

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 151 (2000)

**Heft:** 7

**Artikel:** Nouvelles techniques d'évaluation et de traitement du hêtre pour des applications durables en construction

**Autor:** Sandoz, Jean-Luc

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1098366>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Nouvelles techniques d'évaluation et de traitement du hêtre pour des applications durables en construction<sup>1</sup>

JEAN-LUC SANDOZ, ARNAUD PAVILLET et LIONEL DEMAY

Keywords: Wood coloration; ultrasound grading; retification treatment; timber construction; durability. FDK 176.1 : 833 : 85

## 1. Introduction

La construction en bois et plus généralement l'utilisation du bois dans l'industrie du bâtiment sont les débouchés les plus demandeurs en volume de bois. Actuellement, les essences résineuses sont celles qui offrent le meilleur compromis entre les qualités mécaniques, le prix et la durabilité pour de tels usages.

Pourtant, la composition des forêts suisses présente une grande diversité entre feuillus et résineux. Et en ce qui concerne les feuillus, le hêtre est l'essence la plus abondante avec 17% du volume sur pied en moyenne nationale (BRASSEL et BRÄNDLI, 1999). Dans de nombreux massifs du Jura et du Plateau suisse, il constitue plus d'un tiers des peuplements. Le bois de hêtre représente donc une manne forestière importante dont la valorisation pose cependant quelques problèmes.

En effet, le hêtre se caractérise par une faible durabilité dans les applications en milieu extérieur, ce qui rend souvent indispensable un traitement préventif chimique. Il est notamment très sujet aux attaques d'insectes ou fongiques et ne peut être utilisé sans un traitement d'imprégnation comme la créosote pour les traverses de chemin de fer par exemple. D'autre part, le hêtre est très souvent sujet à une singularité appelée «cœur rouge» qui altère ses qualités esthétiques et le pénalise – à tort – dans ses utilisations en ameublement, secteur où cette essence trouve son principal débouché.

## 2. Le tri par ultrasons

Les nouvelles techniques d'évaluation non destructives fournissent une alternative intéressante aux inconvénients cités plus haut. Le Sylvatest est un appareil de mesure du bois utilisant les ultrasons. La technique consiste à faire passer une onde de basse fréquence à travers le bois par l'intermédiaire de deux sondes, l'une émettrice l'autre réceptrice. C'est l'étude de la vitesse de propagation de l'onde qui est utilisée pour détecter des singularités ou évaluer les qualités mécaniques du matériau.

Le Sylvatest Duo est un nouvel appareil destiné à remplacer le Sylvatest. Son fonctionnement théorique et son utilisation en sont proches, mais il est d'une conception plus moderne et intègre la mesure d'une nouvelle variable. En plus de la vitesse, il mesure l'amplitude du pic maximum d'énergie du signal reçu dans la fréquence émise (Figure 1). Cette dernière a été adaptée de façon à améliorer les performances de l'appareil. Ainsi, l'acuité des mesures est plus élevée et les distances maximales mesurables peuvent être plus grandes. La seconde variable – le pic maximum – vient en complément de la vitesse de l'onde ultrasonique pour apporter une information sur la qualité du signal et affiner les modèles multivariés d'estimation de la qualité ou de la dégradation.

### 2.1 Mesure radiale Sylvatest

Tout d'abord, la mesure dans le sens radial fournit une indication relative sur la présence ou non de pourriture ou de toute

autre singularité. Comme le montre la figure 2, on effectue deux mesures diamétrales perpendiculaires afin de détecter les singularités excentrées. Une série d'études réalisées par IBOIS (SANDOZ et SOUVAY, 1996) a permis de mettre en évidence les vitesses de référence mesurées avec le Sylvatest sur bois sain, en fonction du diamètre de l'arbre et de l'essence. En comparant les vitesses mesurées à la vitesse de référence, on obtient une indication relative de la présence de pourriture sous la forme d'un pourcentage (Figure 2).

$$P = \frac{V_{réf} - V_{mes}}{V_{réf}} \times 100$$

P: pourcentage de dégradation estimé

$V_{réf}$ : vitesse de propagation de référence bois sain

$V_{mes}$ : vitesse de propagation mesurée

La récente thèse de VON BÜREN (1997) dont le sujet est le cœur rouge du hêtre a d'ailleurs fait apparaître une bonne corrélation entre les vitesses mesurées et les singularités (Figure 3). Cependant, du fait de la grande subjectivité de l'estimation visuelle de la singularité et des différents stades de dégradation auxquels on peut être confronté, il convient d'être prudent et de considérer les résultats obtenus comme une indication de la présence de singularités et non pas comme une estimation exacte.

