

# Fabrication et étude de structures

MODFET  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$

Équipe Nanostructures Si/Ge

(Isabelle Berbezier, directeur de thèse)

En collaboration Équipe Réactivité et Interfaces  
(Patrick Gas)

Contexte: contrat Nanoalliance 2008 (STMMicroelectronics)



LABORATOIRE MATERIAUX et MICROELECTRONIQUE DE PROVENCE  
UMR CNRS 6137 - Universités d'Aix-Marseille, de Provence et de Toulon

Jean Pierre Ayoub

Libanais

2002: Maîtrise Chimie - Physique, Univ. libanaise (Beyrouth)

2004: Diplôme ingénieur E.C.P.M (Strasbourg)

2004 : D.E.A. « Etude des semiconducteurs magnétiques »

Stage effectué à l'IPCMS (Strasbourg)

Publications:

Physics Letter A - Effect of ion irradiation on the structural and magnetic properties of  $Zn_{0.75}Co_{0.25}O$  magnetic Semiconductor

JMMM- Ferromagnetic exchange interaction between hard and soft Ferromagnetic layers through ZnS semiconductor

01.10.04 : Début de la thèse

# MODFET

```
graph TD; A([MODFET]) --> B[Identification des pbs:]; B --> C["Croissance MBE des structures  
(caractérisations structurales, chimiques, électrique, optique)"]; C --> D["Aspect Fondamental  
Compréhension des mécanismes  
de base"]; C --> E["Aspect pratique  
Fabrication de structures  
élémentaires"];
```

## Identification des pbs:

- couche tampon avec % Ge élevée
- Tx de dopage élevé
- Interfaces abrupts et couches fines

## Croissance MBE des structures

(caractérisations structurales, chimiques, électrique, optique)

### Aspect Fondamental

Compréhension des mécanismes  
de base

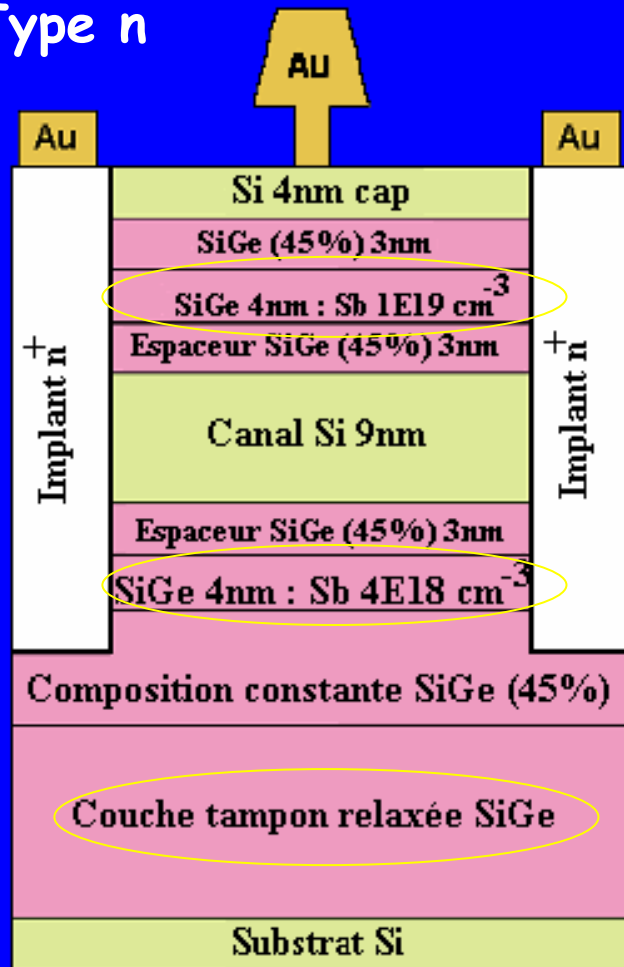
### Aspect pratique

Fabrication de structures  
élémentaires

# Application: MODFET à base de SiGe

(Modulation Doped Field Effect Transistor)

Type n



Canal Si en tension

Type p



Canal Ge en compression

# Buts scientifiques

1- Compréhension des mécanismes d'incorporation des dopants : (B type P; Sb type N)

