

Plateforme HPTM du LSPM Haute Pression – Traitements thermomécaniques des matériaux

En lien principal avec 2 domaines de recherche du LSPM

- ✓ **Mécanique** des matériaux et procédés **métallurgiques**
 - ✓ Procédés **HP-HT** et matériaux

Contexte au LSPM

Equipements LSPM

Services Scientifiques + Equipements propres aux équipes + CPN2

Caractérisation matériaux + Elaboration matériaux + Caractérisation procédés

→ Equipements communs au sein des services scientifiques

Diffraction des Rayons X (10 diffractomètres)

Microscopies (MET, MEB / EBSD, AFM)

Haute Pression et Traitements Thermomécaniques

→ Equipements de caractérisation matériaux gérés dans les équipes

Ex. Spectroscopie non linéaire pour caractérisation chimique et fonctionnelle.

→ Equipements communs avec la CPN2

Service Haute Pression & Traitements Thermomécaniques

Ce service regroupe

- **Une grande partie des équipements d'élaboration sous haute pression**
- **L'ensemble des équipements de transformation mécanique & caractérisation mécanique**

Complémentarité avec les services DRX et Microscopie

- **Essais mécaniques in situ (mini – machines développées en interne)**
- **Caractérisation couplée (microstructures, textures, contraintes,)**

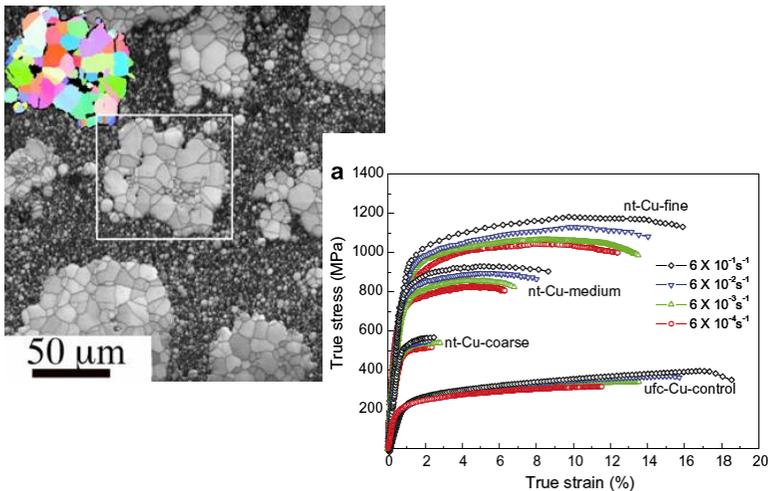
Objet d'un projet de plate-forme HPTM , régionale, éventuellement nationale (soumis au CNRS en 2012) ; complémentarité avec d'autres PF régionales

Valeur des équipements HPTM (Elaboration + caractérisation) \approx 2M€

Personnels : 3 IT (1 IE, 2 AI)

Equipements Haute Pression (élaboration & optimisation)

Compaction Isostatique à chaud
4000 bar / 1450°C

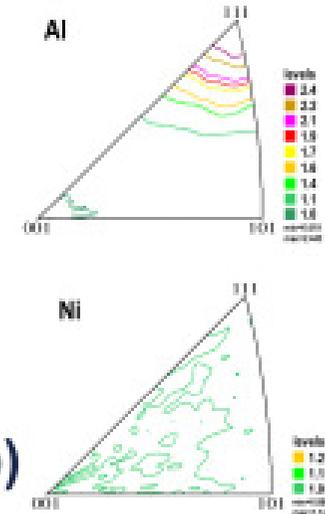
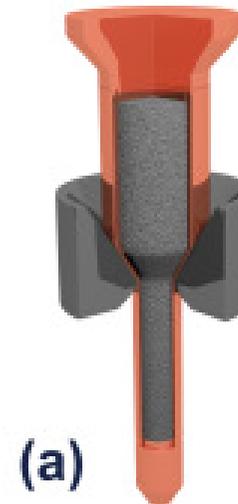