### 2.2 Tri en mesure longitudinale

On utilise également les deux appareils à ultrasons pour réaliser un classement des performances mécaniques estimées des bois. Cette mesure s'effectue dans le sens longitudinal (sens des fibres). Plus la vitesse de propagation est élevée, meilleure est la qualité estimée du bois.

Les essais d'étalonnage de ces classements ont établi le lien linéaire qui existe entre le module de Young et la vitesse avec une excellente corrélation (Figure 4). Le module de rupture MoR est lui aussi corrélé à la vitesse, mais l'inhomogénéité due aux nœuds réduit cette corrélation (SANDOZ, 1990).

Grâce à ces outils, il est possible de réaliser un pré-tri des grumes de hêtre et de sélectionner les bois de haute performance qui pourront être utilisés dans les applications les plus exigeantes. Par exemple les poutres de lamellé-collé de hêtre rétifé.

## 3. La réтификаction du bois

Depuis une dizaine d'années, une nouvelle technique de traitement du bois très prometteuse est à l'étude. Il s'agit du pro-

<sup>1</sup> Selon l'exposé présenté le 1<sup>er</sup> février 1999 à l'EPFL, à l'occasion du colloque du lundi de l'EPFZ organisé par l'Antenne romande du WSL. Ce colloque avait pour thème «Valorisation de la ressource ligneuse en Suisse: à la recherche d'une valeur ajoutée pour les feuillus».

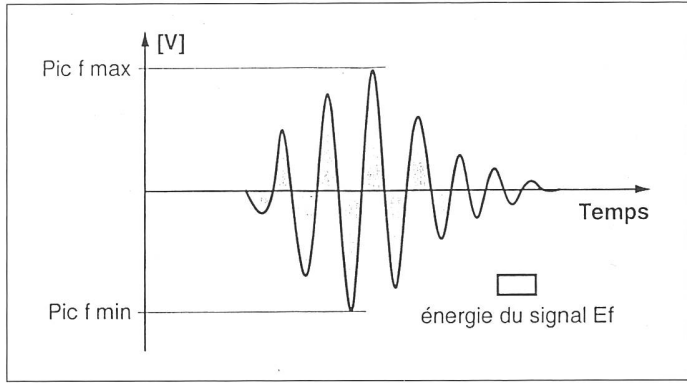


Figure 1: Signal reçu par le Sylvatest Duo et amplitude du pic maximum d'énergie.

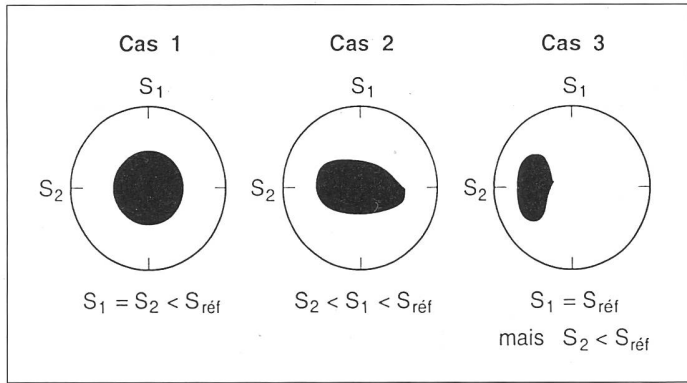


Figure 2: Position de mesure Sylvatest et localisations différentes des pourritures.

