

Souder du bois, une technique innovatrice

Autor(en): **Stamm, Bernhard / Weinand, Yves**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **132 (2006)**

Heft 17: **Assemblages inédits**

PDF erstellt am: **19.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-99493>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Souder du bois, une technique innovatrice

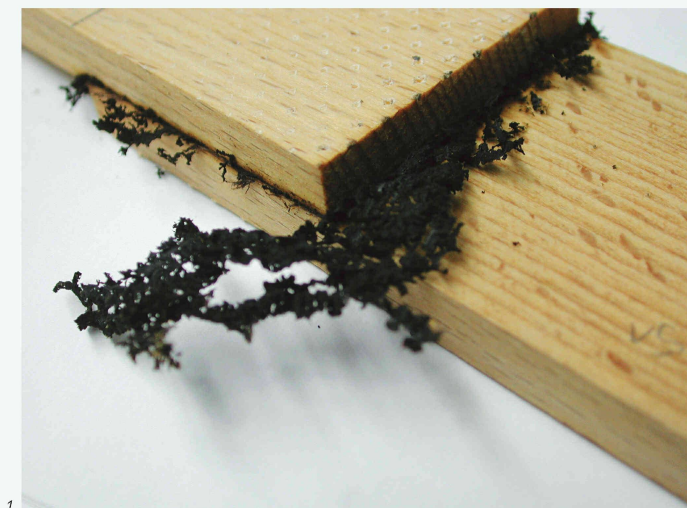
CONSTRUCTION EN BOIS

Souder du bois? A première vue, l'idée paraît farfelue. Des études du Laboratoire de construction en bois de l'EPFL confirment cependant que le procédé de soudage par friction peut être appliqué au bois, et qu'il offre de belles perspectives. La technologie fera concurrence par exemple aux liaisons clouées ou vissées, qui présentent des résistances au cisaillement moins élevées. Comparé aux colles, le soudage a également des avantages, notamment dans la fabrication de parquet ou de contreplaqué.

Le soudage par friction de métaux ou de matières thermoplastiques connaît depuis plusieurs décennies d'importantes applications industrielles, notamment dans le secteur automobile ou dans le domaine des outils. Il est basé sur la production de chaleur par frottement, chaleur qui conduit à la fusion des surfaces en contact. Après refroidissement de la couche visqueuse, cette liaison se transforme en une connexion stable aux propriétés mécaniques semblables

à celles des matériaux de base. Les différents procédés du soudage par friction se distinguent avant tout selon le type d'oscillation que l'on utilise. Celle-ci peut suivre un mouvement linéaire, circulaire ou rotatif.

L'idée d'appliquer ce procédé au bois a été formulée pour la première fois par B. Suthoff et H.-J. Kutzer dans un brevet datant de 1997 [1]¹. Jusqu'ici, peu de recherches ont été consacrées à ce sujet, malgré son potentiel évident. Un ancien collaborateur du Laboratoire de construction en bois (IBOIS), Kai-Uwe Gliniorz, découvre le brevet à la fin des années 90. Il en parle avec les auteurs, qu'il rencontre lors d'un salon. L'idée de souder du bois le fascine, et l'IBOIS commence à étudier cette nouvelle méthode en 2000 [2]. Peu après, la recherche obtient le soutien du Fonds national de la recherche scientifique (FNRS). L'IBOIS effectue alors les premières séries d'essais (voir pp. 25-28), à l'aide d'une machine initialement conçue pour le soudage de matières thermoplastiques. Les travaux confirment rapidement qu'il est tout à fait probant de souder deux pièces de bois par simple friction.



1



2

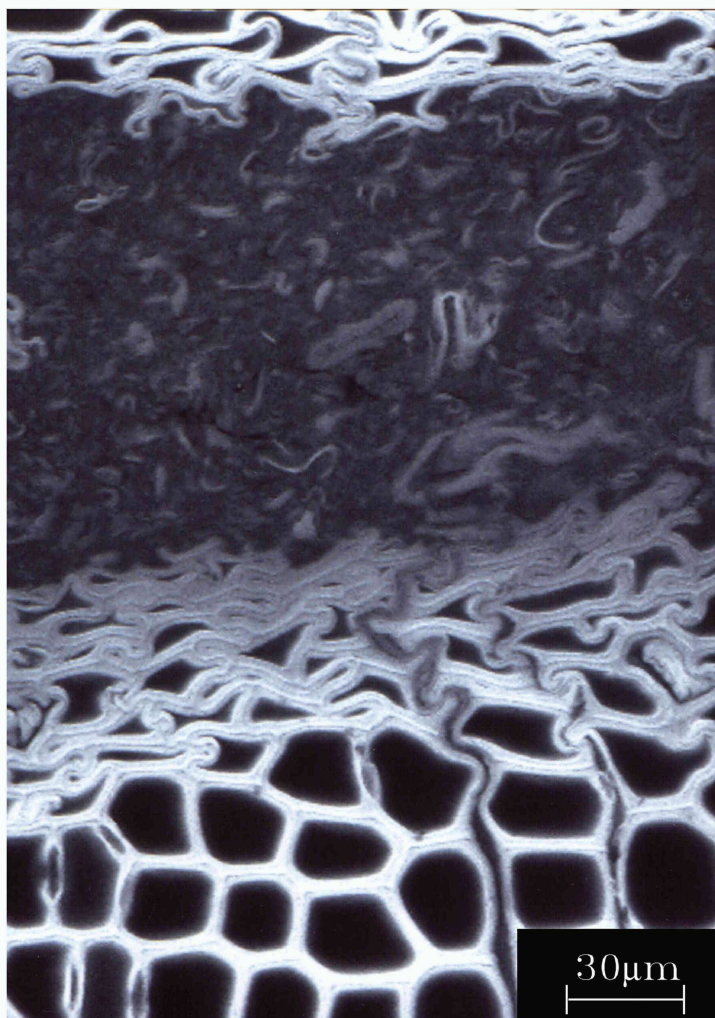
Fig. 1 : Matériau visqueux solidifié, expulsé de l'interface

