

# NanoMatériaux / NanoParticules

## Propriétés / Thermodynamique/ Cinétique

E. Gaffet

NanoMaterials Research Group



Sciences des Matériaux « Nano »

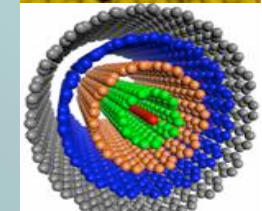
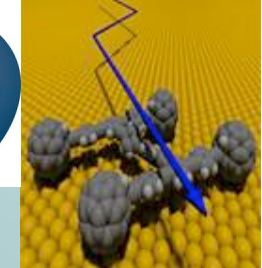
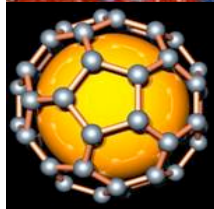
Optimisation  
Performance

Elaboration  
Procédés

Propriétés Physiques  
Propriétés Chimiques

Cristallographie  
Composition

NanoStructuration

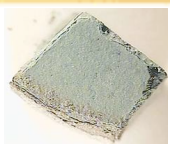


*Débat Public (Besançon)  
24 Novembre 2009*

**Méthodes  
mécaniques**

Mécano-synthèse  
Consolidation et densification  
Techniques de forte  
déformation

Approche « descendante » (top-down)



Matériau massif

(cm)



Poudre

( $\mu\text{m}$ )



Nanoparticules

(nm)



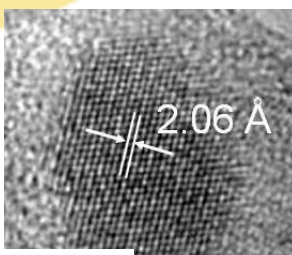
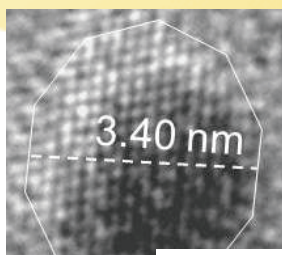
Agrégats/amas



Atomes

(0.1 nm)

Approche « ascendante » (bottom-up)



Nano- diamant

**Méthodes  
physiques**

Pyrolyse laser  
Évaporation/condensation  
Plasma thermique  
Techniques sol-gel  
Réactions en phase vapeur  
(CVD)

**Méthodes  
chimiques**

© Eurofield / INRS



[http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/Dossier%20Nano/\\$File/Visu.html#ancreGeneralites](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/Dossier%20Nano/$File/Visu.html#ancreGeneralites)

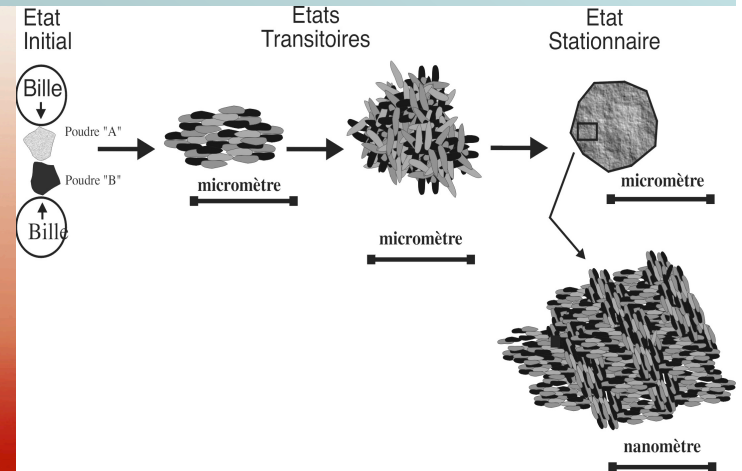
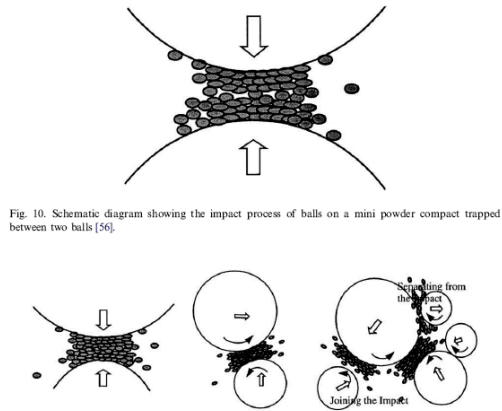


