

# Estimation de la température de l'interface lors de soudage du bois par frottement par une approche couplant expérimental et numérique

M. Ayem, X. Roizard, L. Carpentier, P-H. Cornuault et M. Assoul

Institut Femto-ST, UMR CNRS 6174, Département Mécanique appliquée, Université Bourgogne Franche-Comté, Besançon-France

## MOTS CLES

Frottement, Température à l'interface, Soudage du bois

## INTRODUCTION

Le soudage du bois par frottement sans aucun adhésif s'inscrit dans la nécessité de développer de nouveaux procédés plus écologiques, tout en garantissant les bonnes caractéristiques mécaniques du joint obtenu [1]. Fondamentalement, la chaleur générée par le frottement induit localement une transformation de la surface en un matériau partiellement fondu [2]. Cette transformation locale de la matière conduit à l'étalement d'un troisième corps visqueux sur toute la surface du contact qui se solidifie par la suite pour former un joint de soudure permettant l'assemblage de deux pièces [3]. Dans cet article, nous présentons un couplage entre une approche tribologique consistant à mesurer la puissance générée par le frottement et une modélisation par éléments finis dans le but de connaître la valeur et l'évolution de la température dans les deux massifs pendant la durée du procédé.

## METHODES

Des essais de frottement linéaire alternatif ont été conduits entre un pion et un bloc en hêtre à l'aide d'un tribomètre Cameron-Plint TE77 (figure 1.d). Les essais ont été effectués sous une pression de contact apparente initiale de 4MPa avec une vitesse de glissement moyenne de 0.35m/s pendant 7s de frottement suivie d'une phase de maintien statique (~13s) conduisant à la soudure des 2 pièces.

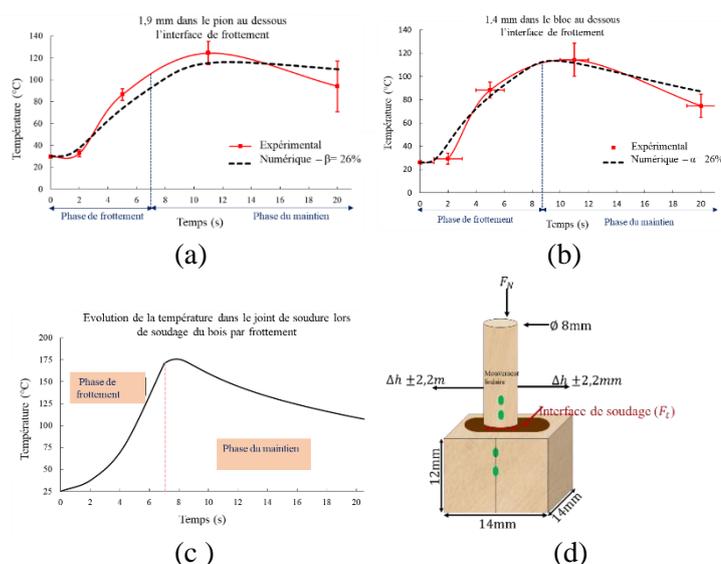


Figure 1 : (a) Evolution de la température numérique et expérimentale dans le pion –(b) dans le bloc –(c) Estimation numérique de la température dans le joint de soudure –(d) Contact tribologie étudié

Pendant les expériences, le déplacement du pion, la force de frottement et la force normale ont été acquis à 10kHz. Les températures dans les échantillons, à proximité de l'interface, ont été mesurées simultanément avec des thermocouples de type K. En parallèle, un modèle 2D par éléments finis a été développé en utilisant un maillage adaptatif. A partir des mesures expérimentales des efforts de frottement, la puissance de frottement totale dissipée par unité de surface  $P_{tot}$  est utilisée comme condition aux limites dans le modèle. Les fractions des densités de puissance dissipées sous forme de chaleur, transférées d'une part dans le bloc ( $\alpha.P_{tot}$ ) et d'autre part dans le pion ( $\beta.P_{tot}$ ), ont été déterminées à partir du modèle grâce à l'ajustement des températures numériques et expérimentales proches de l'interface. Celles-ci nous ont alors permis d'en déduire l'évolution de la température interfaciale tout au long du procédé de soudage du bois par frottement

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les principaux résultats montrent qu'environ 26% et 20% de la puissance de frottement totale dissipée dans le contact sont converties en énergie thermique transférée dans le bloc et dans le pion, respectivement. Ceci confirme qu'une quantité non négligeable de l'énergie est associée à l'usure, aux transformations physico-chimiques, etc... Finalement, cette étude prédit que la température maximale à l'interface est proche de 180°C. Ceci est cohérent avec l'activation des réactions chimiques des constituants primaires du bois rapportées dans la littérature telles que; l'hydrolyse, la pyrolyse, la dépolymérisation de la cellulose et la fusion de la lignine [4].

## CONCLUSION

Le développement d'un modèle numérique, alimenté par des mesures de coefficient de frottement et de températures à proximité de l'interface, permet de prédire l'évolution de la température dans le contact mais aussi d'estimer les fractions d'énergie transférées lors du procédé.

## Références

- [1] B.Gfeller, M.Zanetti, M.Properzi, A.Pizzi, F.Pichelin, M.Lehmann and L.Delmotte (2003), Wood bonding by vibrational welding, *J.Adhesion Sci.Technol*, 17 (11), pp. 1573-1589.
- [2] C.Ganne-Chédeville, M.Properzi, J.-M.Leban, A.Pizzi and F.Pichelin (2008), Wood Welding: Chemical and Physical changes according to the welding time, *J.Adhesion Sci.Technol*, 22 (11), pp. 761-773.
- [3] P.Omrani, A.Pizzi, H.R.Mansouri, J.-M.Leban and L.Delmotte (2009), Physico-Chemical causes of extent of water resistance of linearly welded wood joints, *J.Adhesion Sci.Technol*, 23 (11), pp. 827-837.
- [4] L.Delmotte, C.Ganne-Chédeville, J.M.Leban, A.Pizzi and F.Pichelin (2008), CP-MAS <sup>13</sup>C NMR and FT-IR investigation of the degradation reactions of polymer constituents in wood welding, *Polymer Degradation and Stability* 93, pp. 406-412