

La valorisation des feuillus de qualité secondaire en Bourgogne

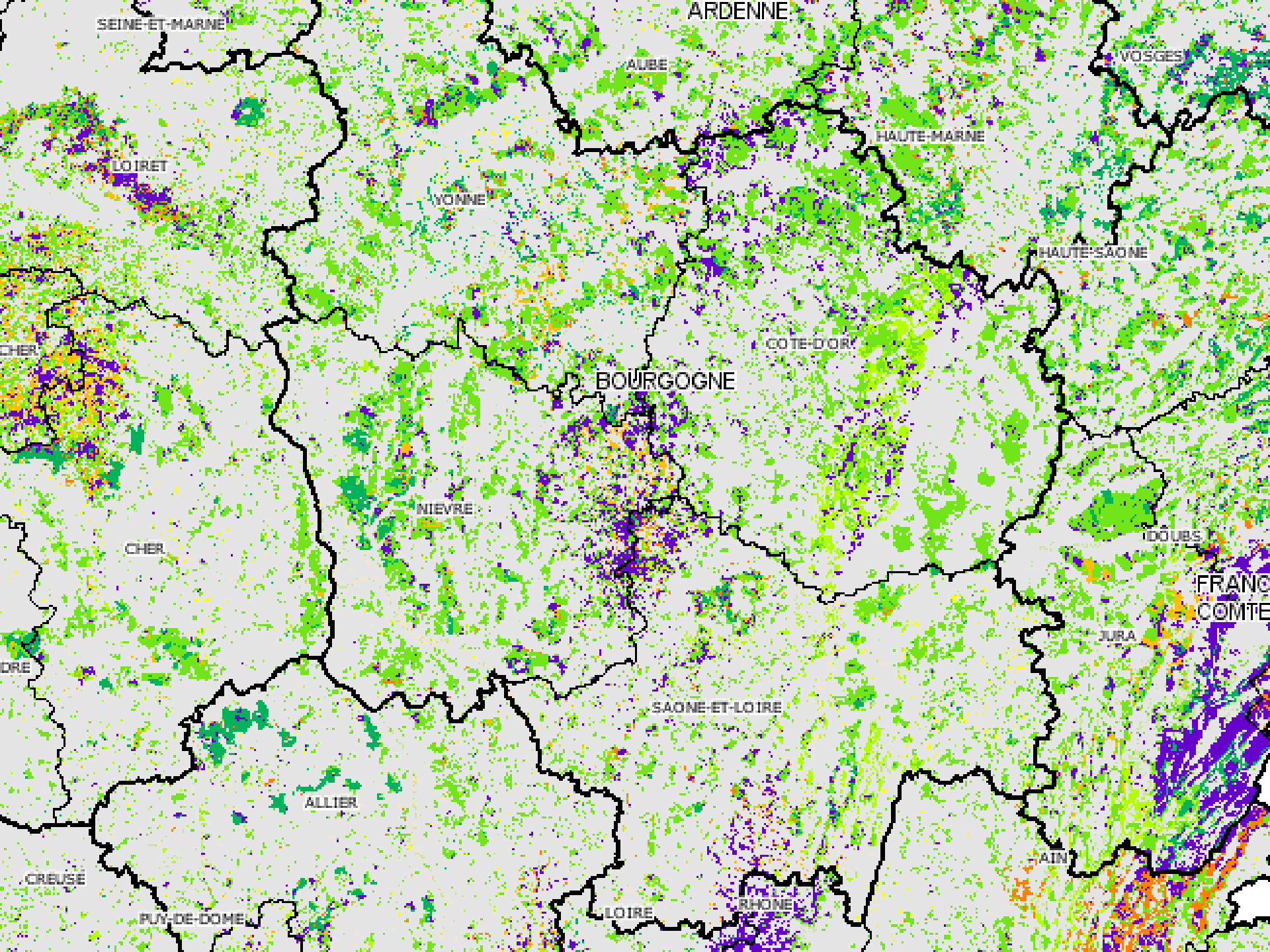
Jean Croisel

Conseil régional de Bourgogne

Plan

- La forêt et la politique de valorisation des feuillus de qualité secondaire en Bourgogne
- Le classement machine des bois de qualité secondaire
- La caractérisation de la ressource en forêt

