HAL
open science

Approche scientifique des bois précieux à fil non droit choisis en artisanat : description optique et structurelle des bois figurés en vue de comprendre leur apparence visuelle

Hsien-Tsung Hu, Pierre Cabrolier, Tancrede Almeras, Joseph Gril, Patrick Langbour, Iris Brémaud

To cite this version:

Hsien-Tsung Hu, Pierre Cabrolier, Tancrede Almeras, Joseph Gril, Patrick Langbour, et al.. Approche scientifique des bois précieux à fil non droit choisis en artisanat : description optique et structurelle des bois figurés en vue de comprendre leur apparence visuelle. 8e journées du GDR Sciences du Bois, Nov 2019, Epinal, France. pp.61-64. hal-02374427

HAL Id: hal-02374427

https://hal.science/hal-02374427v1

Submitted on 21 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Approche scientifique des bois précieux à fil non droit choisis en artisanat : description optique et structurelle des bois figurés en vue de comprendre leur apparence visuelle

HU Hsien-Tsung[1,5], CABROLIER Pierre[1,2], ALMERAS Tancrède[1], GRIL Joseph[3,4], LANGBOUR Patrick[5], BREMAUD Iris[1]

[1]Equipe BOIS, LMGC, Univ. Montpellier, CNRS, Montpellier
[2]In the way from wood science to becoming craftsman
[3] Université Clermont-Auvergne, CNRS, Institut Pascal, Sigma Clermont, Clermond-Fd
[4] Université Clermont-Auvergne, INRA, PIAF, Clermond-Fd
[5]BioWooEB, CIRAD, Montpellier
hsien-tsung.hu@umontpellier.fr

Mots clefs : Bois figuré ; Réorientations du fil ; Optique ; Apparence visuelle ; Artisanat

Contexte et objectif

Le bois est largement utilisé par l'humain depuis des milliers d'années. Dans la plupart des travaux scientifiques récents, liés au point de vue d'ingénierie, on considère qu'il s'agit d'un bois à fil droit (le terme « fil » étant considéré comme l'orientation globale des fibres du bois), alors qu'un bois à fil non droit est considéré comme un défaut selon ce point de vue. Cependant, un morceau de bois avec un fil parfaitement droit est pratiquement inexistant dans la nature. Il peut s'agir de déviations locales de fil, occasionnelles, mais il existe aussi plusieurs modèles spécifiques d'organisation et de réorientation du fil dans les arbres. Leurs fibres s'alignent en un motif apparemment systématiquement périodique, tel que fil ondulé, pommelé, tors, contrefilé, en indentations ou cannelures des cernes sur le rayon, et parfois différents modèles se mélangent. Après la coupe, selon le plan de débit, les fibres sont coupées en biais et donnent ensemble une apparence visuelle attrayante et recherchée (Baumer 1952 ; Beals et Davis 1977 ; Nakamura *et al.* 2010 ; Kato et Nakamura 2016).

Lorsque l'angle de la lumière change, le contraste provoqué par les différentes orientations des fibres coupées (hors plan), montre des régions claires et sombres alternant dans la direction longitudinale (bois ondé par ex.) ou radiale (bois contrefilé par ex.). Lorsque le faisceau lumineux est perpendiculaire à la section de la fibre, il est piégé dans le lumen de la cellule montrant ainsi une région plus sombre, tandis qu'une fibre non tranchée, c'est-à-dire parallèle à la surface, réfléchira la lumière puisque celle-ci se réfléchira surtout sur les parois des cellules (Shen *et al.* 2000 ; Liu et Lin 2016 ; Sugimoto *et al.* 2018). Cet effet se produit également lorsque l'angle du faisceau lumineux n'est pas perpendiculaire à la surface, ce qui fait que des angles d'éclairage différents montreront également une réflexion plus claire ou plus foncée.

Les artisans choisissent les bois selon des critères venant d'un héritage de savoirs issu de leur formation, de leur expérience personnelle et de la communication avec l'expérience d'autres artisans. Leur sélection peut inclure plusieurs critères ; par exemple, l'espèce, la provenance géographique, les propriétés physiques, la méthode de débit, et l'apparence. Les éléments cellulaires contribuent à l'apparence visuelle du bois : de par la répartition des différents types de tissus d'une part (on parle alors de « figure » ou « grain » du bois), de par les ré-orientations des cellules (notamment fibres ou trachéides) dans les « bois figurés ». (Tiffany 1908 ; Baumar 1952, Beals and Davis 1977). D'un point de vue mécanique, c'est lorsque les fibres sont alignées avec la direction longitudinale (= dans le repère macroscopique du tronc ou d'une

planche) que les propriétés élastiques et de résistance sont maximales. Les différentes grandeurs de réflexion de la lumière proviennent de l'orientation des fibres, ce qui renvoie aussi aux propriétés mécaniques et physiques (Alkadri *et al.* 2018). L'apparence visuelle pourrait-elle être, pour les artisans, non seulement un critère qui relève de l'esthétique, mais aussi un indicateur indirect de propriétés mécaniques (Carlier *et al*. 2018) ?