Elaboration de microstructures
à grains ultrafins

Nouvel équipement de CIC en avril 2016

-> *Post-traitement en fabrication additive (réduction des contraintes internes, porosité)*

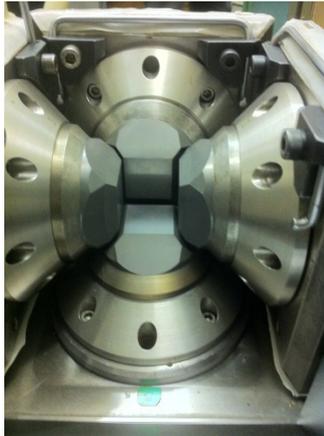
Extrusion différentielle
2 GPa/60 cm³, 1.2 GPa/600 cm³



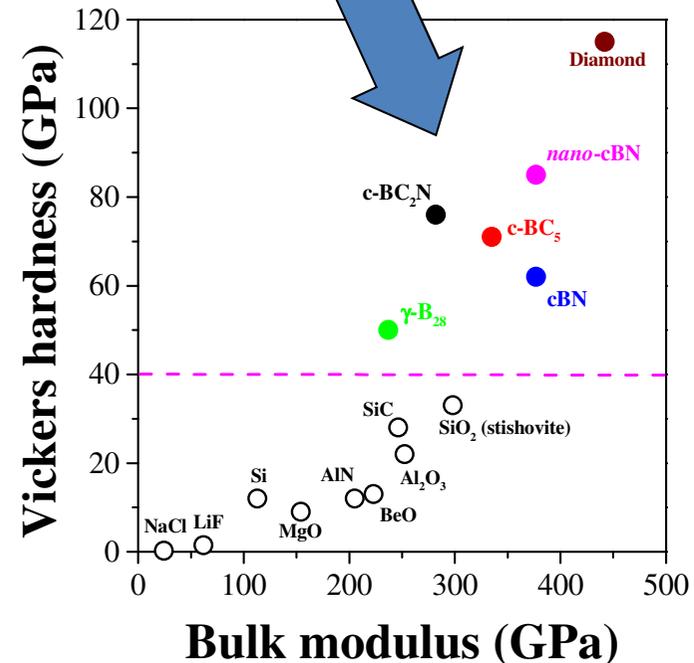
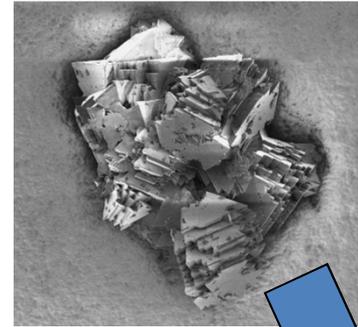
Elaboration de matériaux
à forte anisotropie

Equipements Haute Pression (élaboration & optimisation)

Presses (toroid/multi-enclumes)
Jusqu'à 25GPa / 3000K



Presse multi-enclumes
25GPa-2000 K



Exp. : phases ultra-dures

Equipements de caractérisation mécanique

Machines standard (traction, compression)

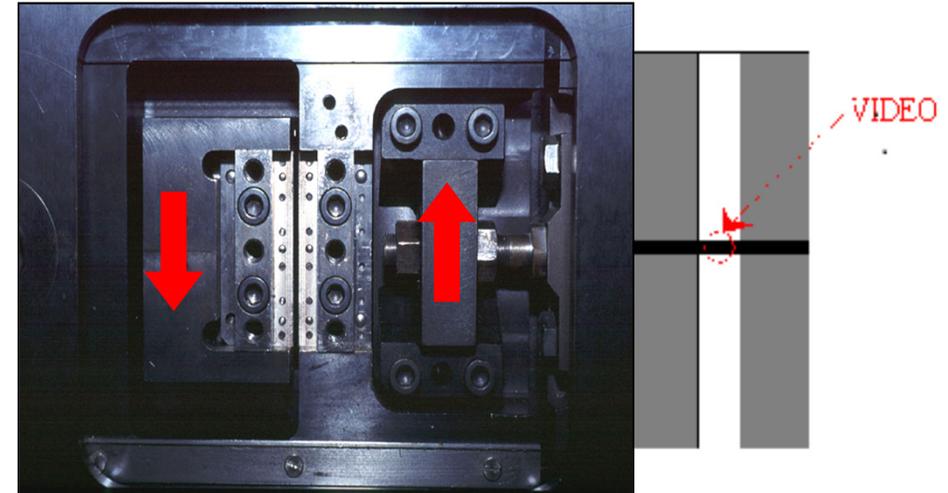
MTS 20 (100KN)