I. La forêt et la politique de valorisation des feuillus secondaires en Bourgogne



La forêt en Bourgogne

- 1 million d'hectares dont 840000 ha de feuillus
- 188 Mm³ de bois sur pied dont 80 Mm³ de chênes
- production biologique :
 - 4,47 Mm³ feuillus dont 1,6 Mm³ chênes
 - 1,75 Mm³ résineux

La récolte feuillue

- 450 000 m³ BO feuillus (310 000 m³ chênes)
- 1 million de m³ bois énergie (autoconsommé)
- 320 000 m³ Bois d'Industrie

En baisse constante depuis le début des années 2000

Aspects qualitatifs

- Chênes :
 - 12 Mm³ arbres de qualité (15%)
 - 54 Mm³ qualité secondaire (65%)
 - 16 Mm³ sans qualité (20 %)
- Hêtre:
 - 2 Mm³ arbres de qualité (13%)
 - 10 Mm³ qualité secondaire (66%)
 - 3 Mm³ sans qualité (20 %)

Aspects politiques

- La valorisation des feuillus de qualité secondaire est une préoccupation constante des trente dernières années
- Intérêt macroéconomique
- Intérêt microéconomique et pour la sylviculture

Développements antérieurs

- Le bois industrie et les traverses (années 1980)
- Le bois d'œuvre – frise, parquet (années 1990)
- Le bois énergie dans ses nouvelles formes (années 2010)

Un nouveau débouché : la construction bois



Un nouveau débouché : la construction bois

- La construction bois a le vent en poupe car elle présente de nombreux atouts (esthétiques, technologiques, environnementaux, etc.)
- Ce débouché nécessite des qualités plus technologiques qu'esthétiques
- Encore faut-il caractériser finement les feuillus de qualité secondaire

Etude APECF (2009)

- Etude en vue de la valorisation des chênes de qualité secondaire dans de nouveaux usages constructifs
- 40 billons sciés en 214 planches.
- 77 % des planches D30 et 15 % des planches rejetées.

Aspects industriels

- Le marquage CE des pièces de bois est obligatoire
- La méthode visuelle est inadaptée
- D'autant plus que les bois sont hétérogènes
- Il faut développer le classement machine des pièces de bois

II. Le classement machine

Généralités

- La norme EN 338 qui définit les classes de résistance demande de connaître 3 propriétés :
 - la masse volumique
 - le module d'élasticité
 - la contrainte à la rupture en flexion
- La norme précise des relations pour définir (de manière empirique) les autres propriétés.

Les classes de résistance

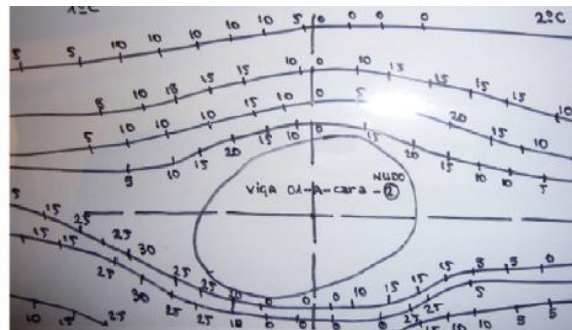
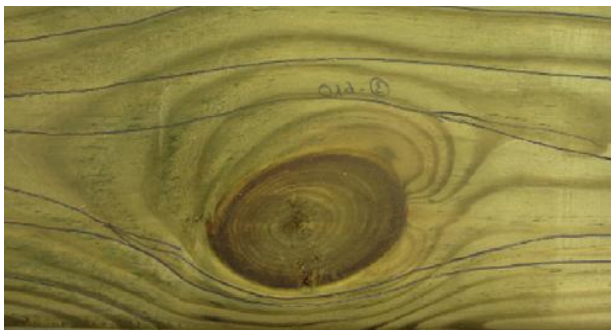
	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Flexion (N/mm ²)	18	24	30	35	40	50	60	70
Module moyen d'élasticité axiale (kN/mm ²)	9,5	10	11	12	13	14	17	20
Masse volumique (kg/m ³)	475	485	530	540	550	620	700	900

