

## Modélisation à différentes échelles du comportement mécanique de tôles métalliques ultrafines

**PY Manach<sup>a</sup>**

F Adzima<sup>a,b</sup>, T Balan<sup>b</sup>, L Tabourot<sup>c</sup>, C.H. Pham<sup>a</sup>, S. Thuillier<sup>a</sup>, S Toutain<sup>d</sup>, JL Diot<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Univ. Bretagne Sud, CNRS FRE 3744, IRDL, Rue de Saint Maudé, F-56100 Lorient, France

<sup>b</sup> Arts et Métiers ParisTech, LEM3, UMR CNRS 7239, 4 rue Augustin Fresnel, 57078 Metz Cedex 3, France

<sup>c</sup> Université de Savoie, SYMME, EA 4144, 74944 Annecy-le-Vieux, France

<sup>d</sup> Delta Composants, 1 Rue Pierre Gilles de Genne, 72403 La Ferté-Bernard, France

<sup>e</sup> NovaPack SAS, 14 Rue des Glairaux, 38120 Saint Egrève, France

Les procédés de micro-formage des tôles ultrafines présentent de nombreux défis pour l'industrie et la communauté universitaire. Par exemple, la séparation classique des échelles entre les mécanismes de déformation hétérogènes et la structure supposée homogène n'est pas simple. Cette distinction est généralement illustrée par le nombre de grains dans l'épaisseur de la tôle : pour les valeurs inférieures à dix, la structure et le comportement du grain local interagissent davantage avec le comportement mécanique global, remettant en cause la validité des modèles phénoménologiques. Les modèles alternatifs de plasticité cristalline (CP) peuvent résoudre ces problèmes, mais, en plus des temps de calcul élevés, la connaissance de leur capacité à prédire avec précision les procédés de formage industriels est encore mal connue, en particulier en ce qui concerne la géométrie et l'état de surface de la pièce, le retour élastique, les limites de formabilité, etc. Dans ce travail, on compare les prédictions d'un modèle de plasticité cristalline [3] et des modèles phénoménologiques [1] sur des procédés industriels de micro-formage d'alliages de cuivre de 0,1 mm d'épaisseur. Ces matériaux ont été sélectionnés avec plus de 20 grains dans l'épaisseur, de sorte que les deux approches de modélisation peuvent être valides sur la base de leurs hypothèses. Les résultats montrent que les performances des modèles phénoménologiques sont fortement conditionnées par la base de données expérimentale utilisée pour l'identification des paramètres [2]. Les procédés étudiés sont dominés par des trajets de déformation en flexion, où le retour élastique est un facteur déterminant. La formabilité ainsi que les prédictions de retour élastique avec le modèle de plasticité cristalline sont étudiés dans le but d'amener ces modèles au niveau de robustesse requis pour ces applications industrielles.

[1] Zang, S., Thuillier, S., Le Port, A., Manach, P.Y., Prediction of anisotropy and hardening for metallic sheets in tension, simple shear and biaxial tension, *International Journal of Mechanical Sciences* (2011) 338-347

[2] Pham, C.H., Thuillier, S., Manach, P.Y., Mechanical Properties Involved in the Micro-forming of Ultra-thin Stainless Steel Sheets, *Metallurgical and Materials Transactions A* 46 (2015) 3502-3515

[3] Adzima, F., Balan, T., Manach, P.Y., Bonnet, N., Tabourot, L., Crystal plasticity and phenomenological approaches for the simulation of deformation behavior in thin copper alloy sheets, *International Journal of Plasticity*, Accepted (2016)

---