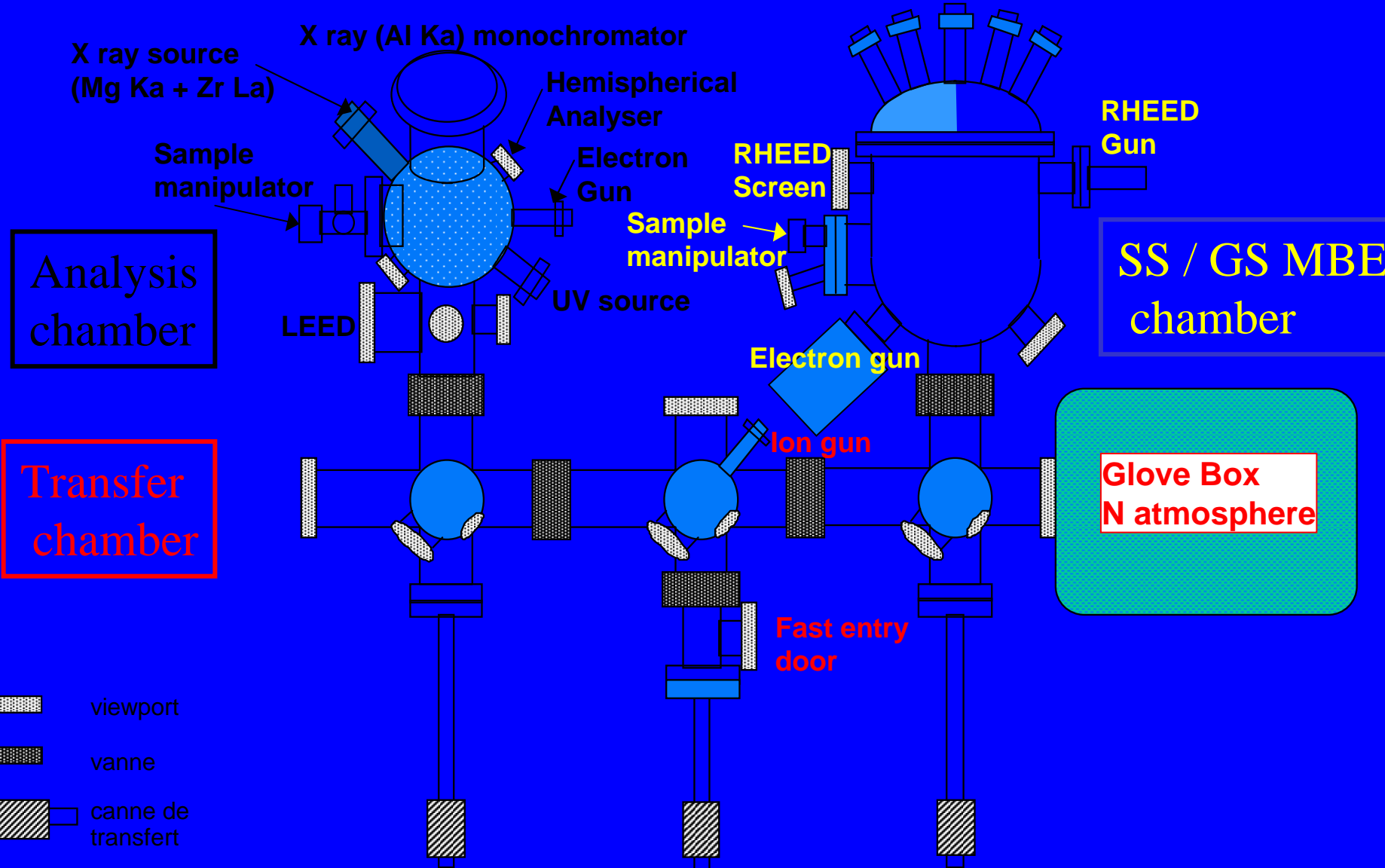
- Ségrégation durant la croissance
- Désorption
- Diffusion

