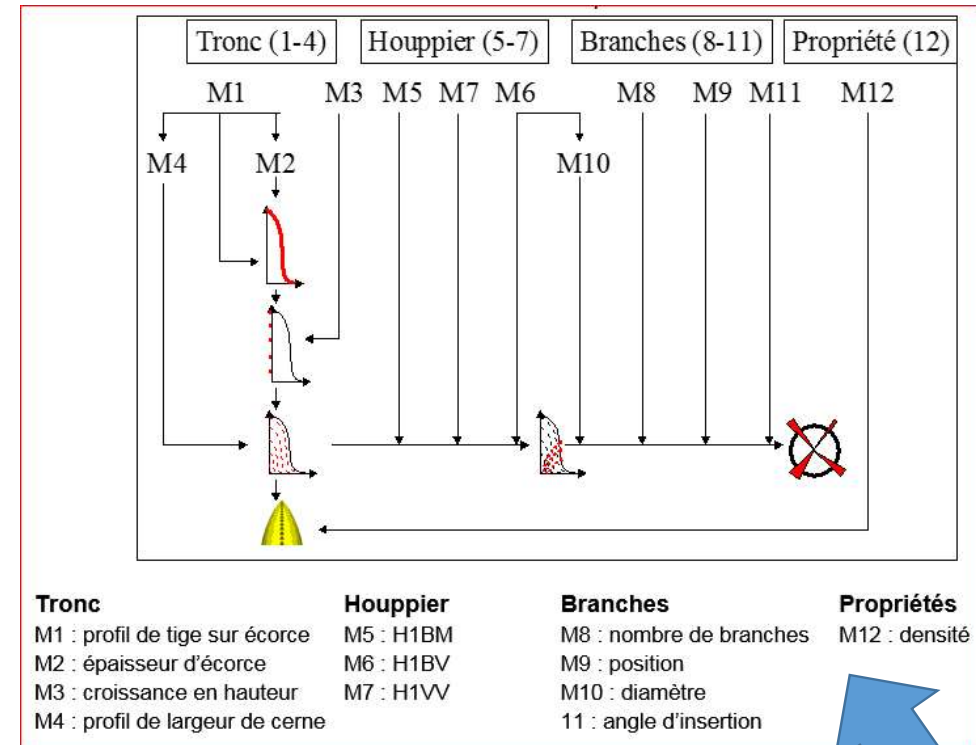
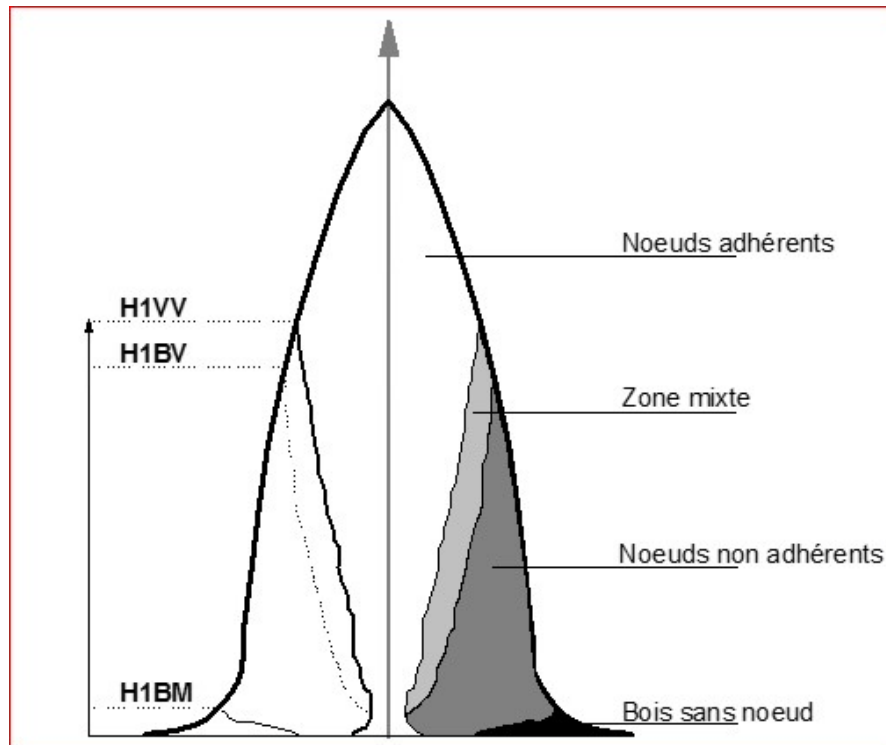
*Pas de demande pour l'utilisation de ces modèles, mais un intérêt renouvelé pour maximiser le carbone stocké dans la construction bois*

Utilisation en structures des résineux à faible densité :  
Conséquences technologiques de scénarios sylvicoles extrêmes

Jorge Daniel de Melo Moura

Houllier, F., Leban, J.-M., & Colin, F. (1995). Linking growth modelling to timber quality assessment for Norway spruce. *Forest Ecology and Management*, 74(1-3), 91-102.