# Recherche

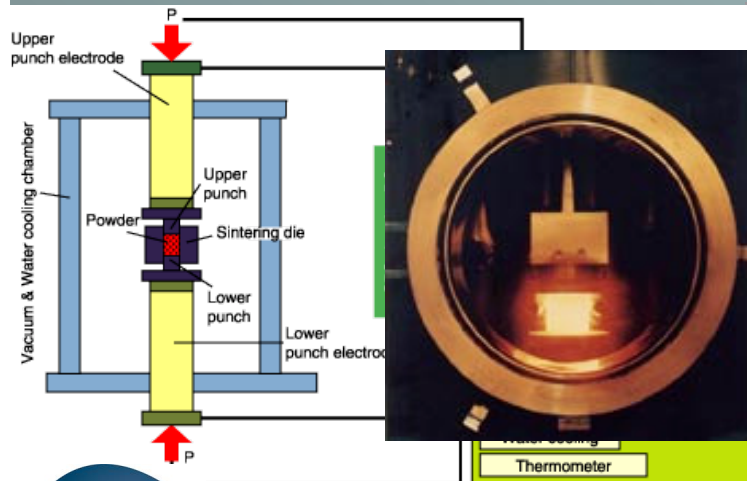
(Transitions de Phases Hors Equilibre)