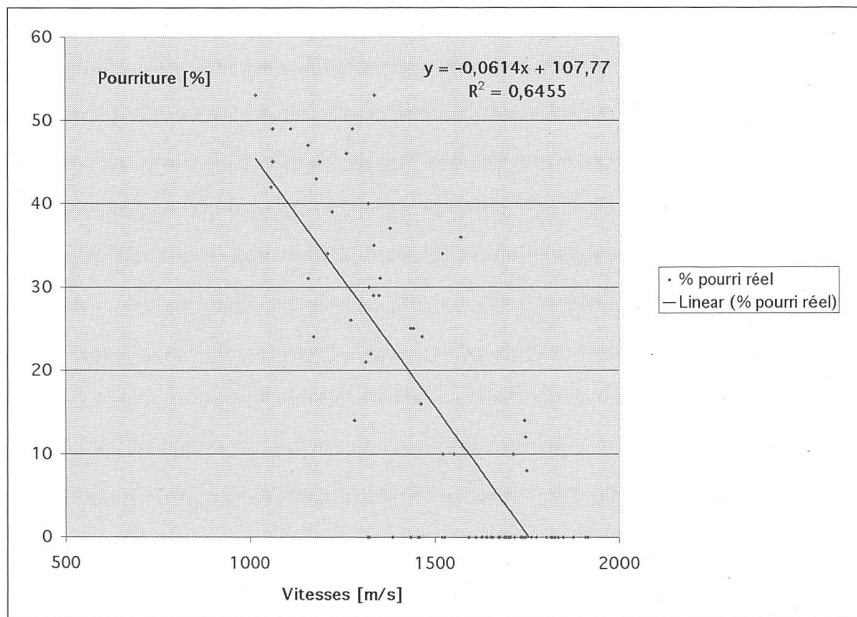


Figure 3: Corrélation entre la vitesse Sylvatest mesurée sur des hêtres et le pourcentage de «cœur rouge» (VON BÜREN, 1997).

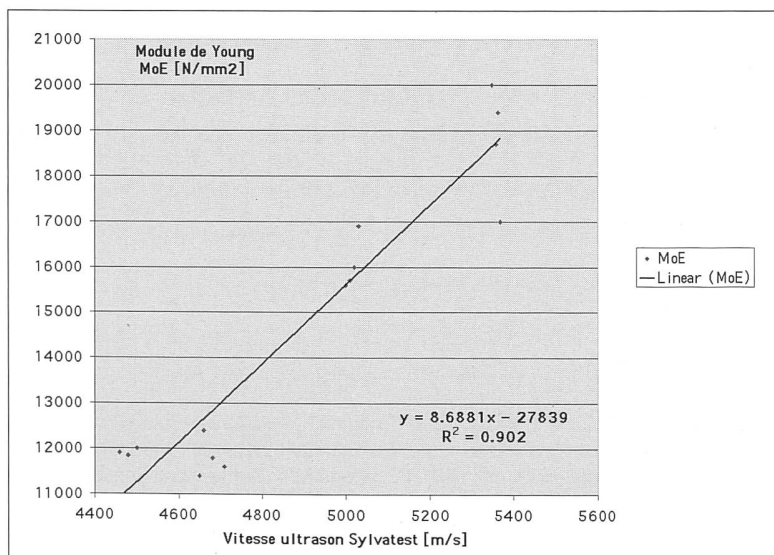


Figure 4: Corrélation entre la vitesse ultrason et le MoE mesurés sur du hêtre naturel.

cédé de réтификаction (réticulation et torrification) découvert en partie à l'École des Mines de St-Etienne (GUYONNET, 1997). Cette technique consiste à appliquer au bois différents chocs thermiques (200 °C à 280 °C), toute la difficulté consistant en l'adaptation du temps de traitement et des températures en fonction des dimensions et de l'essence du matériau. Le traitement est appliqué dans un réacteur thermique sous oxygène ménagé. Il s'ensuit une modification de la structure du bois, notamment l'élimination partielle des hémicelluloses, ce qui confère au bois rétifé un caractère beaucoup moins hydrophile. Ainsi, le point de saturation des fibres est abaissé autour de 15% suivant les essences (Figure 5). La stabilité dimensionnelle et la durabilité vis-à-vis des attaques d'insectes et de champignons en sont grandement accrues. Il est à noter que les essences ayant le taux d'hémicellulose le plus élevé deviennent, après réтификаction, les plus hydrophobes.