# La qualité en bois à partir de mesures d'inventaire



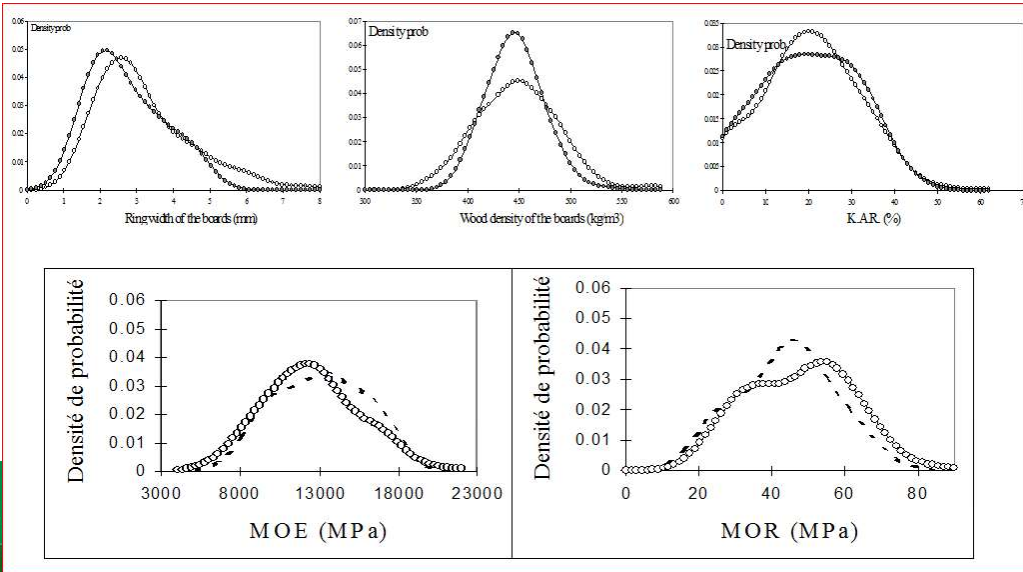
Projet Européen STUD-1996, calibration des modèles avec en général peu d'arbres, pas de demande pour l'utilisation des modèles, cf. logiciel Win-Epifn

Houllier, F., Leban, J.-M., & Colin, F. (1995). Linking growth modelling to timber quality assessment for Norway spruce. *Forest Ecology and Management*, 74(1-3), 91-102.





<b>Arbres</b>	<b>376</b>
<b>Billons</b>	<b>835</b>
<b>Rondelles</b>	<b>1544</b>
<b>Planches</b>	<b>3768</b>
<b>Barettes</b>	<b>475</b>
<b>Cubes</b>	<b>2468</b>
<b>Cernes</b>	<b>4309</b>



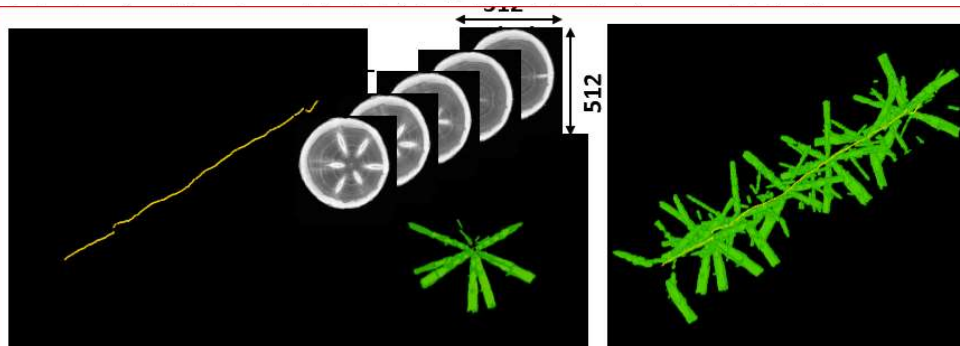
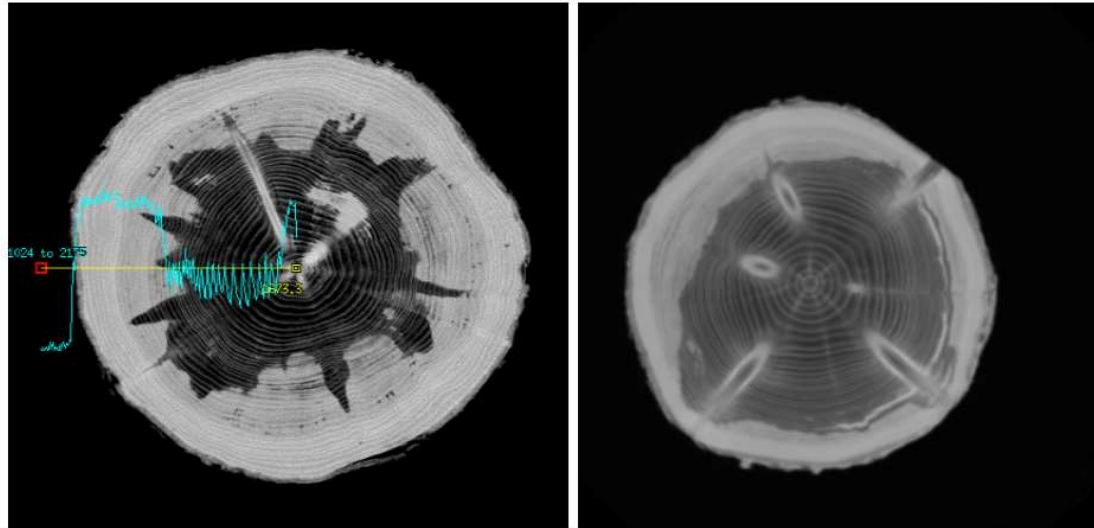
376 arbres,  
quatre années,  
quatre équipes  
de recherche  
deux industriels

*Projet Européen STUD-1996, calibration des modèles avec en général peu d'arbres, pas de demande pour l'utilisation des modèles, cf. logiciel Win-Epifn*

