

Gradients de contraintes dans les systèmes de faibles épaisseurs
Pierre-Antoine Dubos
GeM/Equipe Etat Mécanique et Microstructure des Matériaux

Résumé

La connaissance du développement des contraintes, dues à la mise en forme ou aux sollicitations des matériaux, est primordiale afin d'en estimer son état et de prévoir sa rupture éventuelle. Cet exposé traitera de deux sujets connexes portant sur la connaissance de l'état de contraintes mécaniques.

Dans un premier temps, l'abattement des propriétés mécaniques macroscopiques de pièces métalliques de faibles épaisseurs ($t < 500 \mu\text{m}$) a été étudié. L'origine de cet abattement est due à la mise en place d'un gradient de contraintes entre le cœur et la surface des pièces possédant peu de grains dans l'épaisseur. Ce gradient est mis en lumière à l'aide d'analyses fines de la contrainte par nano-indentation et de la taille des cellules de dislocations par MET.

Dans un deuxième temps, l'étude du développement des contraintes au sein d'un revêtement multicouche anticorrosion pour des applications EMR a été réalisée. Les couches d'épaisseurs variables (de la centaine de nanomètres à la centaine de micromètres) présentent des contraintes fortement hétérogènes. Afin d'étudier ces gradients de contraintes, dans des couches déposées par PVD, par voie sol gel et par voie peinture, il a été nécessaire de mettre en place un modèle analytique thermo-mécanique alimenté par des données expérimentales. Les résultats de cette étude permettent de connaître l'état mécanique du système post mise en forme, ainsi que de prédire les interfaces sensibles lors de sollicitations.

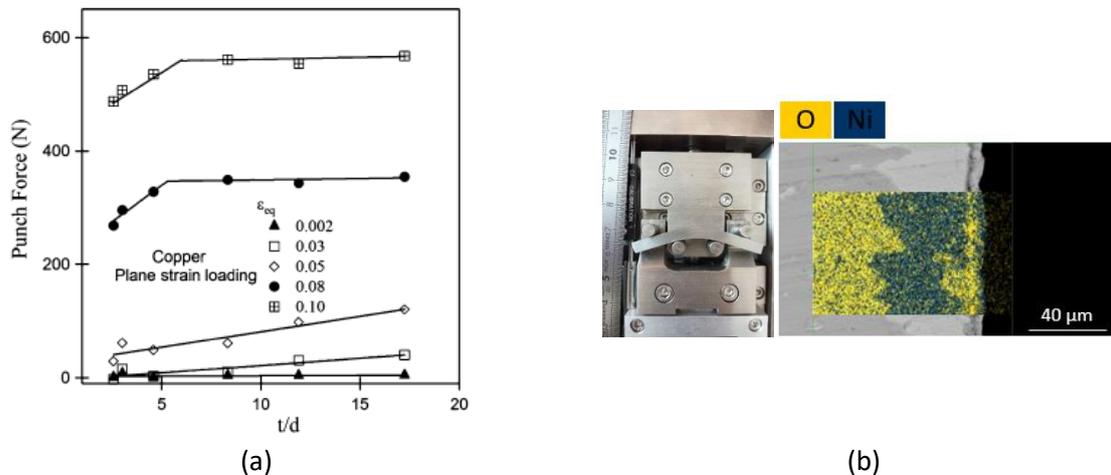


Figure 1 : Abattement de la force d'emboutissage lors de la réduction de la taille de la microstructure d par rapport aux dimensions t [1] (a). Détermination de l'interface sensible pour un revêtement multicouche par essais de flexion in-situ sous MEB [2] (b).

Références

[1] P.A. DUBOS, E. HUG, S. THIBAUT, M. BEN BETTAIEB, C. KELLER : "Size effects in thin face centered cubic metals for different complex forming loadings", Metallurgical and Materials Transactions A, vol.44, n°12, 2013, pp.5478-5487.

[2] Q. HATTE, P.A. DUBOS, P. CASARI, P.Y. JOUAN, M. RICHARD, S. BRANCHU, N. GUITTER, R.COULAIS : "Characterization of corrosion resistant coatings deposited on steel", EMRS, 2017.