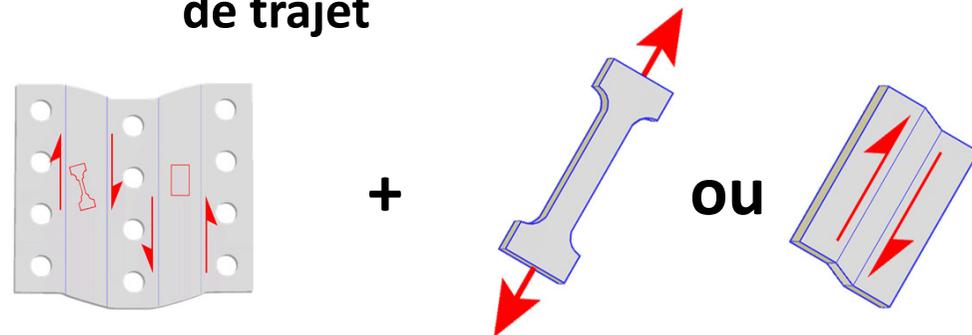
SCHENCK RMC100 (100KN)



Cisaillement simple (développement LSPM)



Grandes déformations et changements de trajet

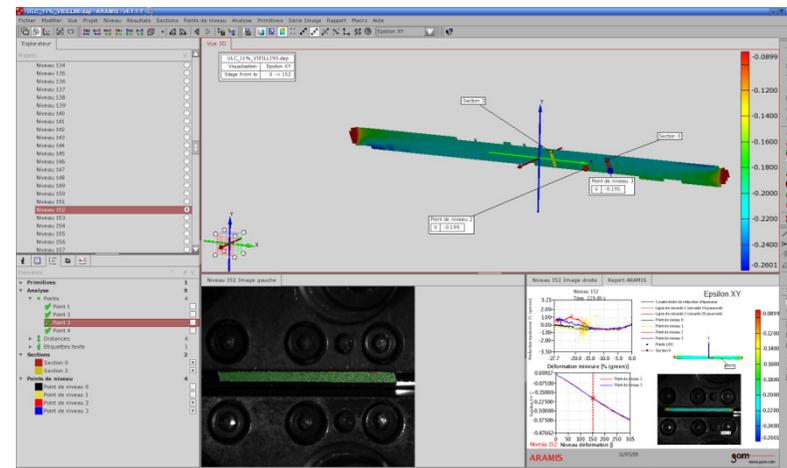
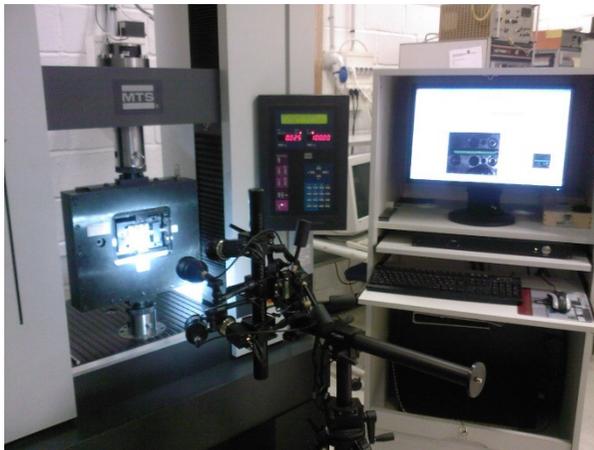