## Le scanner médical

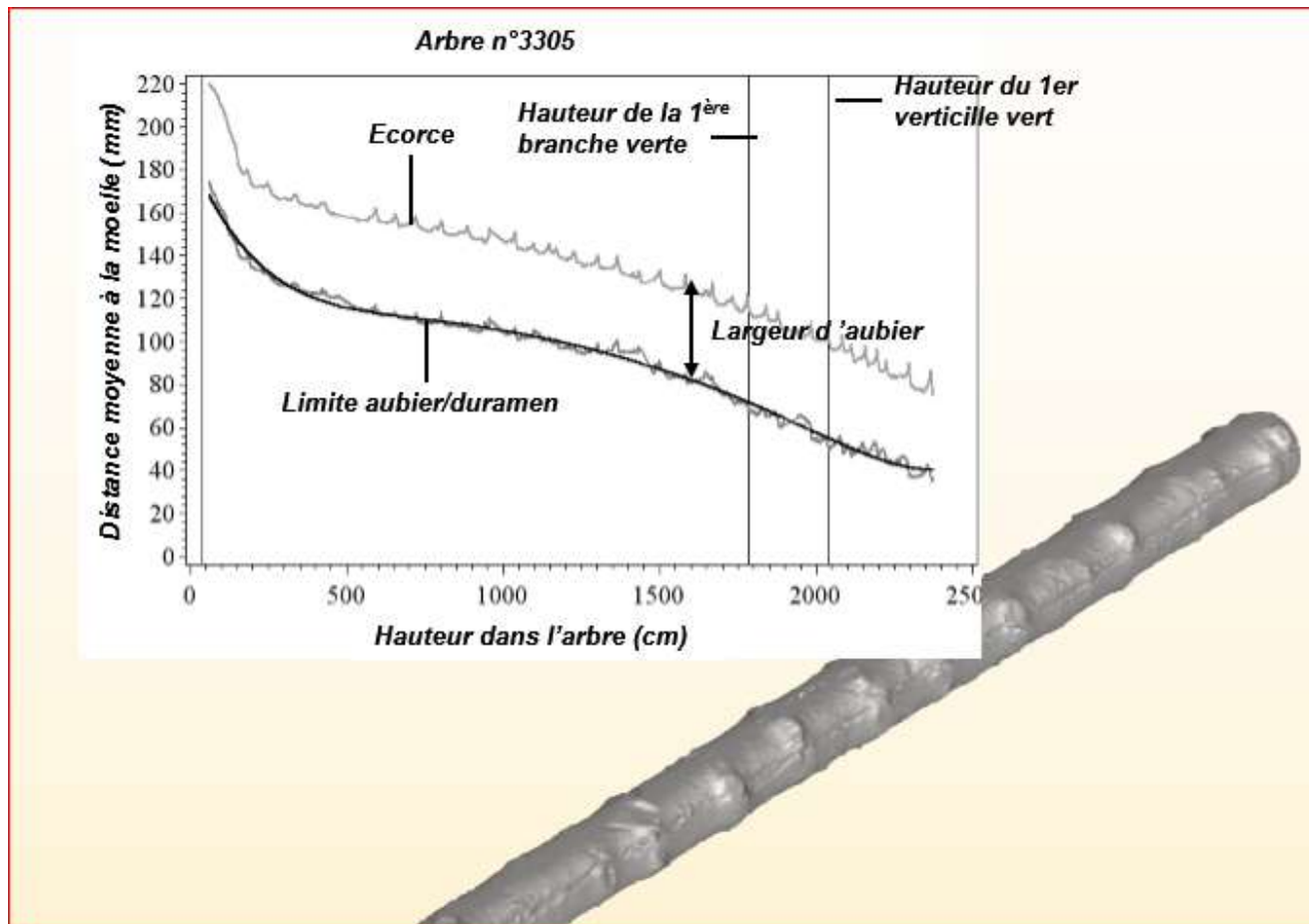


*Projet Européen STUD-1996, calibration des modèles avec en général peu d'arbres, pas de demande pour l'utilisation des modèles, cf. logiciel Win-Epifn*

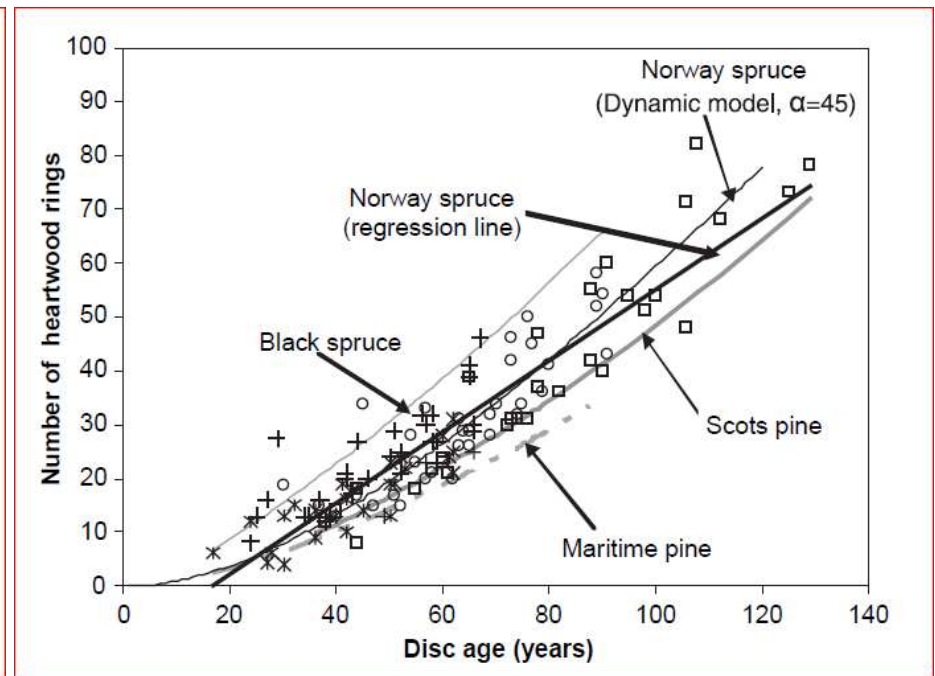
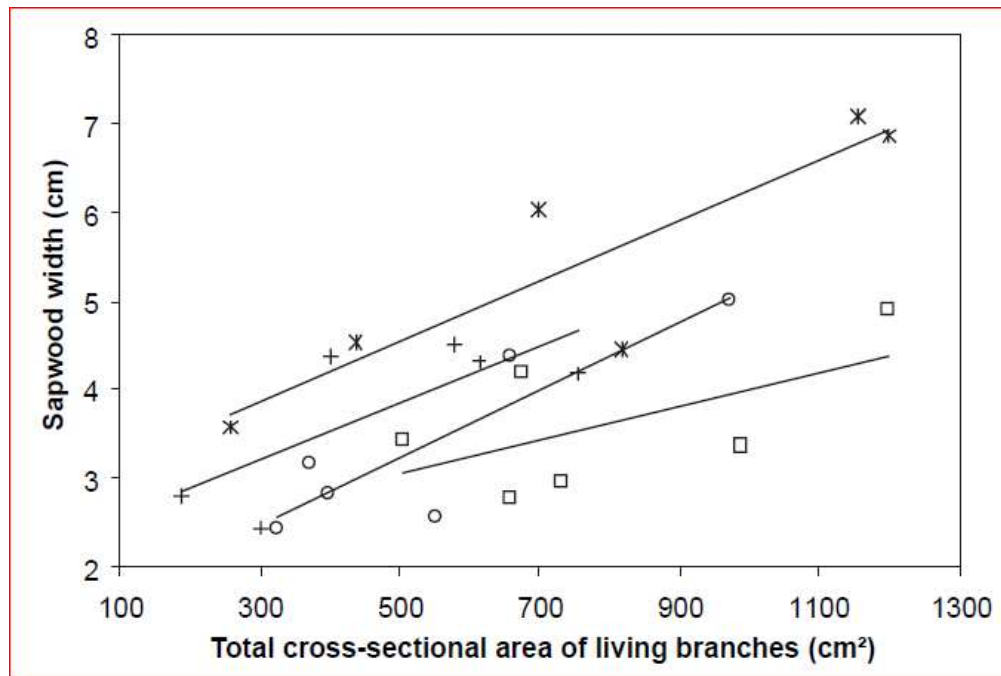