La contrainte à la rupture

- Ne peut être connu que par un essai destructif
- Le principe de base du classement machine est l'existence d'une relation entre des propriétés mesurables de manière non destructives et la résistance
- Certaines singularités ont une importance reconnue ou supposées à ce niveau

Singularités influent le comportement mécanique d'un sciage

- Les nœuds
- Les cernes d'accroissement
- La pente de fil
- Le bois juvénile
- Le bois de réaction



Les moyens d'expérimentation du LaBoMap

- E-scan
- Combi-scan
- Banc de flexion
- Enceinte climatisée

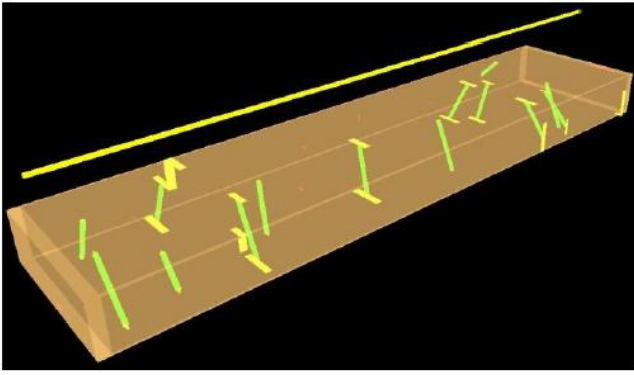
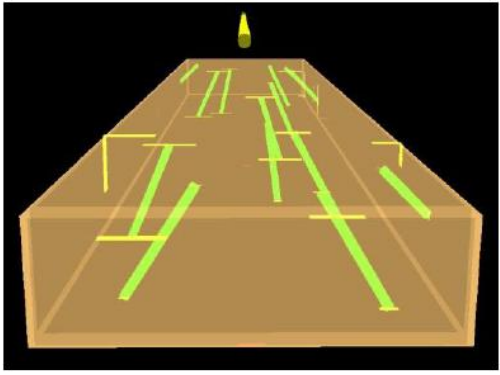
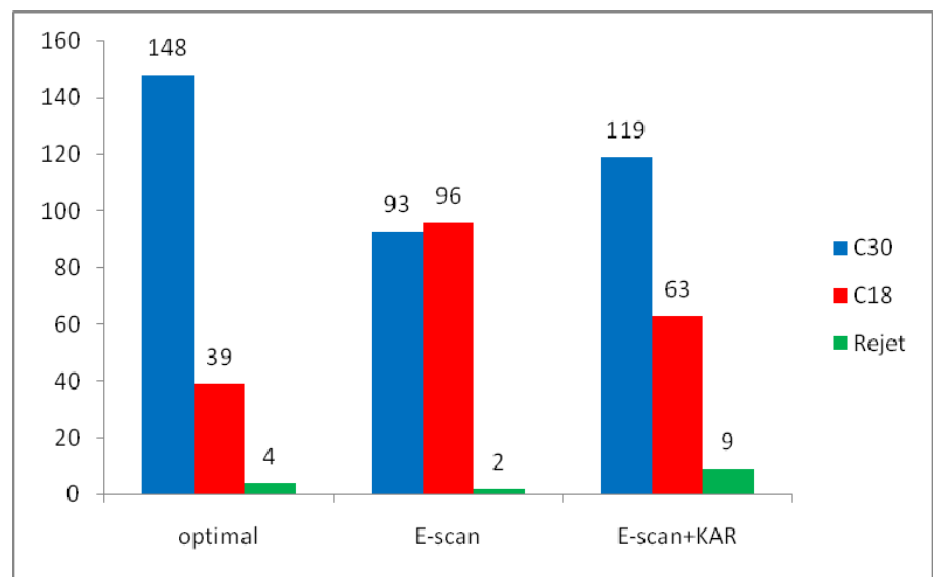
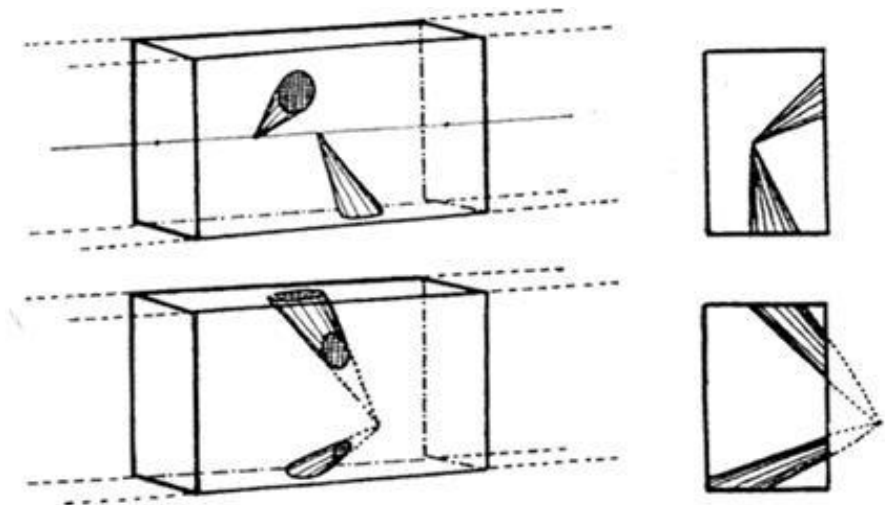


