

## Variation de l'épaisseur du placage de déroulage des bois et son influence sur les caractéristiques mécaniques des panneaux LVL

Abdelhakim DAOUI<sup>1</sup>, 2, Clément Descamps<sup>3</sup>, Abdellatif ZERIZER<sup>2</sup>, Rémy MARCHAL<sup>3</sup>, Bartosz Pałubicki<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Département Sciences techniques, Faculté des Sciences, Université M'hamed Bougara Boumerdes, Algérie

<sup>2</sup> UR-MPE Unité de Recherche Matériaux Procédé Environnement, Université Bougara, Boumerdes, Algérie

<sup>3</sup> Laboratoire Bourguignon des Matériaux et Procédés (LaBoMaP), ParisTech- ENSAM, Cluny, France

<sup>4</sup> Dept. of Woodworking Machinery and Basis of Machines Construction, Poznan University, Poland

**Résumé.** Le LVL (Laminated Veneer Lumber) est un matériau industriel très en vogue dans la construction, c'est un matériau dérivé du bois très apprécié dans la construction en ossature bois pour la faible dispersion de ses remarquables caractéristiques mécaniques, notamment en matière des contraintes axiales, pouvant aller jusqu'au double d'un bois massif.

**Mots Clés:** CND, fissuration, la colle, épaisseur du placage, propriétés mécaniques, LVL, déroulage.

### Présentation du travail réalisé

Afin de faire varier le paramètre fissuration, le déroulage s'est effectué suivant plusieurs modalités faisant intervenir des facteurs d'influence notables sur la fissuration cyclique (épaisseur de placage, température d'étuvage et présence de la barre de pression lors du déroulage). Des panneaux ont été encollés et des éprouvettes en ont été extraites. Celles-ci ont été testées mécaniquement selon plusieurs méthodes et types de sollicitations.

### Matériels et méthodes

#### Echantillonnage

Cet arbre de hêtre a grandi dans la forêt domaniale des Etangs, située à Saint Loup Géange, Saône et Loire, Bourgogne. La grume (13m de long et 0,45m de diamètre moyen) a été tronçonnée en 19 billons de 0,6m, numérotés de 1 à 19 en partant de la bille de pied.

#### Étuvage

Avant le déroulage, tous les billons ont été chauffés durant 24h ±1h, soit à 20°C, soit à 70°C par immersion dans une bouilloteuse thermorégulée à ± 1°C..

#### Déroulage

Cette opération s'est effectuée sur la dérouleuse industrielle instrumentée SEM Automation du LaboMap (Cluny France). La vitesse de coupe fixée a été de 1,5m/s et l'angle de dépouille de +1°. Lorsque la barre de pression est active, les côtes horizontales et verticales font respectivement 90% et 30% de l'épaisseur de déroulage. Nous avons produit du placage de trois épaisseurs (1, 3 et 5 mm), puis se sont ajoutés de plus fortes épaisseurs (6 et 7 mm).

Tableau Modalités de déroulage.

Numéro de billon	14	4	15	13	4	14	19	17	3	9	8	18	16	11	7
Épaisseur de placage [mm]	1	3	5	1	3	5	1	3	5	6	7	1	3	5	7
Température d'étuvage	20°C						70°C								
Barre de pression (BP)	Sans BP			Avec BP			Sans BP			Avec BP					

#### Mesure de la fissuration

Plusieurs techniques pour estimer la fissuration d'un placage existent, comme la méthode par ultrasons proposée par [TOMPPPO\_2008]. Dans notre cas, nous avons choisi celle développée dans le LaBoMap par

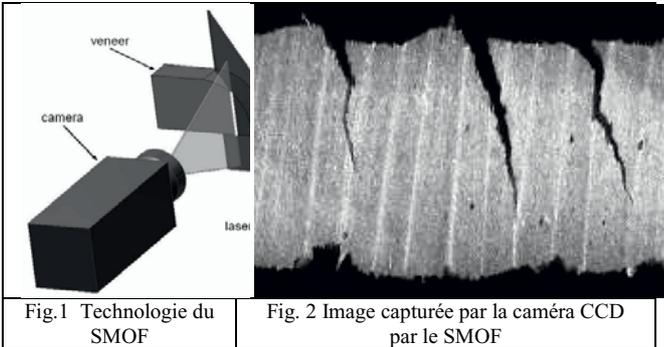


Fig. 1 Technologie du SMOF

Fig. 2 Image capturée par la caméra CCD par le SMOF

[PALUBICKI\_2009] : le SMOF® (Système de Mesure Optique de la Fissuration). Cet outil détecte les fissures avec une caméra CCD linéaire (36KHz) et un capteur de déplacement laser (LDS) (Fig.1). L'image obtenue (Fig.2) est analysée par un programme développé sous LabView.