Fig. 2 : Liaison soudée entre deux panneaux de sapin. Selon l'orientation des cernes, la structure du joint n'est pas homogène.

Fig. 3 : Vue microscopique de l'interface; la couche de contact est visible (bande foncée) avec des fragments de cellules encastrées. A la transition entre la structure du bois et la couche contact, les parois cellulaires sont encastrées en une couche visqueuse qui durcit pour créer l'adhérence.

Une adhésion de nature mécanique

La friction entraîne une augmentation de la température dans l'interface jusqu'à 420°C [3]. La chaleur, en l'absence d'oxygène, permet au bois de se transformer sans brûler. Les réactions en cours peuvent être comparées à celles de la pyrolyse². La figure 1 montre le matériel visqueux, thermiquement modifié, de bois de hêtre. Il refroidit puis durcit pour créer la liaison. Donc, la pièce soudée est faite uniquement de bois et de composants de bois thermiquement modifiés (fig. 2). La durée du processus (soudage et solidification) est nettement inférieure à une minute. Les études ont montré que la couche visqueuse, formée de lignine, de cellulose et de hémicellulose [4, 5], a la capacité de fonctionner comme une couche de colle. L'adhésion est, selon les connaissances actuelles, de nature mécanique. Des analyses de la microstructure ont montré qu'elle se fait par imbrication du matériel visqueux dans les pores et les cavités de la



3

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

² Décomposition chimique sous l'action de la chaleur seule

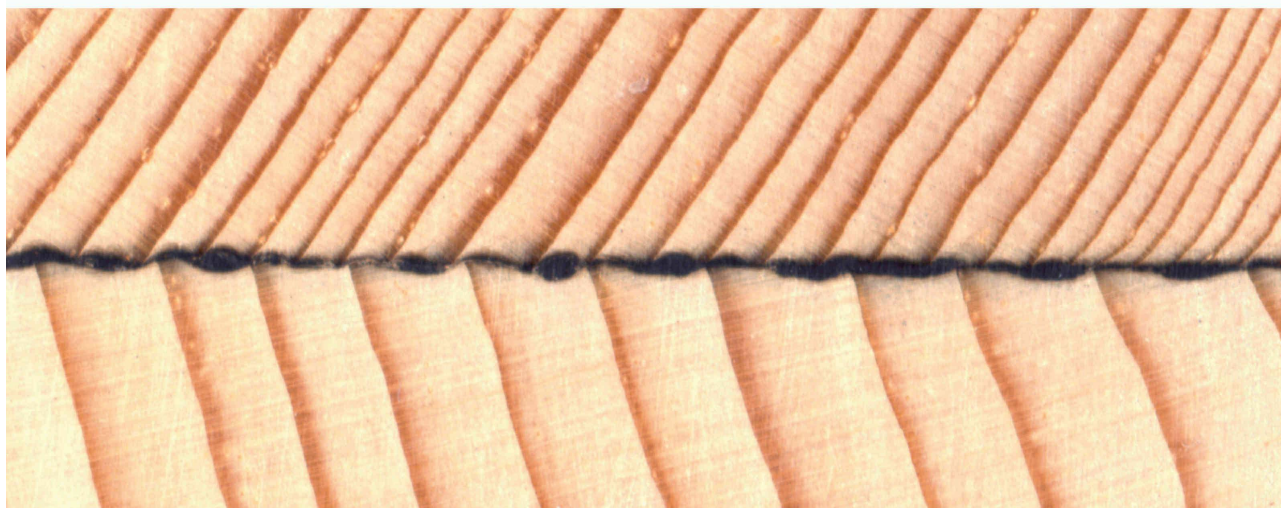


Fig. 4 : Contreplaqué fabriqué de planches avec des liaisons soudées (épicéa)
(Tous les documents illustrant cet article ont été fournis par les auteurs)



structure cellulaire du bois avoisinant [3] (fig. 3). Les résistances obtenues sont liées à l'anatomie du type de bois utilisé : les soudures entre des bois d'une densité élevée sont plus résistantes que celles entre des bois d'une densité moindre [6].

