

## Lois de comportement en proche surface

**Objectif** : Caractériser et modéliser le comportement élastoplastique des matériaux métalliques à partir de l'exploitation de l'essai de nanoindentation. Application aux matériaux à gradient de propriétés, films minces, matériaux écrouis en surface,...

### Préoccupations actuelles

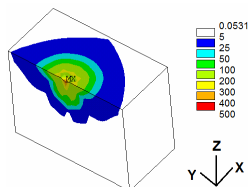
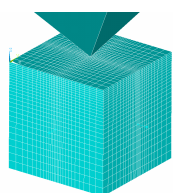
### Axes de la thèse

#### Nanoindentation

Exploitation de l'essai de nanoindentation principalement axée sur la recherche de E et H.

Investigation du potentiel de l'essai nanoindentation pour la caractérisation et l'identification des lois de comportement.

#### Simulation



Modèle EF de l'essai en 3D. Von Mises, tranche Y-Z (MPa)

Simulation de la nanoindentation : modèle EF 2D courant/3D en développement.

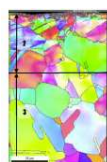
Courbes charges/décharges générées sont principalement utilisées pour étudier la variation des paramètres expérimentaux (défaut de la pointe de l'indenteur, ...), approches inverses. Lois de comportement utilisées : purement élastiques ou parfaitement plastique.

Mise en place d'un modèle EF 3D (effet de maillage, profondeur simulée, type de lois de comportement, conditions aux limites...).

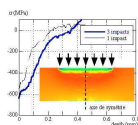
Courbes charges/décharges exploitées en vue d'identifier une loi de comportement (phénoménologique ou à base physique) avec écrouissage isotrope et cinématique du matériau étudié.

Lois de comportement plasticité à gradient.

#### Matériaux à gradient de propriétés



Cartographie d'orientation (ND) d'un échantillon grenailé, extraite de la thèse de Tony Thiriet., INPL de Nancy (2010).



Effet du nombre d'impacts sur l'augmentation de  $\sigma_{int}$  (en compression) et profondeur infectée

Étude des caractéristiques mécaniques après traitement de surface de type grenailage fait appel à des tests destructifs (coupe transversale, prélèvement d'échantillons de matières en profondeur, ...).

Simulation des procédés pour optimiser les caractéristiques mécaniques, tentative de prédiction des propriétés mécaniques en profondeur

Caractérisation du gradient de propriétés en profondeur par des essais de nanoindentation en surface : protocole de détermination de l'épaisseur de la couche traitée, Caractéristiques de film mince, Contraintes résiduelles en couche superficielle écrouie, ...

Utilisation de la simulation : détermination de l'influence du gradient de propriétés sur la réponse en surface, approches inverses...

**Perspectives** : Nanoindentation multiple et Mise en place d'un protocole expérimental fiable. Développement d'approche inverse pour l'identification de lois de comportement à partir des essais de nanoindentation.

**Références** : H. Mecking and U.F. Kocks, Acta Metall 29 (1981), p. 1865  
P. Revel, H. Khanfir, R.-Y. Fillit, J. of Mat. Process. Tech. 178 (2006), p.154-161  
M. Bigerelle, P.-E. Mazeran, Mat. Sc. And Eng. C 27 (2007), p.1448-1451.