# Métallurgie « nano » Poudres

i) Mécanosynthèse & Frittage Flash



ii) Frittage Flash (SPS Consolidation) – Des Poudres vers le Matériau Massif



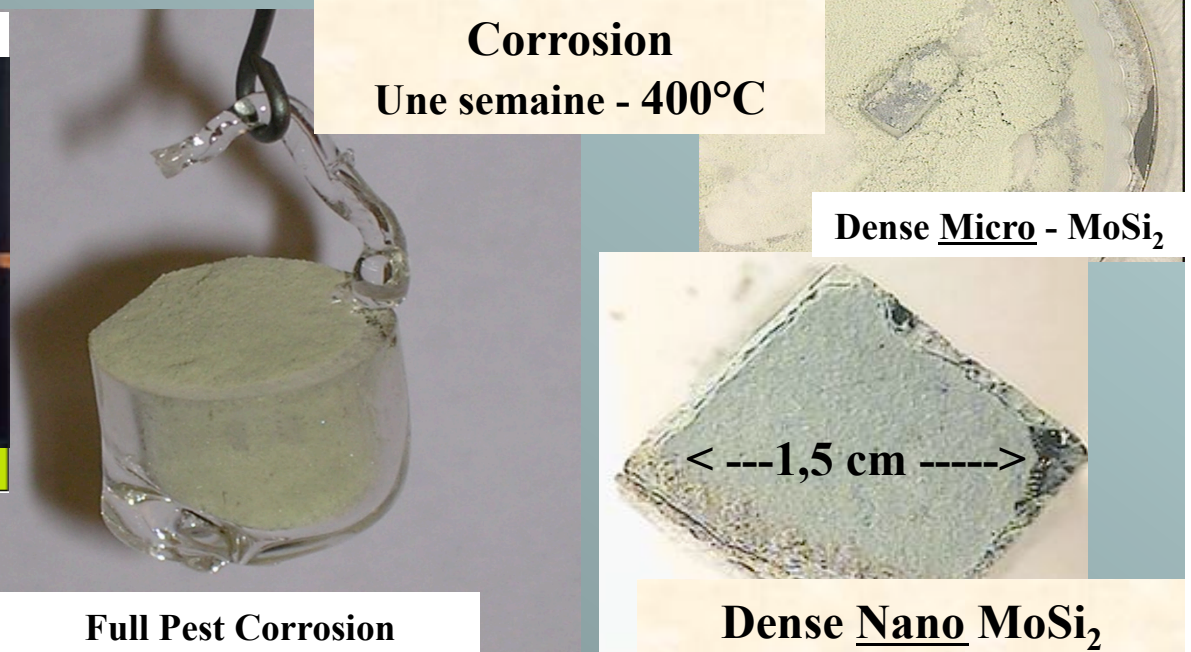
**Corrosion**  
Une semaine - 400°C

Dense Micro - MoSi<sub>2</sub>

< ---1,5 cm --->

Dense Nano MoSi<sub>2</sub>

Full Pest Corrosion

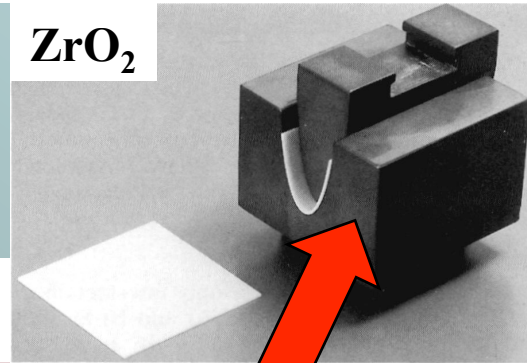


# Recherche

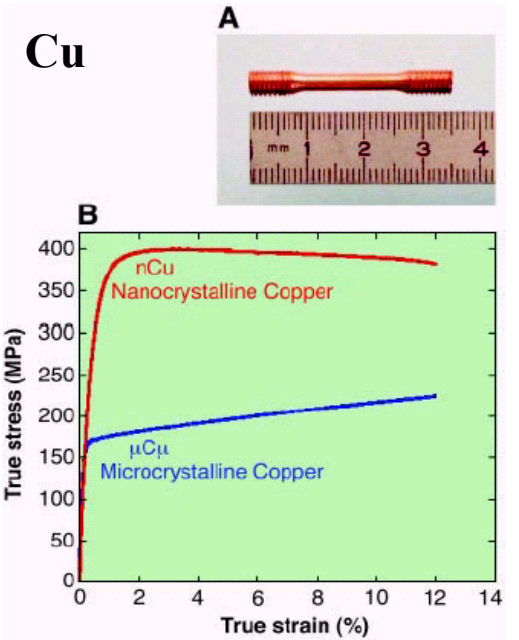
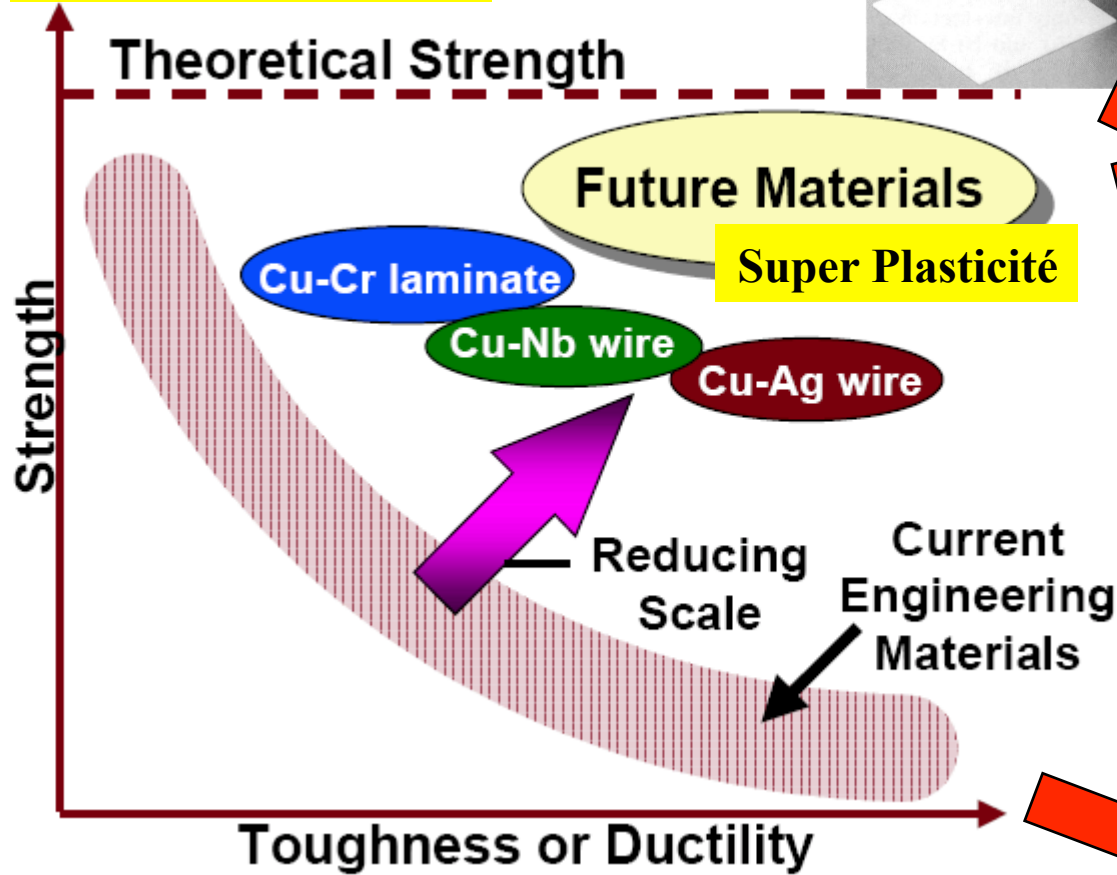
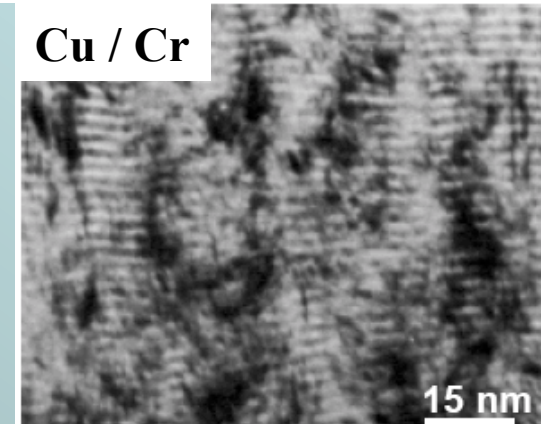
Propriétés Physico - Chimiques