Equipements de caractérisation mécanique (suite)

Dispositif ARAMIS 5M : mesure de déformation 3D sans contact (du mm^2 à plusieurs m^2)

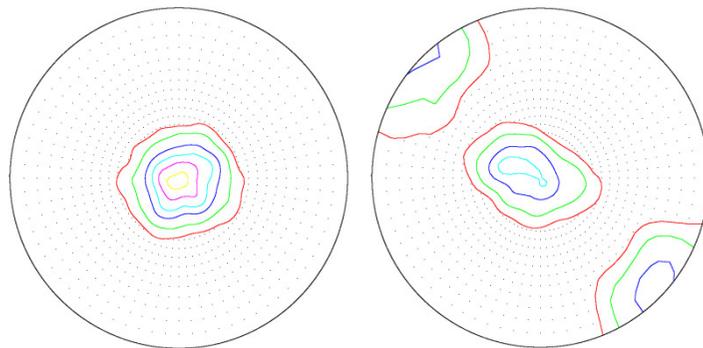
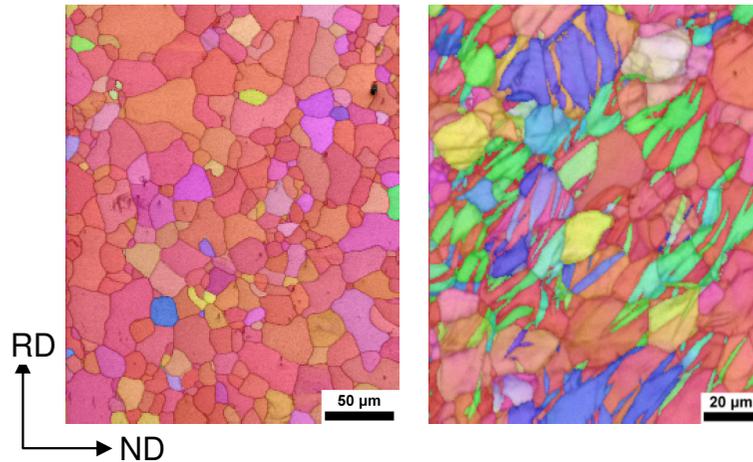


Mouchetis permettant de suivre la déformation durant l'essai.

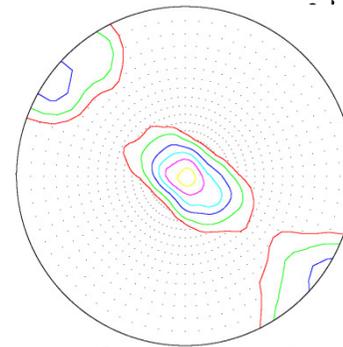


Exemple de comparaison modèle / expérience (1/2)

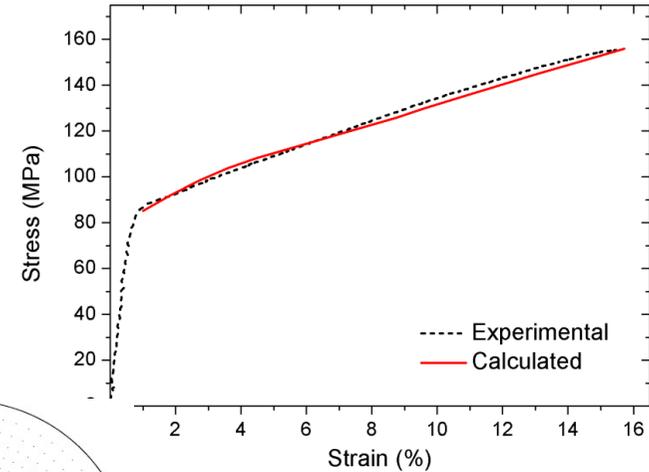
Alliage de Mg (aéronautique) : caractérisation **couplée** microstructure / propriétés mécaniques (cisaillement simple 15%)