La modélisation

- Pour approcher la résistance, on utilise des modèles statistiques de régression linéaire
- Quelques travaux récents :
 - Calcul automatique du KAR
 - Modèle du Profilé Equivalent
 - Modélisation de la pente de fil

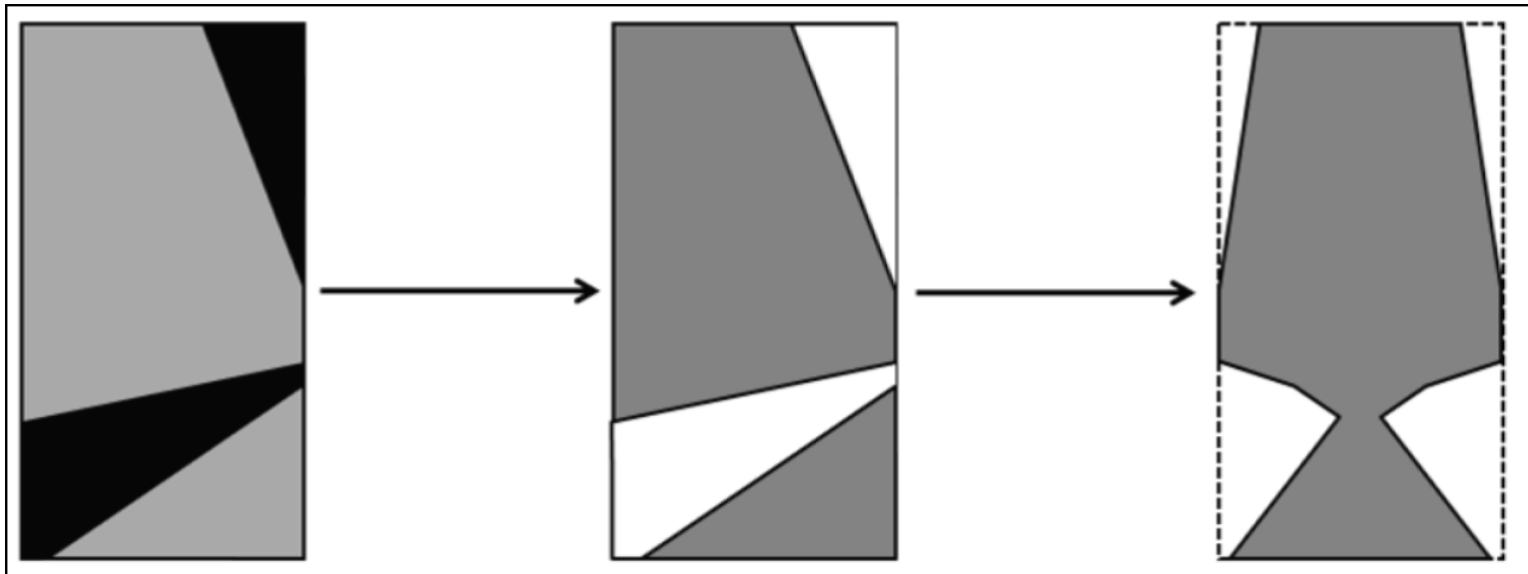
Le calcul automatique du KAR

- Knot Area Ratio – thèse Roblot 2010