Expérimentation préliminaire en cours

Afin d'étudier la relation entre l'angle de la lumière et l'orientation des fibres, une expérience préliminaire a été menée. Le plan d'expérimentation optique est présenté sur la figure suivante (Fig. 1). Une caméra fait la mise au point sur le milieu de l'échantillon. L'angle d'incidence de la lumière est modifié de manière hémisphérique par rapport au centre de l'échantillon, de manière isométrique.

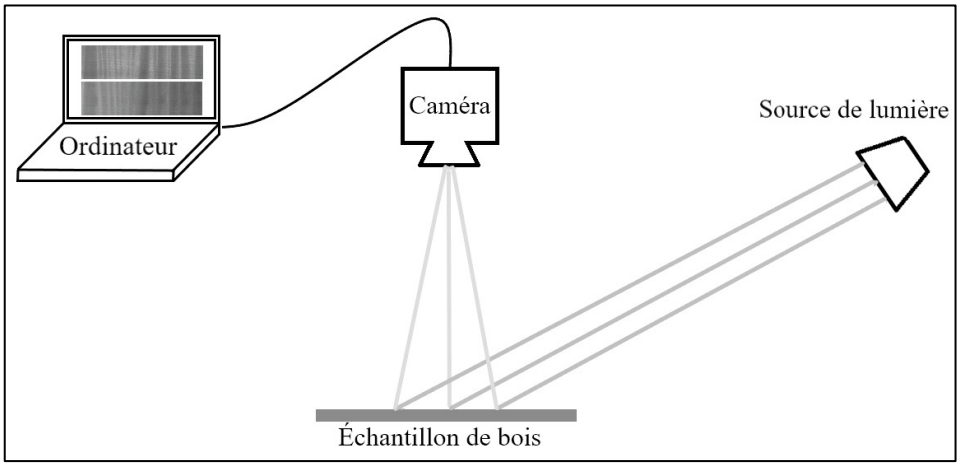

Fig. 1 : La configuration du plan expérimental.

Au fur et à mesure que l'angle de la lumière est changé, la surface présente des entrelacs différents de la réflexion. Les zones sombres indiquent la pénétration du faisceau lumineux tandis que les zones brillantes réfléchissent le faisceau lumineux hors de la surface (Fig. 2).

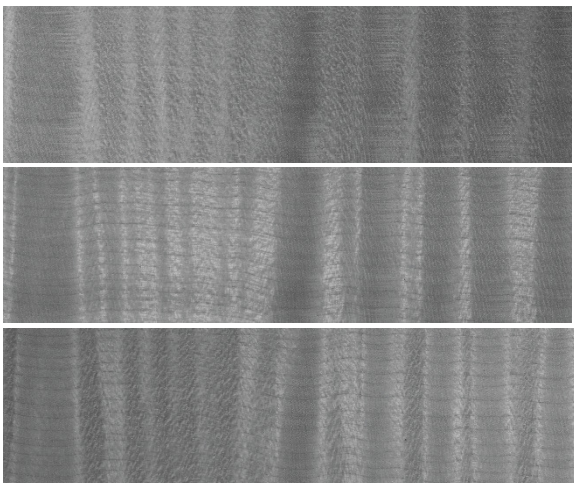

Fig. 2 : Visualisation d'une même zone de bois ondé :
le changement de l'angle de lumière donne un contraste différent et une réaction de

réflexion / pénétration différente.

Modélisation géométrique

Afin d'étudier les structures possibles du bois figuré, un modèle mathématique est proposé pour décrire l'orientation des fibres (Eq. 1). Ce modèle décrit la trajectoire sinusoïdale d'une fibre virtuelle de longueur infinie de coordonnée moyenne tangentielle/radiale (P) en fonction de la position longitudinale (L).

$$g(P,L) = P + a(P)\sin\left(2\pi\frac{L}{S_L} + bP\right) \qquad \text{Eq. 1}$$

Où les symboles représentent :

$g(P,L)$: Coordonnée tangentielle/radiale de la fibre

L : Coordonnée longitudinale

P : Coordonnée tangentielle/radiale moyenne de la fibre

$a(P)$: Amplitude des oscillations

S_L : Période longitudinale des oscillations

b : Déphasage des oscillations

Le modèle prend en compte une variation de l'amplitude des oscillations en fonction de la position tangentielle/radiale moyenne de la fibre :

$$a(P) = c + d \times \sin\left(2\pi\frac{P}{S_P}\right) \qquad \text{Eq. 2}$$

avec :

c : Amplitude moyenne des oscillations
d : Variation tangentielle/radiale d'amplitude des oscillations
S_P : Période tangentielle/radiale des variations d'amplitude

Les paramètres doivent répondre à la condition suivante pour ne pas laisser les lignes se croiser :

$$-\frac{1}{\max(|c-d|,|c+d|)} < b < \frac{1}{\max(|c-d|,|c+d|)} \qquad \text{Eq. 3}$$

On peut voir l'application de l'équation qui montre différents alignements et changements de phase (Fig. 3).