Observations expérimentales



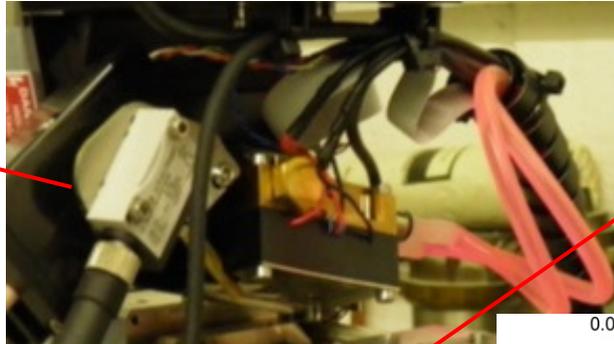
Comparaison Exp. /simulation
Modélisation par **homogénéisation**
mécanique



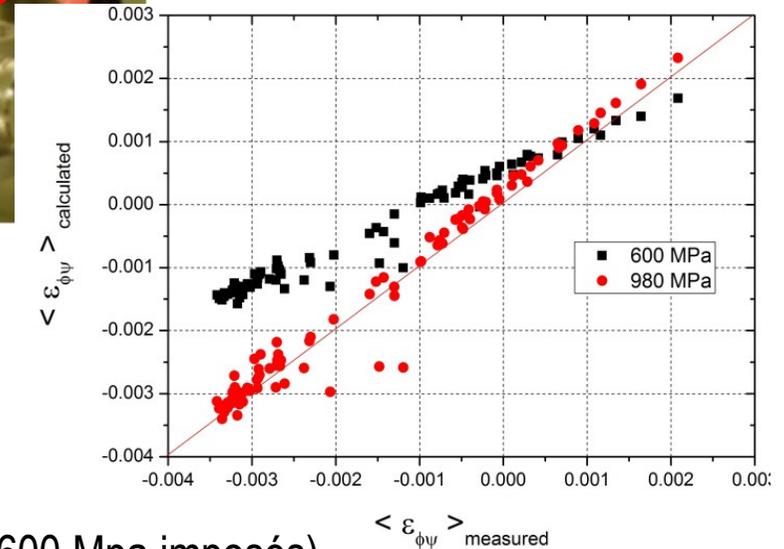
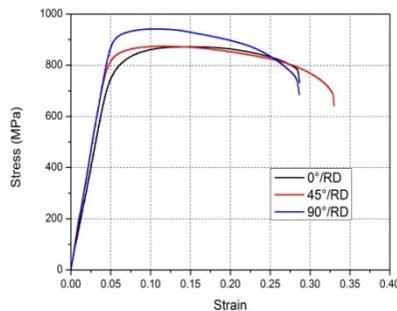
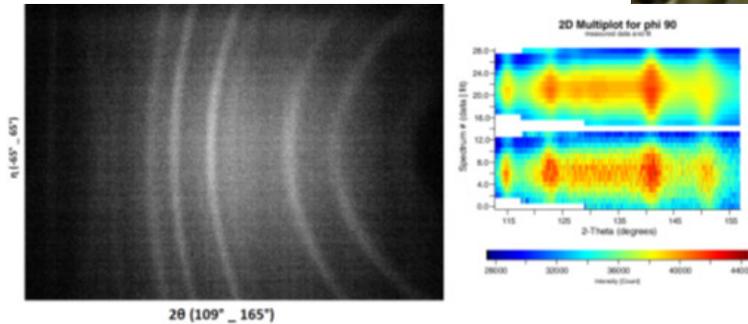
Exemple de comparaison modèle / expérience (2/2)

Caractérisation des contraintes résiduelles dans les alliages de Ti

Financement Paris 13 + LABEX
Dispositif XSolo +
Logiciel MAUD
Développement société INEL



Essais in situ + Analyse DRX +
Modèle micromécanique
Développements LSPM

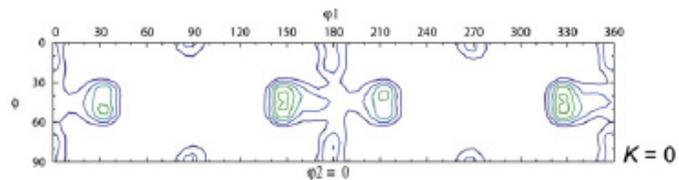


Chargement élastique (600 Mpa imposés).
L'accord mesure / calcul est excellent si l'on prend en compte les contraintes internes, mesurées en tenant compte de l'anisotropie.