- Travail préalable pour une meilleure détection des nœuds
- Algorithme de mise en correspondance des nœuds
- Puis calcul du KAR (Knot Area Ratio)
- L'ajout de ce calcul à une mesure du module d'élasticité permet d'améliorer la prédiction de la résistance



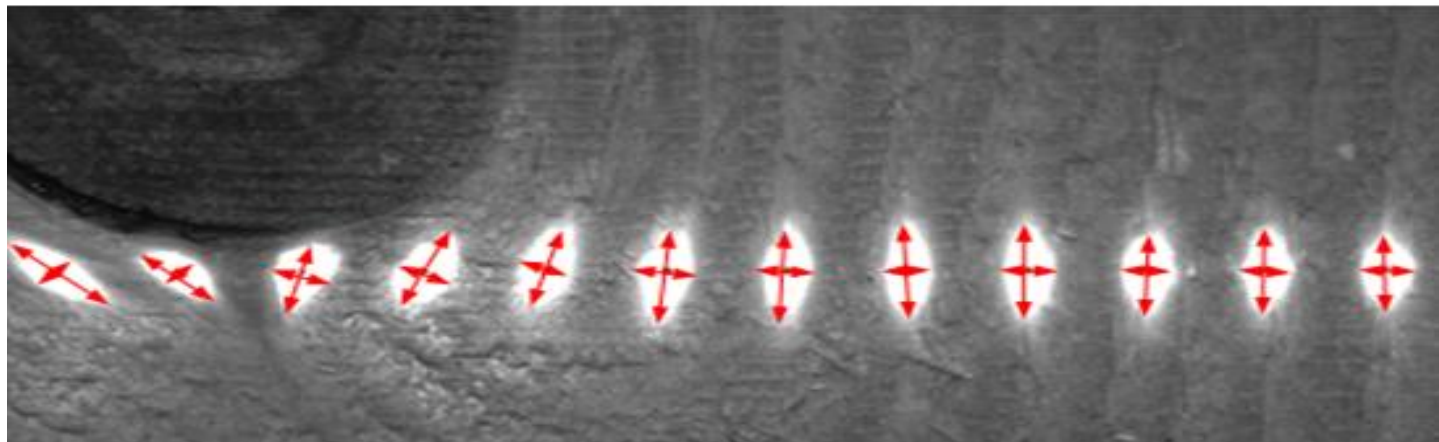
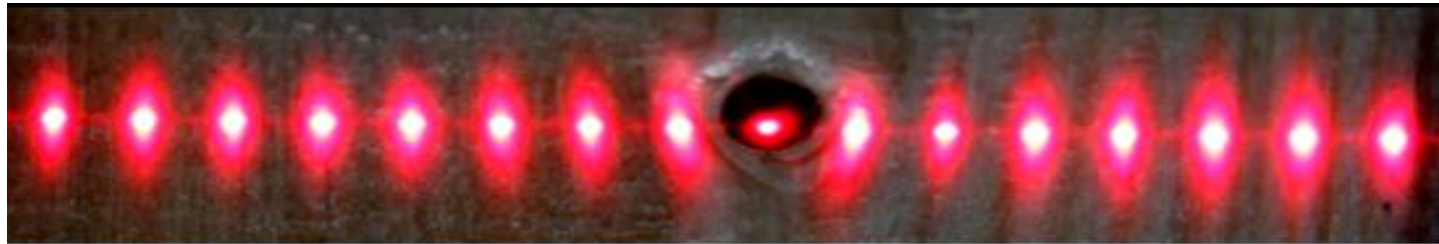
Le modèle du profilé équivalent