3- Étude des propriétés physiques des structures

- Propriétés électriques (défauts, interfaces, porteurs)
- Propriétés optiques (recombinaisons radiatives)

2- Développement d'un procédé de fabrication des couches actives par MBE (transférable à la CVD)

**Knudsen, Gas cells & QUAD**






**Analysis chamber**

**Transfer chamber**

**SS / GS MBE chamber**

**Glove Box  
N atmosphere**

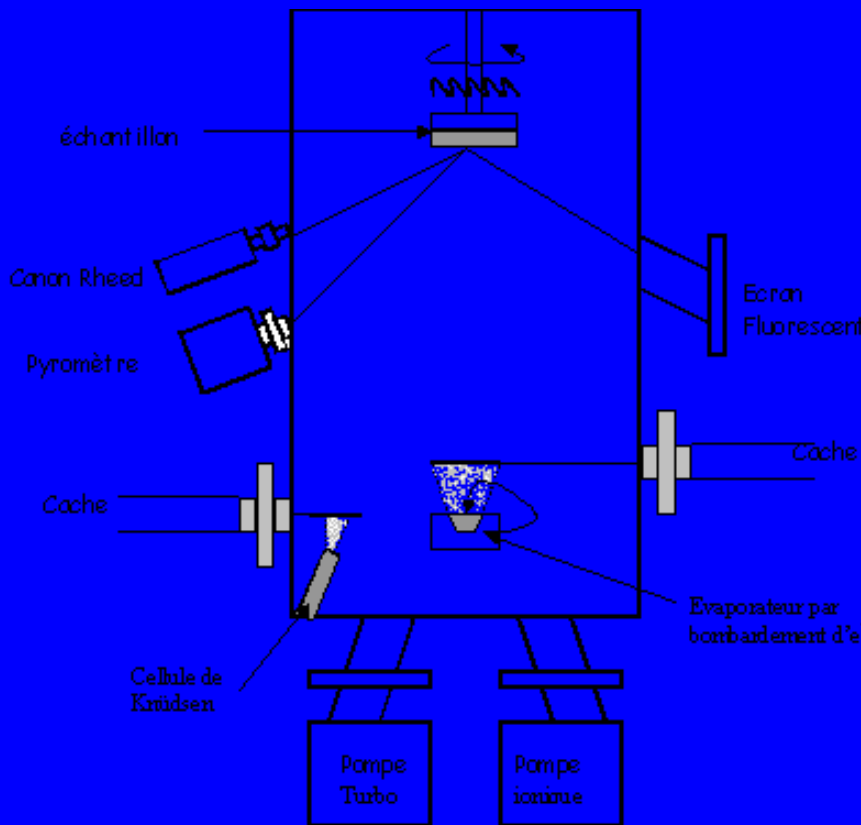
-  viewport
-  vanne
-  canne de transfert

**Chamber :**  
- Tranfer  
- Preparation  
- Fact entry

**Chamber :**  
- Tranfer  
- Introduction

# Techniques d'élaboration et de caractérisation des structures

## Molecular Beam Epitaxy MBE



## Caractérisation in situ:

- Spectroscopie d'e- Auger (AES)
- Diffraction d'e- de haute E en Réflexion (RHEED)
- Spectroscopie de Photoe- X (XPS)
- Diffraction des e- lents (LEED)

## Caractérisation ex situ:

- Spectroscopie de masse d'ions 2<sup>re</sup> (SIMS)
- Microscopie e- en transmission (TEM)
- Microscopie Force Atomique (AFM)
- Diffraction RX (DRX)

# Étude de la ségrégation et diffusion des dopants (Sb, B)

Thèse A. Portavoce:  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  avec  $0 < x < 0.2$

But de la thèse :  $0.2 < x < 1$

Couches  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  relaxées : 0.25; 0.5; 0.75; 1

	Contraintes	Sb		B	
Ségrégation	Compression	X	$p^b$	X	$p^b$
	Tension	X	$p^b$	X	$p^b$
	Relaxée	X		X	
Diffusion	Compression	X	$p^b$	X	$p^b$
	Tension	X	$p^b$	X	$p^b$
	Relaxée	X		X	