

# Nanostructures Semi-conductrices Épitaxiées

*Assemblée Générale - IMT Château-Gombert – 31 mai 2007*



Laboratoire Matériaux et Microélectronique de Provence  
UMR CNRS 6137 - Marseille/Toulon (France) - [www.l2mp.fr](http://www.l2mp.fr)



# Membres de l'équipe

## Personnel permanent :

- *Isabelle BERBEZIER (D.R.)*
- *Franck BASSANI (C.R.)*
- *Antoine RONDA (I.R.)*
- *Philippe FERRANDIS (MCF)*
- *Luc FAVRE (MCF)*

## Chercheurs invités :

- *Nelson ROWELL (Pr.) Ca.*
- *Maurizio De CRESCENZI (Pr.) It.*

## Post-doctorant :

*Pierre-David SZKUTNIK (Dr.)*

## Doctorants :

- *Jean-Pierre AYOUB*
- *Adrien GOUYÉ*

## Stagiaires :

- *Nicolas GONZALEZ (M2)*
- *Gnima TOURÉ (M1)*
- *Guillaume AMIARD (M1)*

# Moyens matériels

## Préparation ex-situ

- Salle Blanche classe 10 000
- Banc chimique classe 100

## Synthèse : Bâtis MBE

- Chambre de croissance (sources solides)
- Chambre d'analyse (XPS – UPS – AES – LEED – RHEED)

## Caractérisations ex-situ

- AFM



## Demandes d'équipement budgétées

- Dual Beam FIB + SEM – colonne filtrée – (métallisation locale, nanolithographie, ...)
- Four RTA sous vide et atmosphère contrôlée (recuits + oxydations)

## Demandes d'équipement 2008

- Bâti d'épitaxie pour substrat 8 pouces (sources gazeuses)  
→ Transfert technologique pour l'industrie microélectronique.

# Échanges scientifiques

## *Contrats et collaborations*

### Projets :

- ANR Mémoire  
(équipes Mémoire et DUS  
+ IRPHE + ST microélectronique)
- Nano alliance 2008  
(ST microélectronique)

### Projets soumis :

- Réseau européen
- INTAS (Bulgarie)
- ANR COFIDOP
- ANR MnGe-Spin
- Projet Blanc (Région)

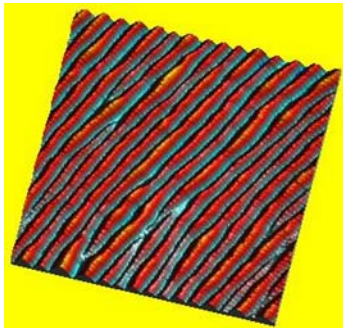
## *Organisation de congrès*

- Conférence internationale Nanosea 2006 (200 personnes)
- Conférence internationale E-MRS Spring Meeting 2007 (260 personnes)
- Conférence internationale ESPS-NIS (2008)
- Ecole CNRS « Auto-organisation de nanostructures » en coll. IRPHE (2008)

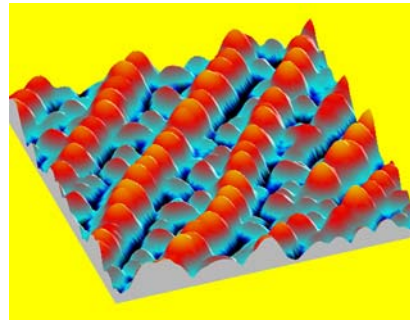
# Mécanismes de croissance...

## *Instabilités de croissance $Si_{1-x}Ge_x / Si$*

SiGe/Si(001) vicinal



Ge/SiGe/Si(001)



Approche « Bottom-Up »



Formation d'îlots et adressage

*Regroupement de marches*

*Effet surfactant (mode de croissance)*

Objectif : auto-organisation de nanostructures

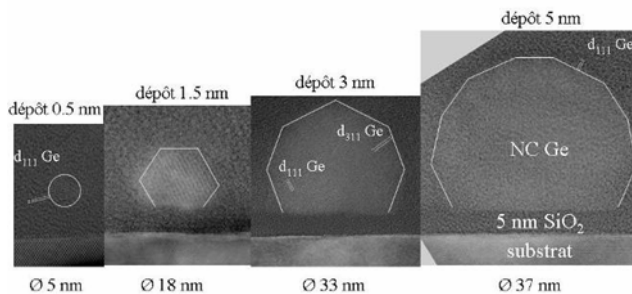
# ...et organisation

## Épitaxie en phase solide

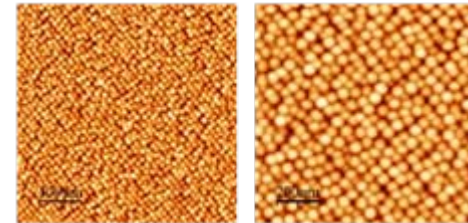
+ Approche « Top-Down »

Démouillage et cristallisation

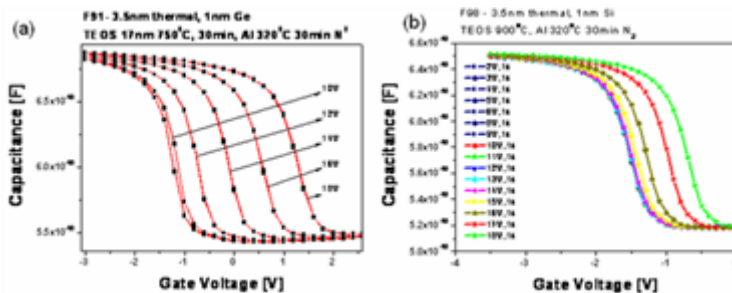
Utilisation de substrats nanostructurés par FIB, AFM, ...