*Projet Européen STUD, Thèses Laurent Saint-André, Renaud Daquitaine, Fleur Lonquetaud*

# Les indicateurs de qualité pour calibrer un modèle de croissance à base de processus



# Les indicateurs de qualité pour calibrer un modèle de croissance à base de processus



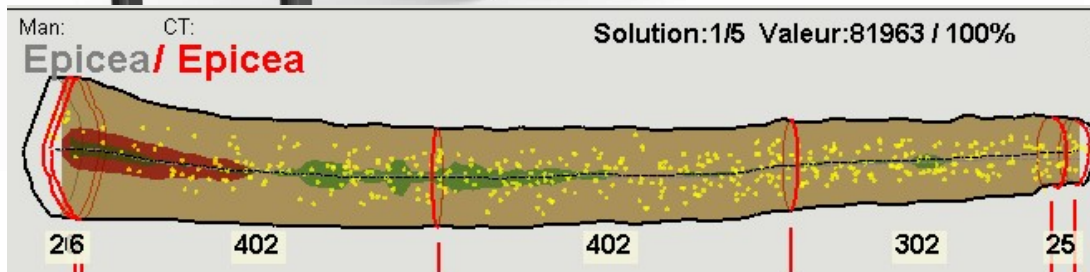
Longuetaud, F., Mothe, F., Leban, J.-M., & Mäkelä, A. (2006). sapwood width: Variations within and between trees. *Scandinavian Journal of Forest Research*, Vol. 21, pp. 41–53.



Les modèles croissance-QB, peu de demande en Europe, l'acquisition de données pour les calibrer est chronophage (y compris avec le scanner médical)

## Le scanner industriel

Extraction d'informations internes des billons à haut débit



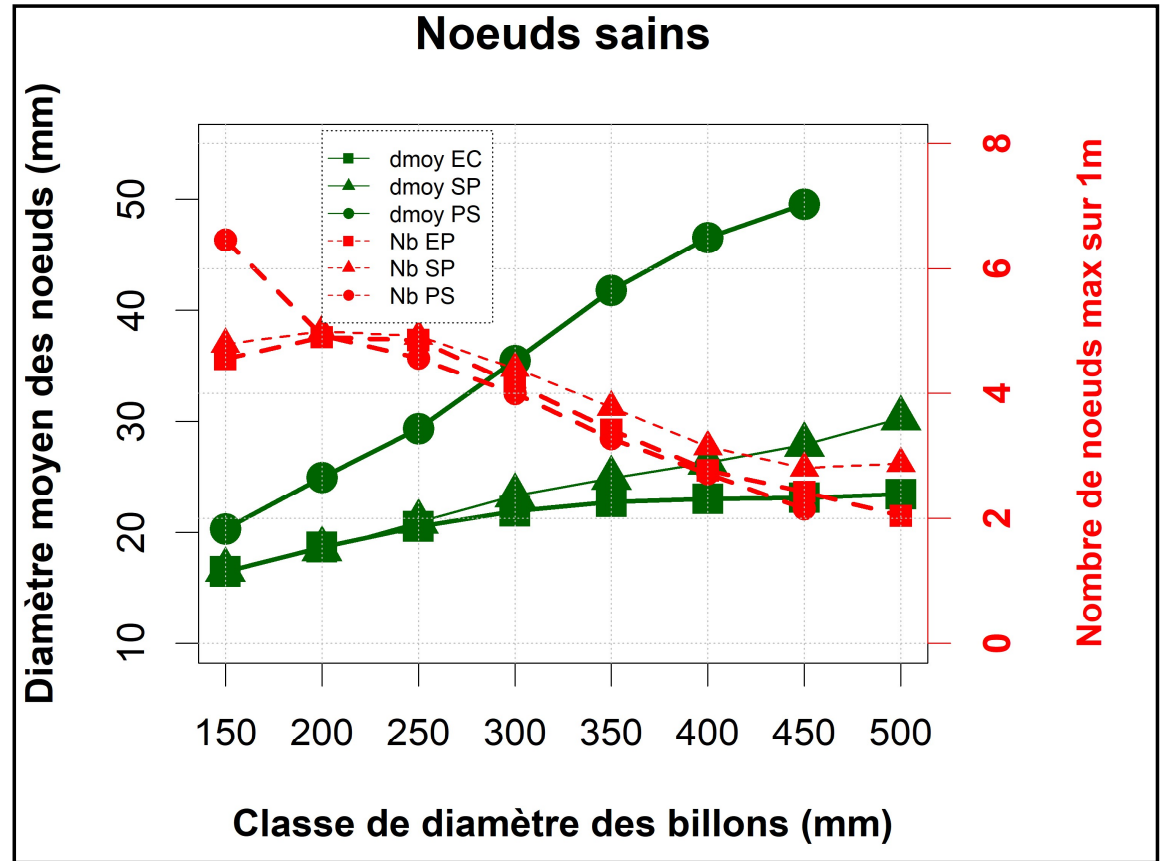
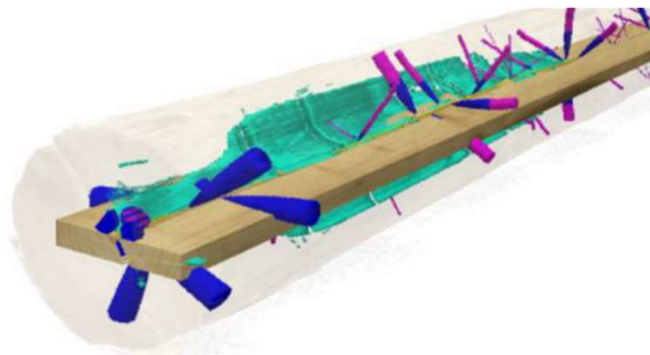
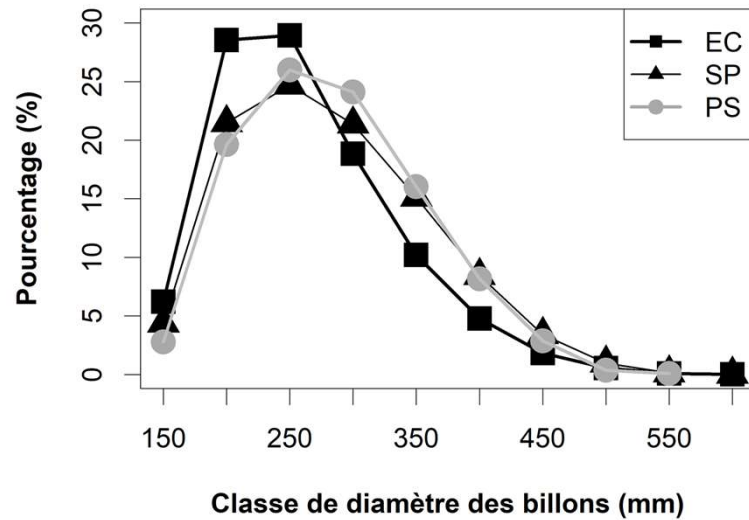
Une demande industrielle pour mieux intégrer les indicateurs de qualité dans l'optimisation des débits