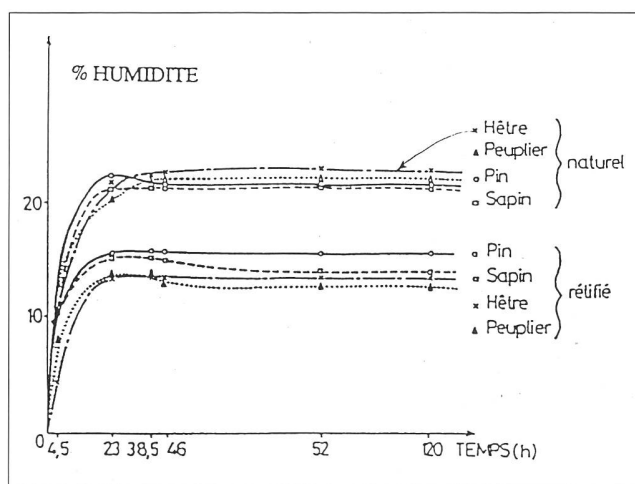


Figure 5: Reprise d'humidité du hêtre rétifé, tiré de GUYONNET, 1997.

Par ce procédé, on s'affranchit donc des désavantages inhérents au hêtre. Ainsi son emploi, soit dans des structures exposées, soit en tant que matériau de construction durable, devient théoriquement possible.

#### 4. La valorisation du hêtre

L'émergence de nouvelles techniques de tri et de traitement des bois permettrait donc d'envisager d'autres débouchés pour le hêtre. Le hêtre rétifé et préalablement trié par ultrason pourrait être utilisé de multiples façons. L'élimination des glucides, engendrée par la rétificaion, entraîne une protection à long terme qui est moins problématique que l'imprégnation par créosote. Ceci ouvre des perspectives de valorisation en urbanisme, à la place des essences tropicales (telles que ipé, iroko, etc.). L'économie réalisée à l'achat d'une grume de hêtre au «cœur rouge» permettrait de prendre en charge le surcoût du traitement et du tri, voir de produire moins cher, puisque ce nouveau matériau n'aura plus besoin d'être imprégné dans les utilisations à l'extérieur.

Le premier avantage découlant de l'élimination d'un traitement chimique est l'obtention d'un matériau dont le retraitement est facilité et la toxicité éliminée. Il répond bien mieux au casse-tête que vont constituer à l'avenir les nouvelles normes européennes sur l'environnement et les traitements chimiques pour l'ensemble des filières industrielles et notamment la construction.

Les utilisations pour lesquelles l'emploi du hêtre est pour l'instant prohibé, seraient donc ouvertes à ce nouveau matériau. On peut citer à titre non exhaustif, toutes les applications non structurales livrées aux intempéries: barrières, clôtures,

terrasses, lambris, menuiseries extérieures, traverses de chemin de fer, etc. Mais avec un tri par ultrason préalable, on peut aussi envisager des applications structurales à base de hêtre rétifé lamellé-collé.

#### Résumé

Les forêts suisses produisent quantité de feuillus et principalement de hêtre, et ce au-delà des capacités d'exploitation de la filière du bois, ce qui pose de plus en plus un grave problème de valorisation. Les applications consommant le plus de bois, comme la construction, préfèrent en général employer des essences de résineux meilleur marché et présentant moins de problèmes de durabilité. En effet, le hêtre non traité n'est pas une essence durable dans ses applications à l'extérieur. De plus, il peut présenter une singularité appelée «cœur rouge» qui le rend moins intéressant et fait chuter son prix en tant que matériau pour l'industrie du meuble.

Pour remédier à cela, les méthodes de détection et de tri qualitatif par ultrason pourraient constituer la première étape d'une politique de valorisation du hêtre. Les outils comme Sylvatest ou Sylvatest Duo permettraient dans un premier temps de déceler les hêtres touchés et dans un second temps de les classer mécaniquement pour sélectionner les meilleurs bois. De plus, le procédé de rétificaion doit pouvoir être étudié pour améliorer les performances du hêtre et notamment la durabilité qui lui fait souvent défaut dans des emplois à l'extérieur. Ce traitement thermique du bois lui confère des propriétés hydrophobes très intéressantes, et ce d'autant plus que l'essence traitée est naturellement caractérisée par un point de saturation des fibres élevé.