Structuration de surface



Caractérisations électriques



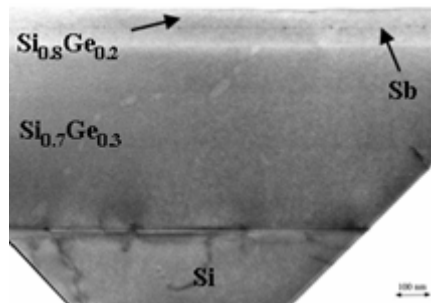
Objectifs :

- Réalisation de nanostructures de type boîtes quantiques, mémoires à nanocristaux, ...
- Étude de transport monoélectronique

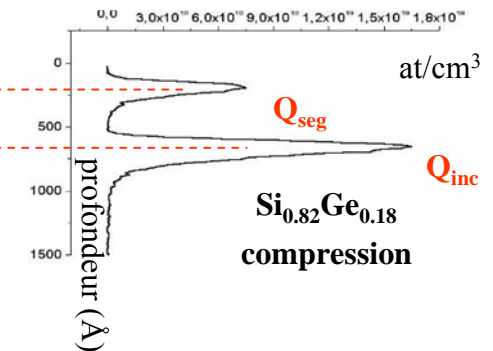
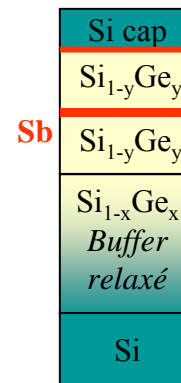
# Redistribution des dopants

## Dopage de couches $Si_{1-x}Ge_x$ contraintes

### Synthèse et caractérisations structurales

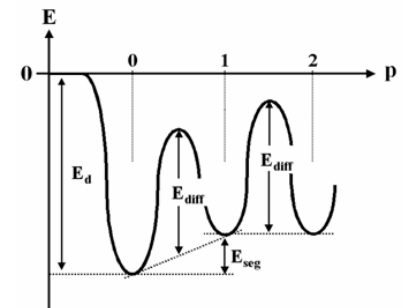


$y > x$  compression  
 $y < x$  tension  
 $y = x$  relaxée



### Modélisation

$$\frac{\partial C_0}{\partial t} = Z'v \exp\left(\frac{-E_{diff}}{kT}\right) \left[ C_1(1 - C_0) \exp\left(\frac{-E_{seg}}{2kT}\right) - C_0(1 - C_1) \exp\left(\frac{+E_{seg}}{2kT}\right) \right] - J_{acc}$$



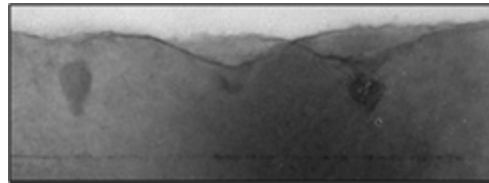
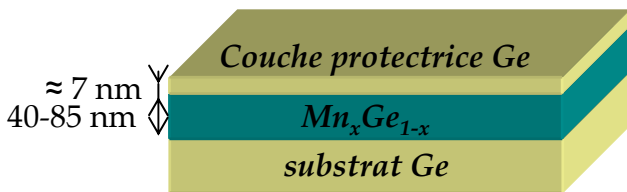
### Objectifs :

- Dopage localisé de couches minces contraintes ;
- Silicium dopé et contraint sur SOI.

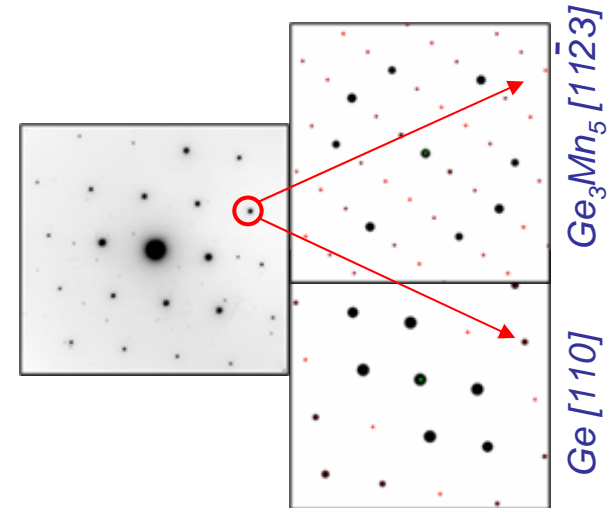
# Dopage magnétique

## Etude de couches $Ge_{1-x}Mn_x$

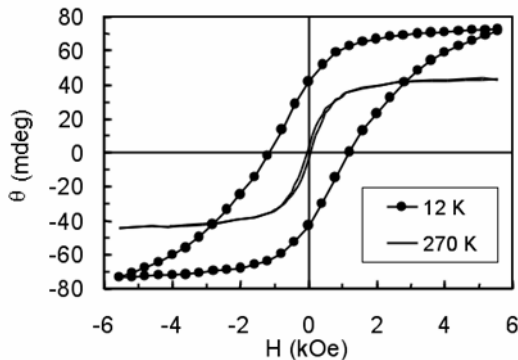
### Caractérisations structurales de couches $Mn_xGe_{1-x}$



TEM



### Caractérisations magnétiques



### Objectifs:

- faible dopage  $\rightarrow$  DMS
- fort dopage  $\rightarrow$  injection d'électrons polarisés en spin

### Applications :

- Mémoires à magnétorésistance géante ;
- Composants de spintronique

# Plate-forme d'élaboration

## *Fabrication de composants modèles*

- Mémoires à nanocristaux
- Transistors MOSFET à haute mobilité (canal Si et/ou Ge contraint)
- Transistors à effet de champs SSOI et GeOI
- Transistors à résonance tunnel.