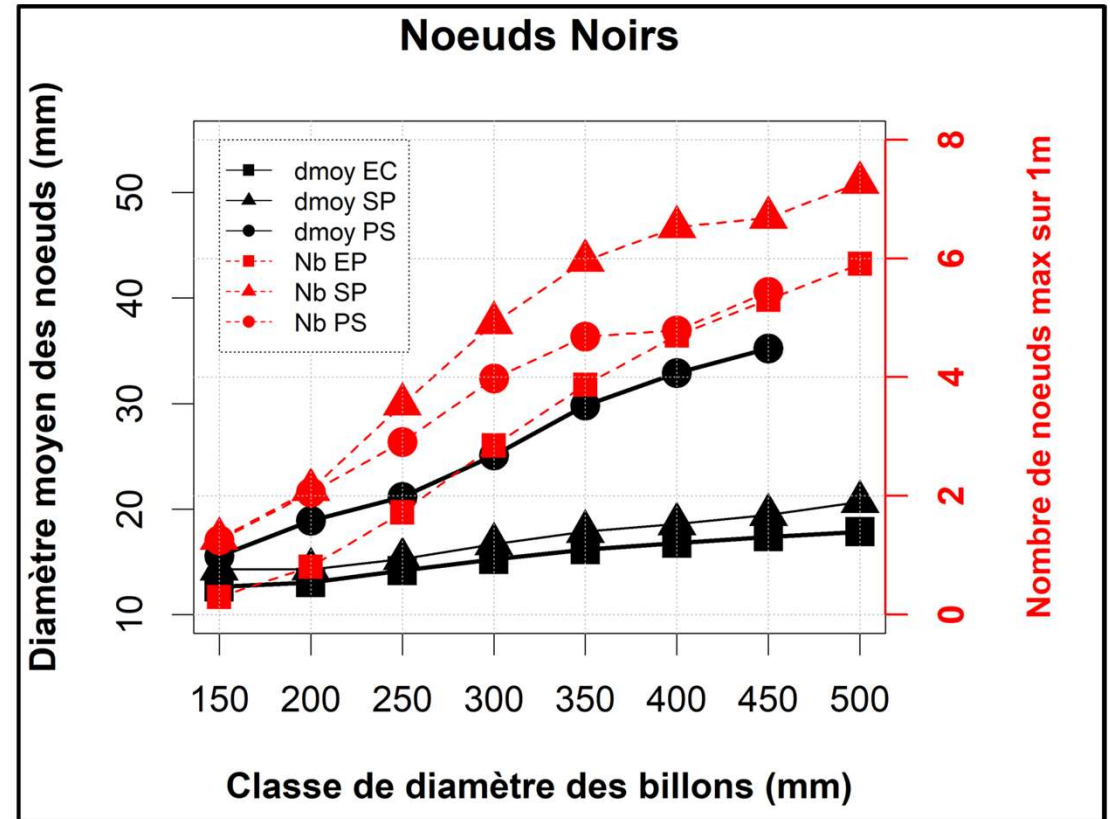
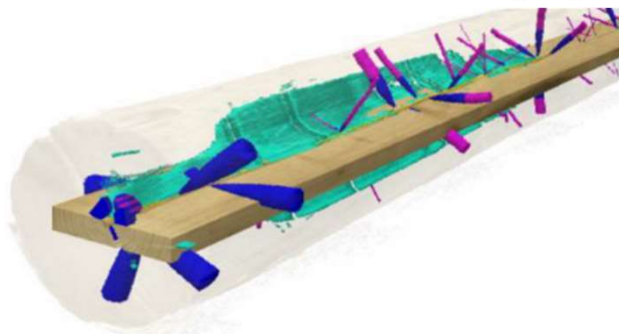
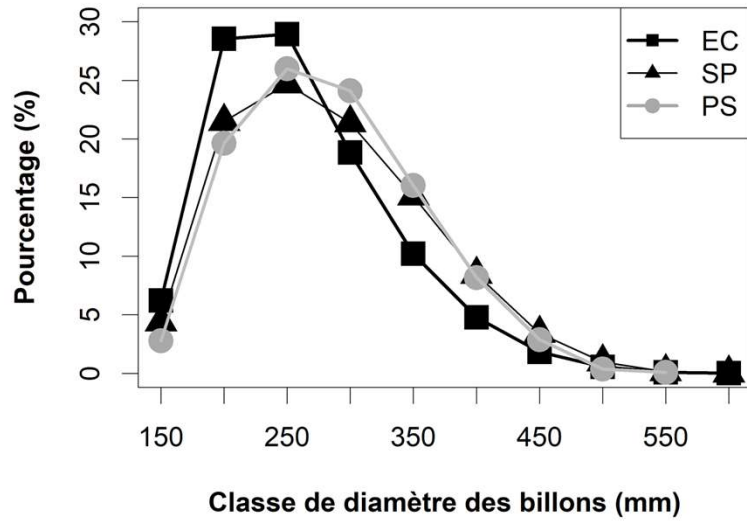
# Le scanner industriel