La combinaison de ces différentes méthodes ouvre donc des perspectives intéressantes à l'utilisation du hêtre dans la construction, et dans d'innombrables applications à l'extérieur.

#### Zusammenfassung

##### Neue Sortierungs- und Behandlungsverfahren für dauerhafte Anwendungen von Buchenholz im Bauwesen

Der Schweizer Wald produziert mehr Laubholz – hauptsächlich Buche – als die Holzverarbeitende Industrie aufnehmen kann. Überall wo es der Witterung ausgesetzt ist, findet Buchenholz jedoch wegen seiner schlechten natürlichen Dauerhaftigkeit keine Verwendung, solange es nicht chemisch behandelt ist. Auch der Farbkern der Buche beeinträchtigt seine Verwendungsmöglichkeiten, insbesondere in der Möbelindustrie. Durch eine Vorsortierung mittels Ultraschall kann eine bessere Verwertung des Buchenholzes erreicht werden. Die Geräte Sylvatest und Sylvatest Duo erlauben es, vorhandene Holzfehler zu erkennen und die Stämme nach mechanischen Gesichtspunkten zu klassieren. Zusammen mit thermischen Behandlungsverfahren, welche die Dauerhaftigkeit des Holzes wesentlich verbessern, ergeben sich vielversprechende Zukunftsaussichten für eine vermehrte Verwendung von Laubhölzern im Bauwesen.

#### Summary

##### New Grading and Treatment Techniques for Beech Used in the Construction Industry

Swiss forests produce more hardwood – mainly beech – than the local woodworking industry can absorb. Where beech wood is exposed to weather, it cannot be used without a previous chemical treatment due to its naturally bad resistance to decay and insect attacks. The coloured heartwood of beech

also restricts its use, especially in the furniture industry. An ultrasonic pre-grading allows to reach a higher added value for beech timber. Sylvatest and Sylvatest Duo, two instruments based on ultrasonic measurements, detect irregularities in the wood structure and allow timber-grading with regard to mechanical properties. Together with thermic treatments, which improve their resistance and durability, these techniques provide new utilisation possibilities for hardwood in the construction industry.

## Bibliographie

- BRASSEL, P.; BRÄNDLI, U.-B. (réd.) 1999: Inventaire forestier national suisse. Résultats du deuxième inventaire 1993–1995. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage. Berne, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. Berne, Stuttgart, Vienne, Haupt. 442 p.
- GUYONNET, R. (1997): Le bois réifié. Laboratoire Physico-Chimie des Matériaux. Ecole nationale supérieure des mines de Saint-Etienne.
- SANDOZ, J.-L. (1990): Triage et fiabilité des bois de construction, validité de la méthode ultrason. Thèse n° 851 EPF Lausanne.
- SANDOZ, J.-L.; SOUVAY, L. (1996): Arbres urbains sur pied et tests ultrasons. Publication EPFL-IBOIS 96:20. Lausanne.
- VON BÜREN, S. (1997): Der Farbkern der Buche (*Fagus sylvatica*) in der Schweiz nördlich der Alpen. Untersuchungen über die Verbreitung, die Erkennung am stehenden Baum und die ökonomischen Auswirkungen. Thèse n°12489 ETH Zürich.

## Remerciements

Les auteurs expriment leur reconnaissance aux services forestiers de Suisse romande qui ont rendu possible les tests ultrasoniques à tous les stades de la filière du bois, de l'arbre sur pied jusqu'aux industries de transformation.

## Auteurs:

JEAN LUC SANDOZ, professeur assistant, ARNAUD PAVILLET, assistant, LIONEL DEMAY, assistant, IBOIS – Construction en bois, département de Génie civil, Ecole polytechnique fédérale, GCH2 (Ecublens), 1015 Lausanne.