« Dur » Mais Fragile

ZrO<sub>2</sub>



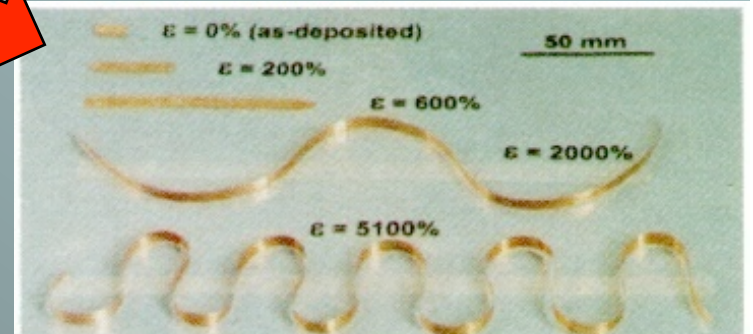
Cu / Cr



Ductile Mais Non Résistant mécaniquement



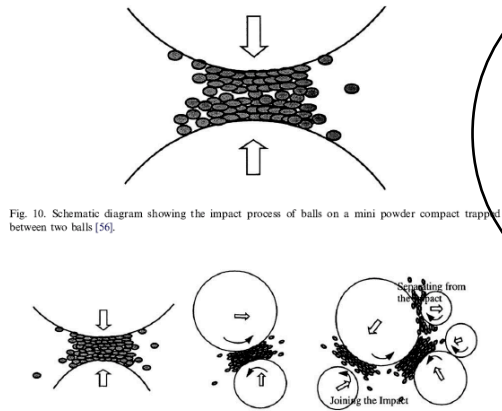
Allongement 5.000 %



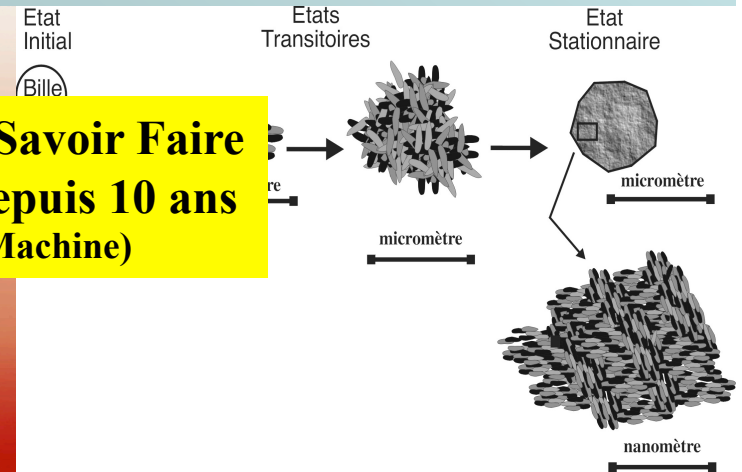
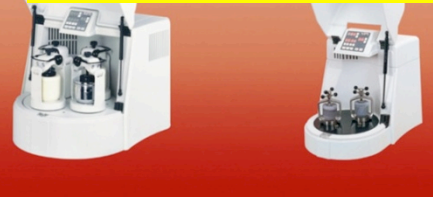


# Valorisation (Transfert Industriel)

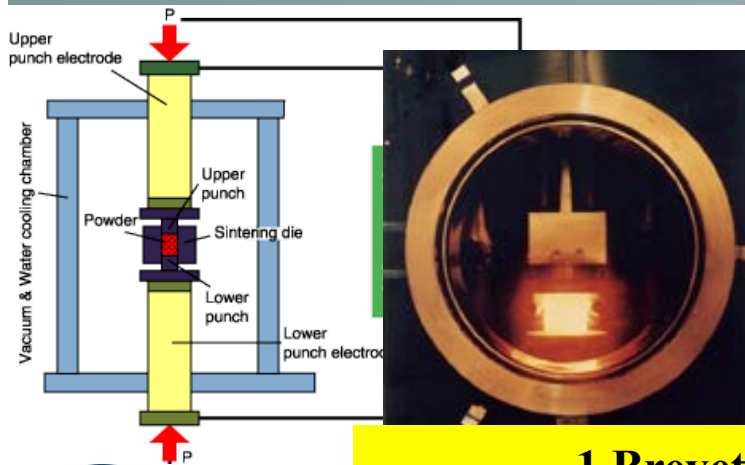
## Métallurgie des « nano » Poudres i) Mécanosynthèse & Frittage Flash