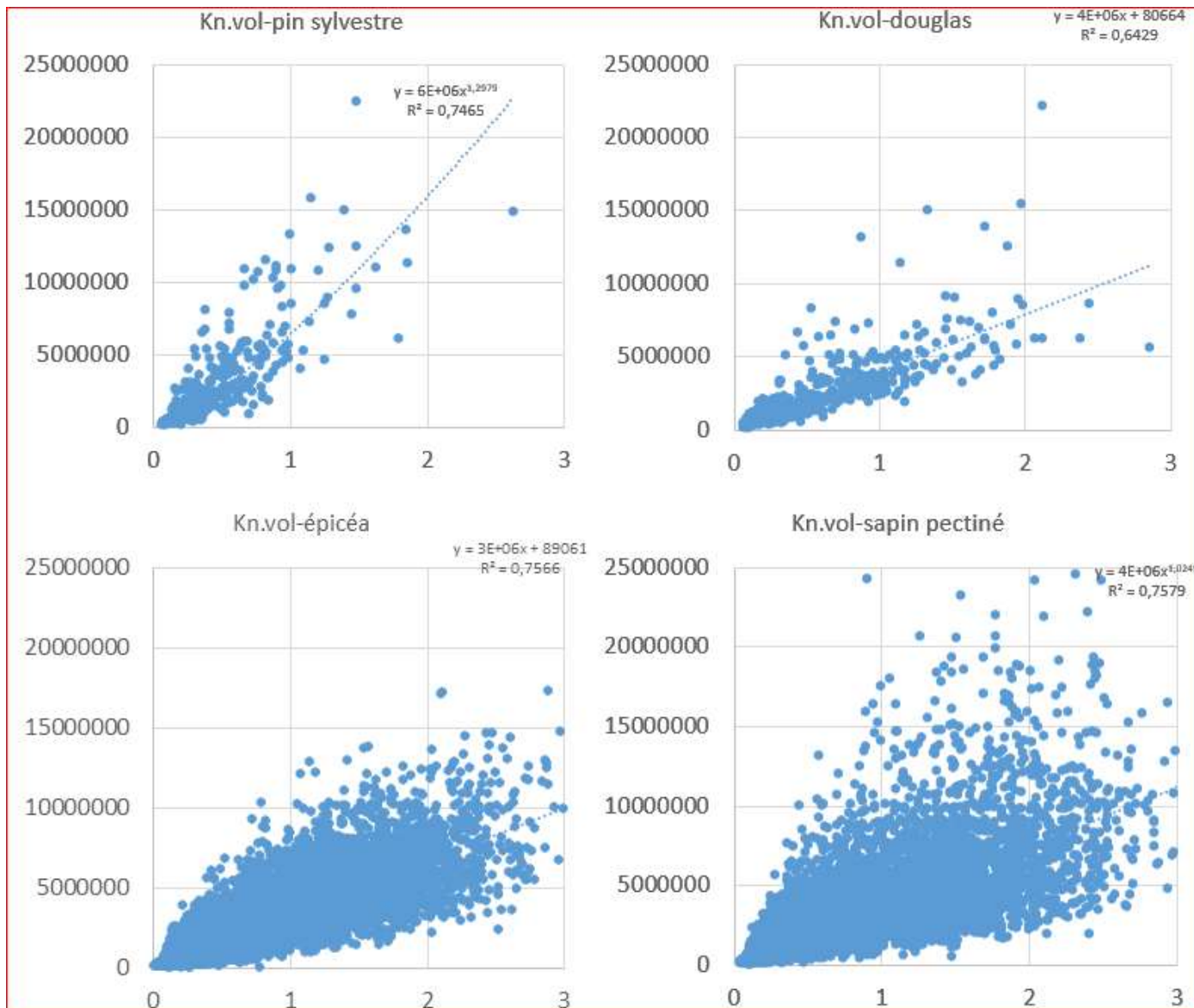
## Extraction d'informations internes des billons à haut débit

