

Sujet de thèse sur contrat doctoral établissement
Identification et identifiabilité de comportement en grandes déformations par
 μ Formage Incrémental mono-point et multi-tests de caractérisation
Applications aux alliages cuivreux et polymères

UNIVERSITE DE BOURGOGNE-FRANCHE-COMTE
Institut FEMTO-ST / Département Mécanique Appliquée
UMR CNRS 6174 - Besançon
Spécialité Mécanique

La technique de μ Formage incremental développée au Département Mécanique Appliquée de FEMTO-ST (FEMTO-ST/DMA), dans le cadre des thèses de Ramzi Ben Hmida [1] et de Gemala Hapsari, (soutenance prévue pour Octobre 2017), a mené à proposer une approche originale de caractérisation des matériaux en très grandes déformations (>200% de déformation plastique cumulée) [2-4]. La technique a été appliquée à des matériaux cuivreux en faibles épaisseurs (CuNiP et CuBe revêtu) et permet par corrélation essais-calculs (modèle EF équivalent du test) d'identifier des lois de comportement complexes (lois de type élasto-plastique endommageable). Des méthodes d'identifiabilité développées par F. Richard [5] guident les essais à effectuer et/ou les données expérimentales à utiliser afin de poser le problème d'identification paramétrique de la meilleure façon possible et ainsi assurer une signification physique aux valeurs de chaque paramètre.

Objectifs de la thèse proposée

Le projet de thèse, proposé ici, consiste à améliorer les méthodes d'identification et d'identifiabilité. L'ajout dans la base expérimentale et numérique de tests nouveaux et complémentaires (essais de cisaillement cycliques, essais de gonflement de flan, essais de formabilité de type Nakajima) doit permettre d'enrichir l'information et d'affiner la modélisation des phénomènes pris en compte (anisotropie, plasticité, endommagement, viscosité). Il est de plus nécessaire de disposer d'outils numériques performants permettant l'identification des paramètres. En effet, les méthodes d'identification et d'identifiabilité développées nécessitent de calculer avec précision les sensibilités locales du modèle de l'essai aux paramètres matériaux. Le premier objectif de la thèse est donc de proposer de nouvelles approches fiables pour le calcul des sensibilités.

Le second objectif de la thèse est d'améliorer les méthodes d'identifiabilité proposées dans [1-5] afin de définir les essais nécessaires à l'identification des lois de comportement. Les indicateurs d'identifiabilité développés permettront alors de hiérarchiser les essais nécessaires et les simulations numériques associées. Le processus d'identification des lois de comportement sera alors applicable par corrélation essais/calculs des différents essais réalisés.

Le troisième objectif est propre à la simulation des procédés dans le domaine micrométrique et relatif aux défauts géométriques observés sur les outils et les pièces à former. La réponse du composant formé est fortement liée aux défauts géométriques des outillages (défauts de forme et de positionnement) ainsi qu'à la non-conformité initiale des flans (courbure, défaut de forme,



positionnement). L'objectif est donc de quantifier et prendre en compte l'impact de ces défauts sur l'identification des lois de comportement.

Les méthodes proposées seront appliquées aux alliages cuivreux dont une grande partie de la base expérimentale est déjà construite et doit-être complétée ainsi qu'à un matériau polymère de type polypropylène (PP) pour déterminer l'applicabilité à des comportements visqueux.

Le (La) candidat(e) recherché(e) de niveau Master 2 ou Ecole d'ingénieurs disposera de compétences en mécanique des matériaux, en simulations numériques par la méthode des éléments finis ainsi qu'en programmation (MATLAB).

CV et Lettre de Motivation à envoyer à

Sébastien Thibaud – Professeur à l'ENSMM – sebastien.thibaud@ens2m.fr

Pierrick Malécot – Maître de Conférences à l'ENSMM – pierrick.malecot@ens2m.fr

Références :

[1] R. Ben Hmida, Identification de lois de comportement de tôles en faibles épaisseurs par développement et utilisation du procédé de micro-formage incrémental. Thèse de doctorat –ED SPIM – 2014.

[2] R. Ben Hmida, S. Thibaud, A. Gilbin, F. Richard. "Influence of the initial grain size in single point incremental forming process for thin sheets metal and microparts: Experimental Investigations". *Materials and Design*, 2012. IF : 3,997.

[3] S. Thibaud, R. Ben Hmida, F. Richard, P. Malécot. "A fully parametric toolbox for the simulation of single point incremental sheet forming process: Numerical feasibility and experimental validation". *Simulation Modelling Practice and Theory*. 2012. IF : 1,482.

[4] R. Ben Hmida, F. Richard, S. Thibaud, P. Malécot, G. Hapsari. "Identification of ductile damage behavior of ultra-thin sheet metals in very large strain from instrumented micro-single point incremental forming test". *International Journal of Forming Processes. En cours de correction* . 2017. IF : 1,267.

[5] F. Richard, M. Villars, S. Thibaud. "Viscoelastic modeling and quantitative experimental characterization of normal and osteoarthritic human articular cartilage using indentation". *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, Volume 24, August 2013, Pages 41-52. IF : 2,876.