Assemblages constructifs

Les premiers essais ont été menés avec une machine de soudage par friction circulaire. Cependant, il s'est avéré que ce type de vibration engendre un effet négatif en fonction de l'orientation des cernes et qu'un frottement linéaire permet d'obtenir des résistances plus élevées. Le soudage de bois de hêtre par frottement linéaire permet d'atteindre des valeurs de cisaillement allant jusqu'à 10 N/mm^2 [7], ce qui correspond au minimum à atteindre pour des assemblages constructifs.

Le soudage convient à différents types de bois : hêtre, chêne, bouleau, épicéa, mélèze et même bambou. Environ 70% de la résistance finale est déjà atteinte 30 secondes après la fin du processus [8]. Cette rapidité et la valeur élevée de la résistance initiale permettent de réaliser des assemblages en continu d'éléments multicouches (fig. 4). Il paraît donc envisageable de fabriquer des éléments en bois solides de grande taille, comme des éléments de revêtement pour les murs ou le plafond, du contreplaqué ou du parquet.

Faire concurrence aux liaisons collées

Un avantage essentiel du soudage du bois est la rapidité de fabrication de la connexion, qui a lieu en quelques secondes. Une rapidité extraordinaire, comparée à celle des liaisons collées traditionnelles, dont la fabrication dure souvent plusieurs heures. Par ailleurs, le soudage de bois se passe de toute substance tierce, ce qui représente de grands

avantages pour l'usinabilité, une économie de colle et de solvants. Exempt de produits toxiques, le bois soudé peut en outre facilement être recyclé.

Toutefois, à l'heure actuelle, la résistance à l'humidité du bois soudé n'est pas garantie. La rupture se produit par gonflement et dégonflement du bois. Par conséquent, les applications du bois soudé se limitent pour l'instant à des cas où les éléments soudés se trouvent protégés des intempéries. De plus, les résistances maximales se situent encore en dessous de celles obtenues avec des colles modernes. Pour des connexions à petite échelle et en ce qui concerne les échantillons soudés avec un appareil conçu pour des matières thermoplastiques, la résistance au cisaillement parallèle aux fibres est inférieure à celle du bois massif.

A l'avenir, une meilleure adaptation de la technologie du soudage par friction au matériau bois permettra d'améliorer la résistance, notamment à travers le type de vibration de la tête de soudage. De manière générale, les résistances au cisaillement dépassent celles obtenues par des liaisons clouées ou vissées. Comparé aux colles, le soudage a également le potentiel de faire concurrence, notamment dans la fabrication de parquet et de contreplaqué. Par contre, la résistance du bois soudé est pour l'instant trop faible pour qu'on envisage de concurrencer les liaisons collées dans le secteur de la charpente.

Bernhard Stamm, dr ing. civil TU Karlsruhe (D)
Yves Weinand, prof. EPFL, architecte ISA, dr ing. civil EPFL

EPFL-ENAC-IS-IBOIS
GC H2 711 (Bâtiment GC), Station 18, CH-1015 Lausanne

Bibliographie

- [1] B. SUTHOFF, H.-J. KUTZER : Offenlegungsschrift DE 197 46 782 A 1, Deutsches Patent- und Markenamt (1997)
- [2] K.-U. GLINIÖRZ, J. NATTERER : « Holzschweißen — Innovative Verbindungstechnologien im Holzbau », Tagungsunterlagen, Symposium der Lignaplast, Weltmesse für die Forst- und Holzwirtschaft in Hannover/D, Mai 21-25 (2000), 79-83
- [3] B. STAMM, J. NATTERER, P. NAVI : « Joining wood by friction welding », *Holz als Roh- und Werkstoff*, (2005), 313-320
- [4] B. STAMM, E. WINDEISEN, J. NATTERER, G. WEGENER : « Thermal Behaviour of Polysaccharides in Wood during Friction Welding », *Holz als Roh- und Werkstoff*, 63 (2005), 388-389
- [5] B. STAMM, E. WINDEISEN, J. NATTERER, G. WEGENER : « Thermal Behaviour of Wood during Friction Welding », *Wood Science and Technology*, (2006) (in press)
- [6] B. STAMM : « Development of friction welding of wood — physical, mechanical and chemical studies », Thèse sciences EPFL, n° 3396 (2005)
- [7] B. GELLER, A. PIZZI, M. ZANETTI, M. PROPERZI, F. PICHELIN, M. LEHMANN, L. DELMOTTE : « Solid wood joints by in situ welding of structural wood constituents », *Holzforschung*, 58 (2004), 45-52
- [8] B. STAMM, J. NATTERER, P. NAVI : « Joining of Wood Layers by Friction Welding », *Journal of Adhesion Science and Technology*, 19 (2005), 1129-1139