- Données → 151 300 billons, PS, S, E



- Données → 151 300 billons, PS, S, E



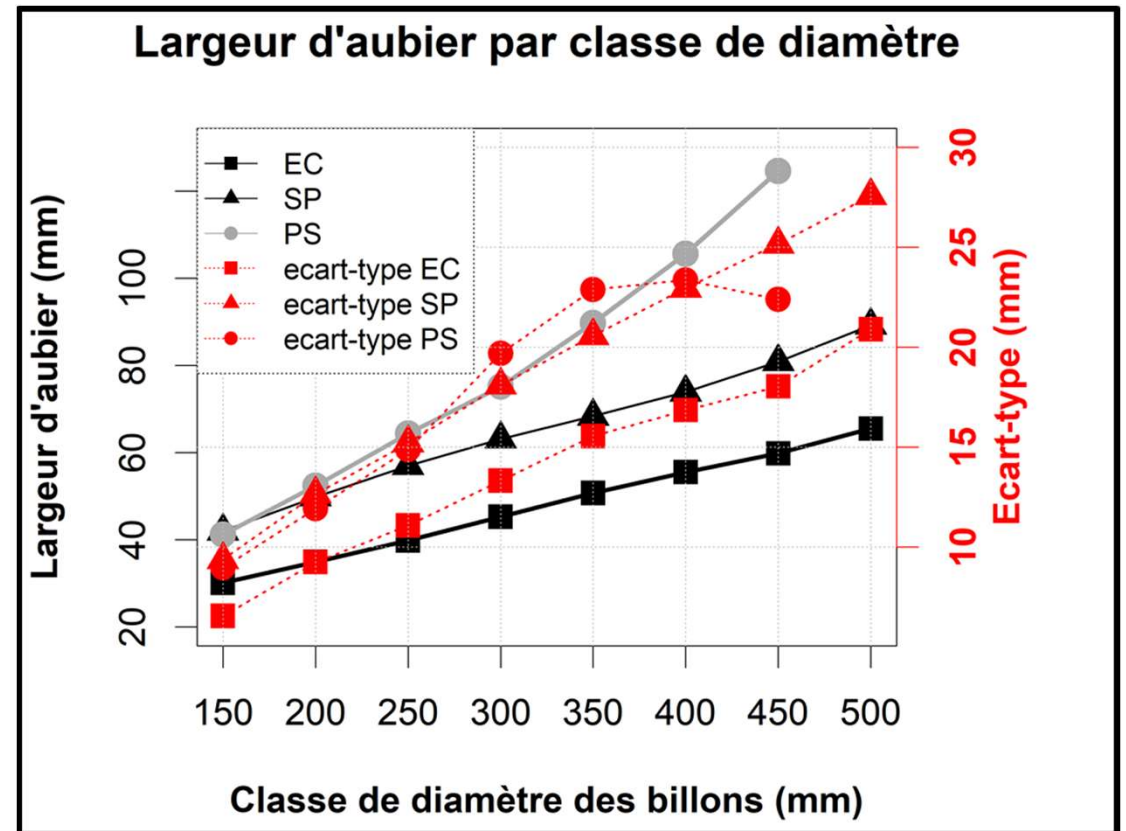
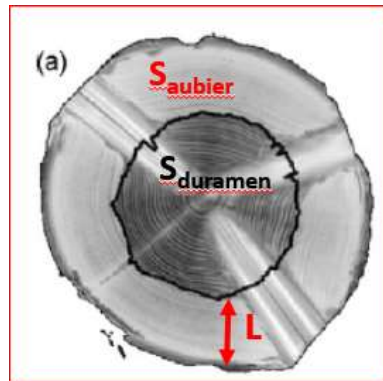
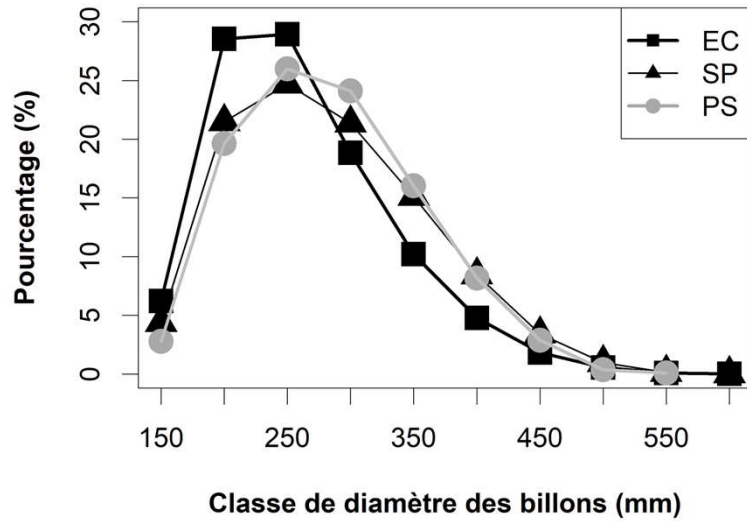


# Le scanner industriel

## Extraction d'informations internes des billons à haut débit

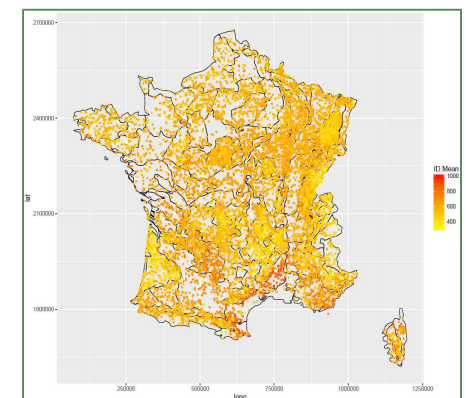
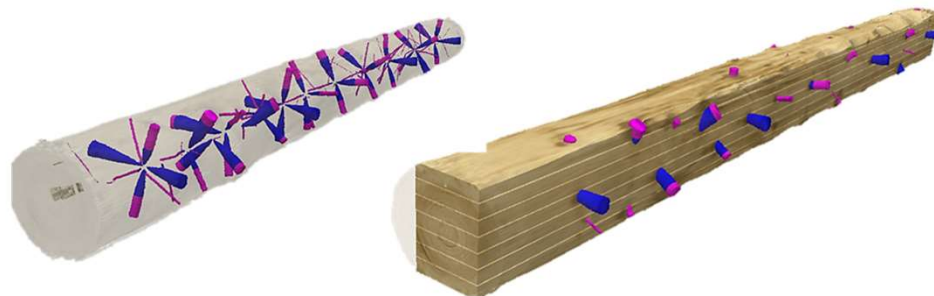
- Données → 151 300 billons, PS, S, E

- 1 mois de production, 1 thésard, bien encadré...