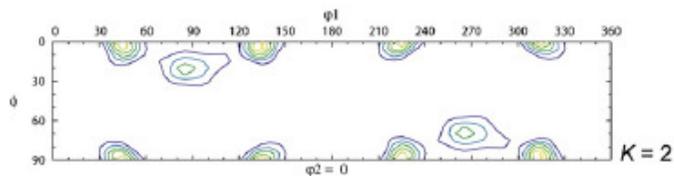
Equipement de transformation mécanique

Laminoir **asymétrique** instrumenté

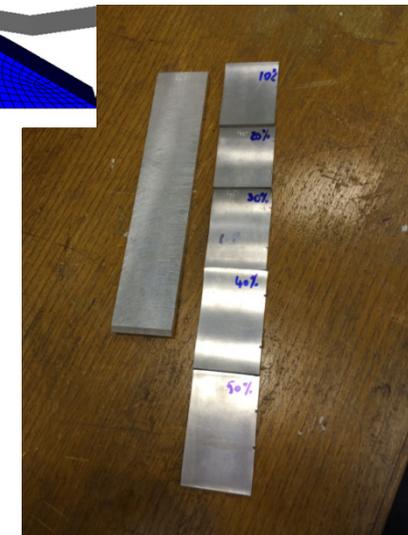
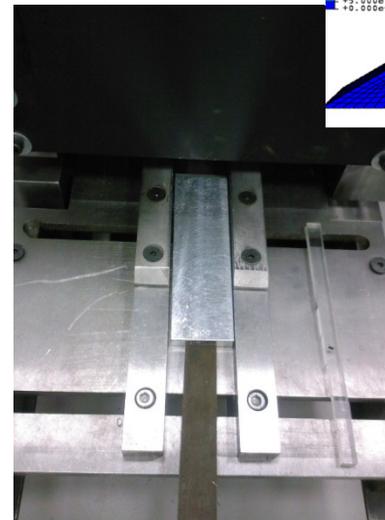
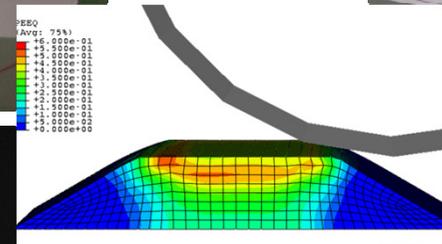
- ✓ Efforts réduits
- ✓ Contrôle de l'homogénéité du matériau
- ✓ Textures + ou – isotropes



Laminage sym. (al.)



Laminage asym (al.)



Equipement de simulation de traitement thermomécanique

En cours d'acquisition : GLEEBLE 3800

Systeme de simulation physique, d'essais et de **caractérisation thermomécaniques**.

Capacité : 20 tonnes en compression et 10 tonnes en traction.



Droit d'auteur : Gleeble.com

Essais mécaniques (T, vitesse de déformation variables) , simulations des processus de soudage, transformations de phase, compaction de poudres, traitements thermiques,

Service Haute Pression & Traitements Thermomécaniques

Ce service est

- **Indispensable à l'étude des matériaux de structure**
- **Nécessaire pour l'identification de lois de comportements et la validation des simulations numériques (modélisation multi-échelle)**
- **Complémentaire des services DRX et Microscopie**

Il repose sur quelques spécificités permettant

- **L'élaboration des matériaux à partir de poudres**
- **La transformation des matériaux pour un meilleur contrôle des microstructures et de la durabilité des structures**
- **Le savoir-faire mécanique a permis le développement de micromachines (MEB, AFM, DRX) ;**