Sur l'image, il suffit de sélectionner le fond de chaque fissure (Fig. 3) pour obtenir un fichier .xls contenant toutes les positions (Fig. 4). Ainsi, en connaissant la position « haute » du placage, son épaisseur et l'échelle de l'image, nous calculons les valeurs moyennes de profondeur et d'intervalles des fissures.

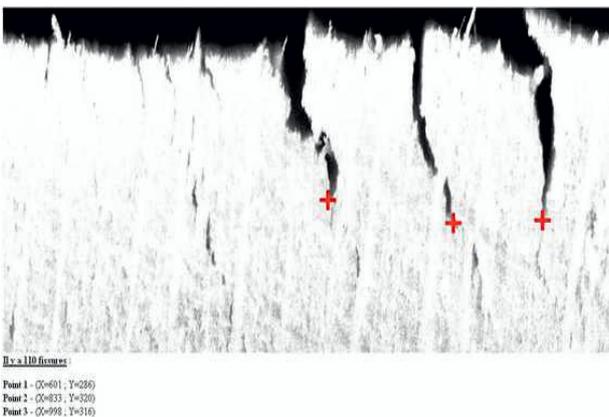


Fig.3 sélection des fissures

X	Y	Profondeur (mm)	Profondeur (%)	Intervalle fissure successives (mm)
1	3577	185	1,0846464	36,316162
2	592	237	1,4200384	66,739796
3	7076	206	1,4324244	47,474747
4	10070	158	1,0464646	34,848485
5	11388	158	1,0464646	11388
6	11962	172	1,0151916	38,383838
7	12006	176	1,0181818	38,383838
8	12232	247	1,7188889	49,322222
9	12641	194	1,1818182	43,000004
10	12606	208	1,1718182	47,722225
11	13076	203	1,1363636	53,787879
12	13472	221	1,2572727	50,257273
13	14117	206	1,4051916	48,717172
14	14380	190	1,3484848	44,348486
15	14330	195	1,2852926	44,319191
16	14968	223	1,5278788	61,263636
17	14916	226	1,6030303	51,767677
18	15148	240	1,8181818	60,303031
19	16428	214	1,4808889	48,989899
20	16588	176	1,1818182	38,383838
21	16384	213	1,4827273	48,737374
22	16717	204	1,6571212	54,040404
23	17041	201	1,3712121	46,707071
24	17414	194	1,3918182	43,890909
25	17640	193	1,3000000	43,888889
26	18029	204	1,3899394	46,464646
27	18896	193	1,2348485	41,181818
28	18996	206	1,2919191	47,171717
29	19442	191	1,2968687	45,686869
30	19613	118	0,78	26
31	19759	141	0,9166667	30,555556
32	20044	278	1,8646465	68,181818
33	20228	173	1,1809091	38,836364
34	20482	195	1,0464646	34,848485
35	19882	180	1,3121212	42,484848

Fig. 4- Position des fissures

## Résultats et discussion

Lorsqu'un placage a un état de surface très dégradé, on doit augmenter le grammage afin que la colle qui pénètre dans les aspérités du bois puisse tout de même recouvrir une surface suffisante pour assurer un collage correct. Etant donné que la qualité de cet état de surface diminue lorsqu'on augmente l'épaisseur, on parvient tout de même à diminuer de façon importante la proportion globale de colle dans le panneau (fig.5) en diminuant le nombre de plis (et donc de joints de colle).

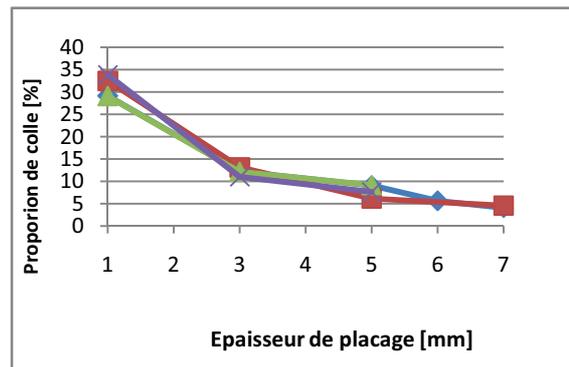


Fig.5 Evolution de la proportion de colle dans le panneau en fonction de l'épaisseur de déroulage