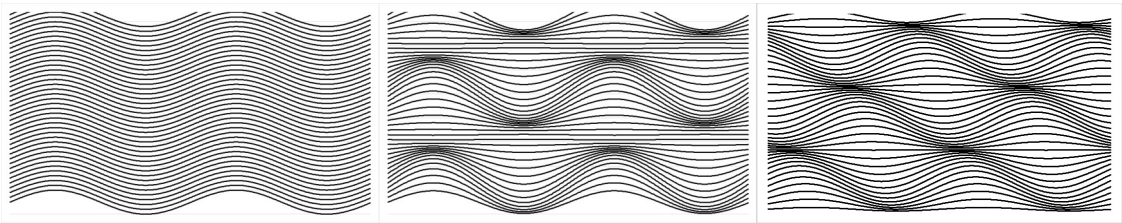

Fig. 3 : Représentations mathématiques possibles du bois figuré en fonction des paramètres du modèle. Sur le côté gauche : un motif sinusoïdal régulier (b = 0, d = 0) ; au milieu, variations tangentielles/radiales de l'amplitude des oscillations (b = 0, d ≠ 0) ; sur le côté droit, modèle général avec changement de phase (b ≠ 0, d ≠ 0).

Plan de travail supplémentaire

L'expérimentation optique préliminaire suggère qu'on puisse relier les images aux orientations. Les travaux suivants de l'expérience se concentreront sur la mise en place de l'instrumentation, sur l'étalonnage et sur le calcul par logiciel. La variabilité locale se distingue de la théorie. La diversité et la variabilité des bois restent l'incertitude majeure à évaluer avec cette méthode, il est donc nécessaire de tester d'autres échantillons de différentes espèces, d'autres modèles de figure et de configurer l'instrument.

Afin de tester la faisabilité de cette méthode optique pour évaluer les orientations du fil, il est nécessaire de caractériser la structure de l'échantillon de bois. Des mesures de réorientation des fibres seront effectuées par fendage, et potentiellement par microscopie optique et microtomographie aux rayons X.

Les résultats expérimentaux, comme les variations du modèle géométrique, pourront alimenter des simulations actuellement en cours de développement par conception assistée par ordinateur (CAO).

Remerciements

Le doctorant de début de 2ème année, Hsien-Tsung HU, est cofinancé par l'Université de Montpellier et la Région Occitanie.

Références

Alkadri A, Carlier C, Wahyudi I, Gril J, Langbour P, Brémaud I (2018) Relationships between anatomical and vibrational properties of wavy sycamore maple. IAWA J, 39(1): 63-86.

Baumer M (1952) A propos des figures du bois. Bois et Forêts des tropiques, 24: 233-255.

Beals HO and Davis TC (1977) Figure in wood: An illustrated review. Agricultural Experiment Station/Auburn University, Auburn, Alabama, Bulletin 486, 84pp.

Carlier C, Alkadri A, Gril J, Brémaud I (2018) Revisiting the notion of "resonance wood" choice: a decompartementalised approach from violin makers' opinion and perception to characterization of material properties' variability. In: Wooden musical instruments - Different forms of knowledge, Pérez MA and Marconi E (Eds.), Book of end of WoodMusICK, COST Action FP1302, pp 119-142.

Kato M and Nakamura M (2016) Relationships between reflection properties and visual attractiveness of fiddleback figures: Evaluation with eye tracking and image analysis. 木材学会誌, 62(6): 284-292.

Liu C-Y and Lin S-H (2016) Characterizing surface of wood laminates by out-of-plane polarimetric light-scattering measurement. Optik, 127(2016): 2346-2353.

Nakamura M, Matsuo M, Nakano T (2010) Determination of the change in appearance of lumber surfaces illuminated from various directions. Holzforschung, 64: 251-257.

Shen J, Zhou J, Vazquez O (2000) Experimental study of optical scattering and fiber orientation determination of softwood and hardwood with different surface finishes. Appl Spectrosc, 54(12): 1793-1804.

Sugimoto H, Kawabuchi S, Sugimori M, Gril J (2018) Reflection and transmission of visible light by sugi wood: effects of cellular structure and densification. J Wood Sci, 64: 738-744.

Tiffany F (1908) Figure in wood. J Roy Soc Art, 56(2919): 1034-1036.