# Pour conclure

- Pour la thèse de Tojo chez SIAT
  - quantifier la fissuration internes des grumes et billons
  - valoriser la traçabilité, dendro des peuplements et valeur des produits
- Pour la communauté, quelles bases de données faut-il publier?
- Pour la modélisation croissance-QB? Vers l'IA
- Comment coupler avec l'imagerie LIDAR/satellite
- Et finalement, est-il encore nécessaire de travailler sur des modèles de croissance?



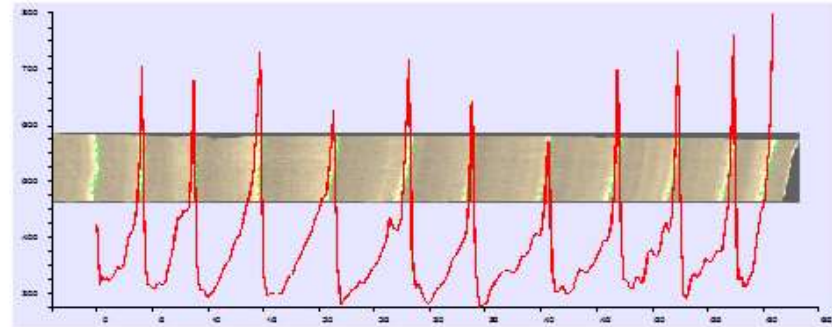
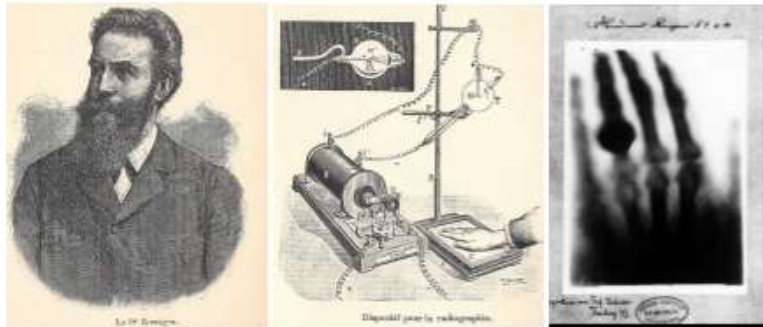
## Quelques références biaisées

- Houllier, F., Leban, J.-M., & Colin, F. (1995). Linking growth modelling to timber quality assessment for Norway spruce. *Forest Ecology and Management*, 74(1–3), 91–102. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)03510-4](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)03510-4)
- Houllier, F., & Leban, J. M. (1991). Theoretical model of tree growth in even-aged single species populations TT - Modele theorique de croissance des arbres en peuplement equienne et monospécifique. *Document - Station de Recherches Sur La Qualite Des Bois, INRA*, 13 pp.-13 pp.
- Leban, J. M., Daquitaine, R., Houllier, F., & Saint-Andre, L. (1997). Linking models for tree growth and wood quality in Norway spruce *Picea abies* . Part I: Validation of predictions for sawn boards properties, ring width, wood density and knottiness. *IUFRO WP 55.01-04. Proceedings, Second Workshop: Connection between Silviculture and Wood Quality through Modelling Approaches and Simulation Software, Berg-En-Dal, Kruger National Park, South Africa, August 26-31, 1996.*, 220–228.
- Leban, J. M., Daquitaine, R., & Saint Andre, L. (1996). WinEpifn - un logiciel d'évaluation de la qualite de la ressource en bois applique au douglas. *Foret-Entreprise*, 11–15.
- Leban, J. M., & Duchanois, G. (1990). MODELING WOOD QUALITY - NEW SOFTWARE - SIMQUA. *Annales Des Sciences Forestieres*, 47, 483–493. <https://doi.org/10.1051/forest:19900506>
- Longuetaud, F., Leban, J.-M., Mothe, F., Kerrien, E., & Berger, M.-O. (2004). Automatic detection of pith on CT images of spruce logs. *Computers and Electronics in Agriculture*, 44(2), 107–119. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2004.03.005>
- Longuetaud, F., Saint-Andre, L., & Leban, J. M. (2005). Automatic detection of annual growth units on *Picea abies* logs using optical and X-ray techniques. *Journal of Nondestructive Evaluation*, 24, 29–43. <https://doi.org/10.1007/s10921-005-6658-8>
- Longuetaud, F., Mothe, F., Leban, J.-M., & Mäkelä, A. (2006). sapwood width: Variations within and between trees. *Scandinavian Journal of Forest Research*, Vol. 21, pp. 41–53. <https://doi.org/10.1080/02827580500518632>
- Longuetaud, F., Mothe, F., & Leban, J.-M. (2007). Automatic detection of the heartwood/sapwood boundary within Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) logs by means of CT images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 58(2), 100–111. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2007.03.010>
- Longuetaud, F., Mothe, F., Keratret, B., Kraehenbuehl, A., Hory, L., Leban, J. M., & Debled-Rennesson, I. (2012). Automatic knot detection and measurements from X-ray CT images of wood: A review and validation of an improved algorithm on softwood samples. *Computers and Electronics in Agriculture*, 85, 77–89. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.03.013>



# Les indicateurs de qualité des bois

## Des images RX pour qualifier et classer les bois



- Rayons X, 1896, radiographie médicale
- La microdensitométrie, RX bois, 1963, Polge
- La tomographie RX médicale, 1972, Hounsfield
- L'utilisation du scanner tomographique RX pour le bois, 1978, Schmidt, T.
  - Fourth Non-Destructive, Testing of Wood Symposium, Vancouver, Washington
- Tomographie RX bois en Suède, Lindgren, 1988
- Thèse Fleur Longuetaud, 2005
- Scanner medical à Champenois, 2007
- Scanner Tomographique RX en scierie, 2011
- La microdensitométrie RX à haut débit, XyloDensMap, 2018