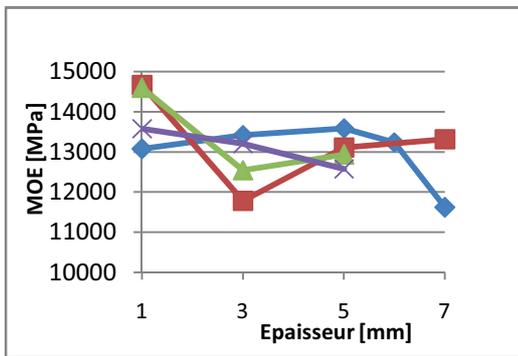
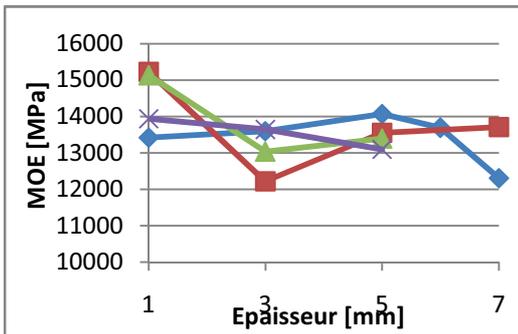


Fig. 6 Evolution de MOE en fonction de l'épaisseur en sollicitation à Plat selon Timoshenko & Bernoulli

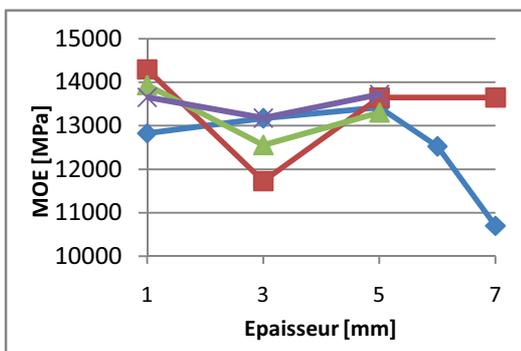
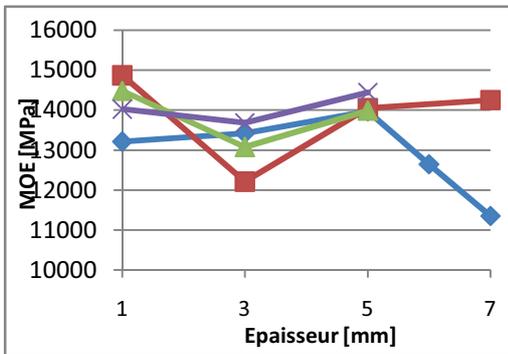


Fig. 7 Evolution de MOE en fonction de l'épaisseur en sollicitation à Plat selon Timoshenko & Bernoulli

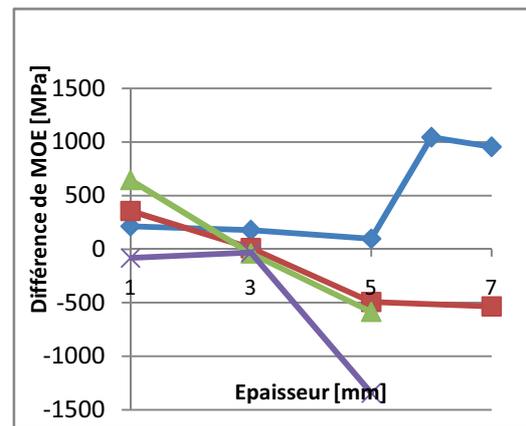
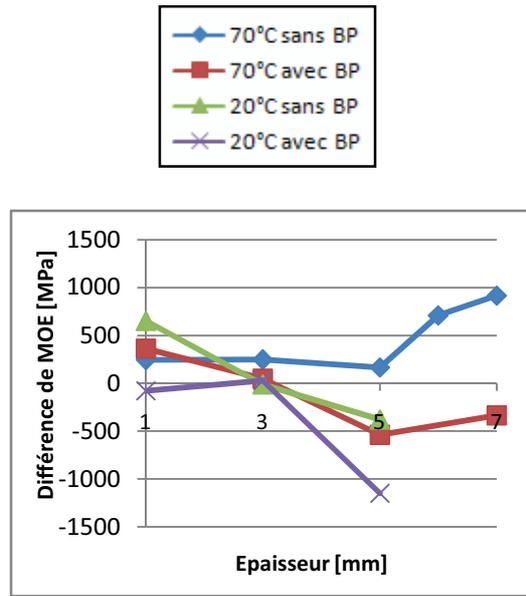