- Mesure de la densité locale par rayon X
- KDR : Knot Depth Ratio, fraction de l'épaisseur du sciage occupé par un nœud
- Prédiction du MOE et du MOR à partir d'une poutre fictive. Thèse Jehl (2012)



Modélisation de la pente de fil

- Possibilité de connaître l'orientation des fibres avec des images laser : l'effet trachéide



Modélisation de la pente de fil

- Avec la prise en compte de la pente de fil, on améliore les performances du profilé équivalent
- Encore environ 30 % de la variabilité des propriétés mécaniques ne peuvent être expliqués par le modèle mis en place

Recherches en cours

- Thèse LE2I pour développer les techniques de détection du bois juvénile et du bois de réaction
- Thèse LERMAB/LaBoMaP pour développer des modèles de prédiction de la résistance du bois en intégrant des données sylvicoles

III. La caractérisation de la ressource en forêt

Quelques résultats de la campagne de caractérisation du chêne

- La structure « futaie régulière » apparaît plus favorable aux propriétés mécaniques du bois par rapport à la structure « taillis-sous-futaie » de l'ordre de 10 %
- L'écart moyen sur la contrainte à la rupture est de l'ordre de +/- 5 % en faveur du Chêne sessile dans les futaies régulières
- La chênaie acidiphile et la chênaie-charmaie sont plus favorables que la chênaie hydromorphe

Classe mécanique en fonction du diamètre et de la position des billons

	[25-40]	[40-50]	[50-60]	[60-70]	70 et +
H1 (0-3,3m)	D 30	D 24	D 24	D 24	D 18
H2 (3,3-6,6m)	D 24	D 20	D 18	D 16	D 14
H3 (6,6-9,9m)	D 20	D 18	D 14	Hors classe	Hors classe
H4 (9,9-13,2m)	D 18	D 16	Hors classe	Hors classe	Hors classe

Mesure de la qualité IFN

- Q1, Q2, Q3, R : en dixièmes du volume de l'arbre
- LFSD : longueur de fût sans défauts
- A partir des BM
- Billons d'au moins 2 m

Protocole IFN Bourgogne



- Pour les gros bois de chênes
- Q2supérieur : pas de gélivure
- Q2courant : pas plus de 2 gélivures dont une au moins dépasse le niveau de 1,5 m au dessus du sol
- Diamètre fin bout 30 cm plutôt que 20 cm
- Pour la Q1 billons de 3m minimum (au lieu de 2m minimum)

Proposition protocole complet

- Q1, Q2supérieur, Q2courant, Q3structure, Q3courant, R : en dixièmes du volume de l'arbre
- Q3structure : dans les bois moyens uniquement, avec comme diamètre fin bout minimum une découpe marchande de 30 cm (20 cm ?) et un billon d'au moins 1m (2 m ?)
- Q3courant : le reste à savoir les PB, une fraction des BM (découpe 20-7cm) et des GB (tout ou partie de la tige non classées en Q1 ou Q2)

Conclusions

Conclusions

- Une ressource dont il faut mieux tenir compte dans la gestion forestière
- Même si l'objectif doit rester la production des qualités les plus rémunératrices,
- Cette ressource peut aider à améliorer les peuplements (jeunes futaies, taillis simples) ou sortir d'impasses sylvicoles (peuplements inadaptés)



A large, light-colored wooden structure, possibly a cabinet or enclosure, is the central focus of the image. It is situated in a factory or workshop environment. The structure is supported by a white metal frame. In the background, there are various industrial elements: a green metal structure, a white container, and stacks of wood. The floor is concrete. The text "Merci de votre attention" is overlaid in white on the wooden surface.

Merci de votre
attention