**Licence Transfert Savoir Faire  
15 machines /an depuis 10 ans  
(15 kEuros par Machine)**



## ii) Frittage Flash (Consolidation) – Des Poudres vers le Matériau Massif



Une semaine  
400°C

Dense Micro - MoSi<sub>2</sub>

< ---1,5 cm --- >

Dense Nano MoSi<sub>2</sub>

**1 Brevet Franco – Américain  
Frittage Réactif Flash – NanoMatériaux Denses**

Full Pest Corrosion



# Maitrise des Risques par la Maitrise de l'Exposition

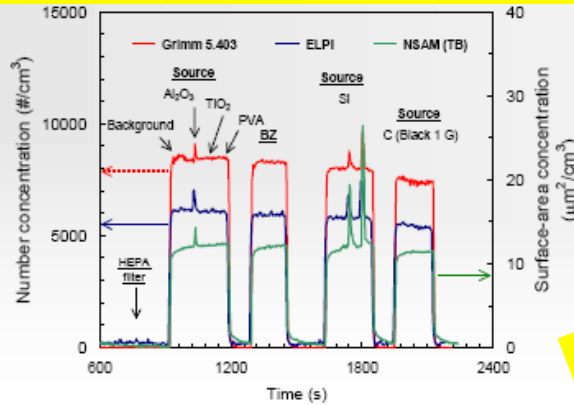
## Confinement (Boite à Gants) & Contrôle / INRS (2005 - 2006)

### Formation (Etudiants) – Edition Guide de Bonnes Pratiques !!!



Time series of concentrations during filling operations.

(Measurements were made at source and breathing zone BZ level)

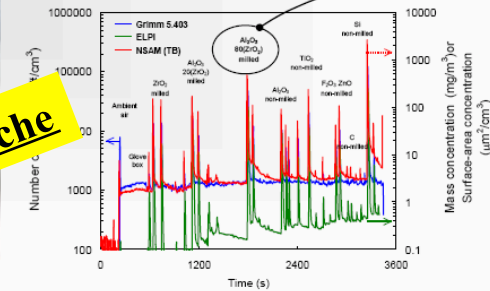


Manual transfer

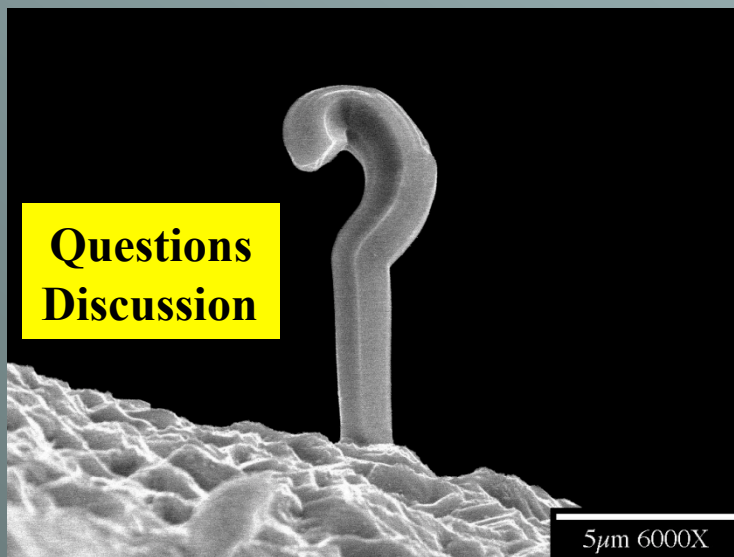


**Boite à Gants étanche**

Time series of concentrations during transfer operations. (mass <10 g; drop height = 10 cm)



Président Groupes Experts / Agence Française Sécurité Sanitaire Environnement Travail  
 1) Santé sur l'Homme et sur l'Environnement (2006) – 2) Sécurité au Travail (2008)  
 NanoProduits / AFSSET (2009) – GVISN / Haut Conseil Santé Publique - OCDE - ISO



Tin Whisker (Peter Bush, SUNY at Buffalo)



**Merci de votre Attention !**

[Eric.Gaffet@utbm.fr](mailto:Eric.Gaffet@utbm.fr)