Fig. 8 Evolution de la différence de module de MOE entre sollicitation sur chant et à plat en fonction de l'épaisseur selon les modèles de Timoshenko et de Bernoulli

De ces graphes semble également se dégager une influence de la barre de pression et de la température d'étuvage qui ont un effet positif sur le module d'élasticité et la contrainte de rupture. On peut aussi ajouter qu'en chauffant le billon avant déroulage et en utilisant la barre de pression, on arrive à maintenir une résistance très correcte dans le LVL.

Quant à la différence entre la sollicitation à plat et sur chant (Fig. 8). Il semblerait qu'à partir d'une certaine épaisseur, les éprouvettes sont plus résistantes lorsque l'effort est appliqué à plat et il serait favorable de changer l'orientation des panneaux dans certains cas.

## Conclusion

Il faut savoir que cette étude ne représente qu'une première étape du programme d'optimisation du bilan écologique du LVL qui a pour objectif d'abord de chercher à diminuer l'utilisation de colle et par la suite employer des adhésifs « écologiques ».

On a pu en tirer qu'en augmentant l'épaisseur de déroulage, on diminue très fortement la proportion globale de colle par panneau tout en gardant des caractéristiques mécaniques correctes, à condition d'utiliser des conditions de coupe optimales et un traitement thermique préliminaire du billon.

Quant à l'influence fissuration, Les caractéristiques (fréquence et profondeur) de ces fissures peuvent être améliorées grâce aux conditions de coupe grâce à un chauffage du bois et à une utilisation d'une barre de pression lors du déroulage.

Toutefois, en faisant une régression linéaire toutes modalités confondues, on voit que la tendance globale des caractéristiques mécaniques est à la diminution lorsqu'on augmente l'épaisseur.

## References

1. EBIHARA T. (1981) Shear properties of laminated-veneer lumber. *Mokuzai Gakkaishi*, (27) 11, 788-794
2. ECHOLS R.M., CURRIER R.A. (1973) Comparative properties of Douglas-Fir made from Parallel-Laminated Veneers vs Solid Wood. *Forest Products Journal*, (23) 2, 45-47.
3. NF B51-008 (1987) Wood. Static bending. Determination of ultimate strength in static bending using small clear specimens", November 1987, 8 p.
4. NF B51-016 (1987) Wood. Static bending. Determination of modulus of elasticity in static bending using small clear specimens, December 1987, 8 p.
5. HOOVER W.L., RINGE J.M., ECKELMAN C.A., YOUNGQUIST J.A. (1987a) Material design factors for hardwood laminated-veneer-lumber. *Forest Products Journal*, (37) 9, 15-23
6. KILIC Y., COLAK N. BAYSAL E., BURDURLU E. (2006) An investigation of some physical and mechanical properties of laminated veneer lumber manufactured from black alder (*Alnus glutinosa*) glued with polyvinyl acetate and polyurethane adhesives. *Forest Products Journal* 56 (9), 56-59
7. KUNESH R.H. (1978) Micro-Lam: structural Laminated Veneer Lumber. *Forest Products Journal*, (28) 7, 41-44
8. LEI Y K. ET WILSON J.B. (1979) Fracture toughness of parallel-laminated veneer. *Forest Products Journal*, (29) 8, 28-31
9. MORIIZUMI, S.; MAEDA, N.; SANADA, Y.; OGURA, T. (1984) The strength properties of Japanese larch LVL (I). The wood quality of small Japanese larch logs and the bending strength of clear LVL *Journal of the Hokkaido. Forest Products Research Institute* 1984 n° 384, 1-7
10. PAŁUBICKI B., MARCHAL R., BUTAUD J.-C., DENAUD L.-E., BLÉRON L., COLLET R., KOWALUK G. (2009). A Method of Lathe Checks Measurement; SMOF device and its software. In press, *Wood Science and Technology*.
11. SCHAFFER E.L., JOKERST R.W., MOODY R.C., PETERS C.C., TSCHERNITZ J.L. ET ZAHN J.J. (1972), Feasibility of producing a high-yield laminated structural product : General Summary. *Research paper FPL n° 175*, 18 p.
12. THIBAUT B. (1988) Le processus de coupe du bois par déroulage. These de doctorat d'Etat, University of Montpellier, 386 p.