



Université
Fédérale

Toulouse
Midi-Pyrénées

SEISMES : Structure Electronique et Injection de Spin dans les jonctions METal ferromagnétique/isolant/Semiconducteur



Thomas Garandel

ED-SDM

INSA

Lionel Calmels - CEMES

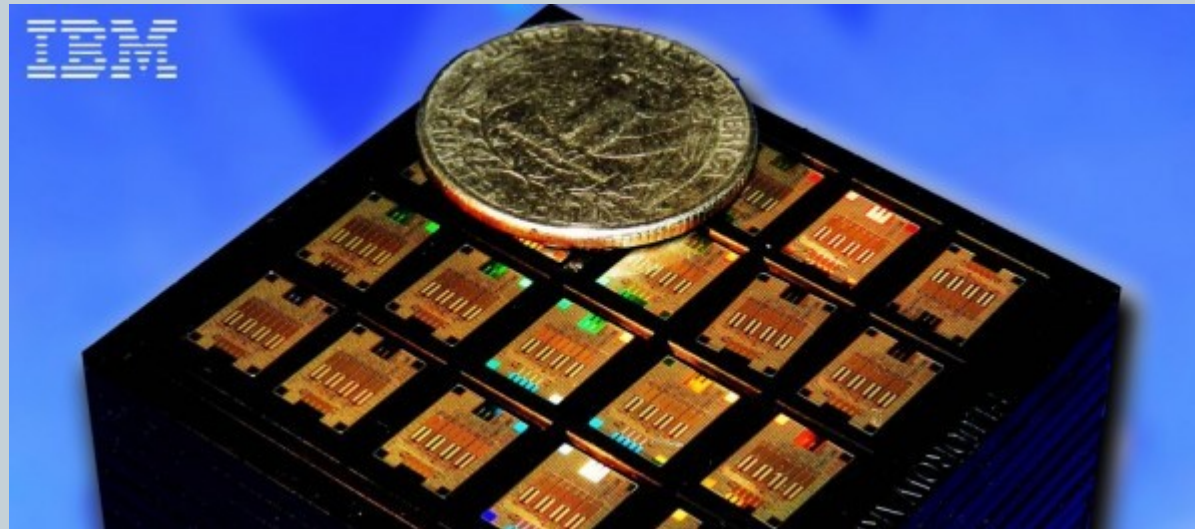
Pierre Renucci - LPCNO

COMUE - Région Midi-Pyrénées

Vers une électronique de spin à base de semiconducteurs bidimensionnels

2

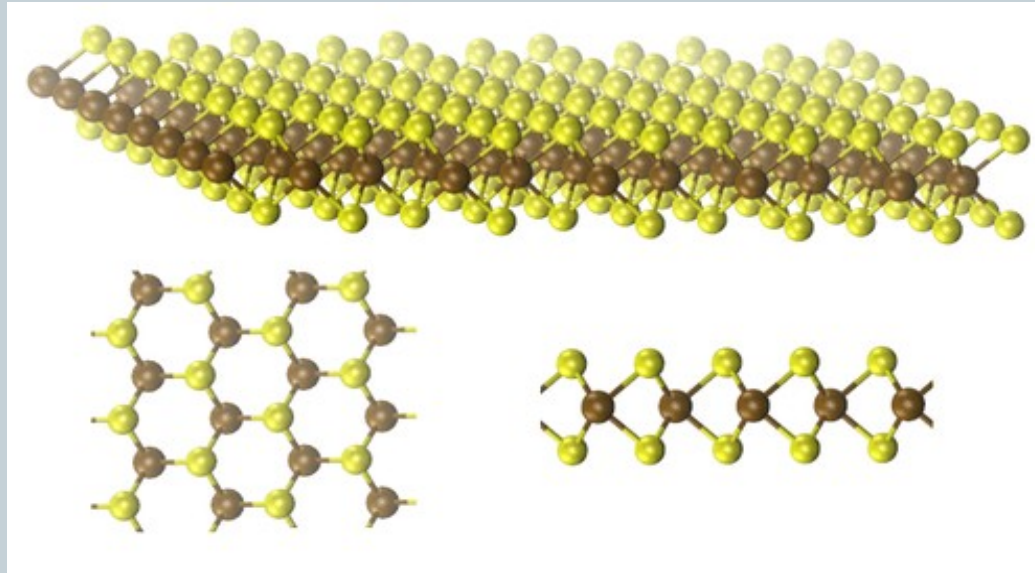
- Dépasser les limites physiques liées à la technologie CMOS (électronique à base de silicium)



Vers une électronique de spin à base de semiconducteurs bidimensionnels

3

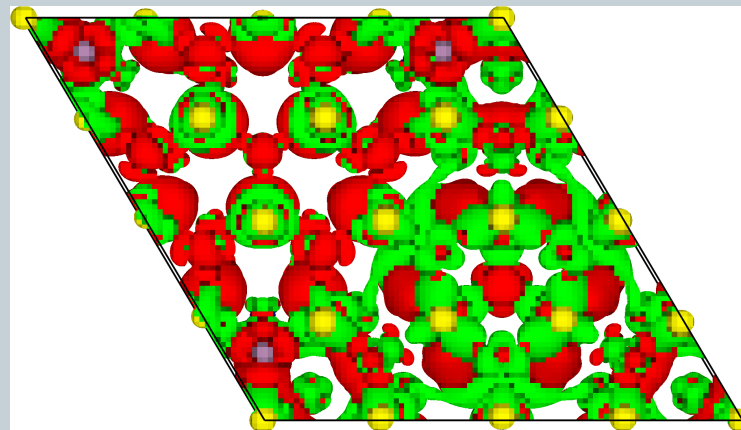
- Dépasser les limites physiques liées à la technologie CMOS (électronique à base de silicium)
- Franchir les limites de miniaturisation des composants électroniques en utilisant un semiconducteur 2D : MoS₂



Vers une électronique de spin à base de semiconducteurs bidimensionnels

4

- Dépasser les limites physiques liées à la technologie CMOS (électronique à base de silicium)
- Franchir les limites de miniaturisation des composants électroniques en utilisant un semiconducteur 2D : MoS₂
- Manipuler le spin de l'électron en plus de sa charge dans MoS₂, pour stocker plus d'information en consommant moins d'énergie



Vers une électronique de spin à base de semiconducteurs bidimensionnels

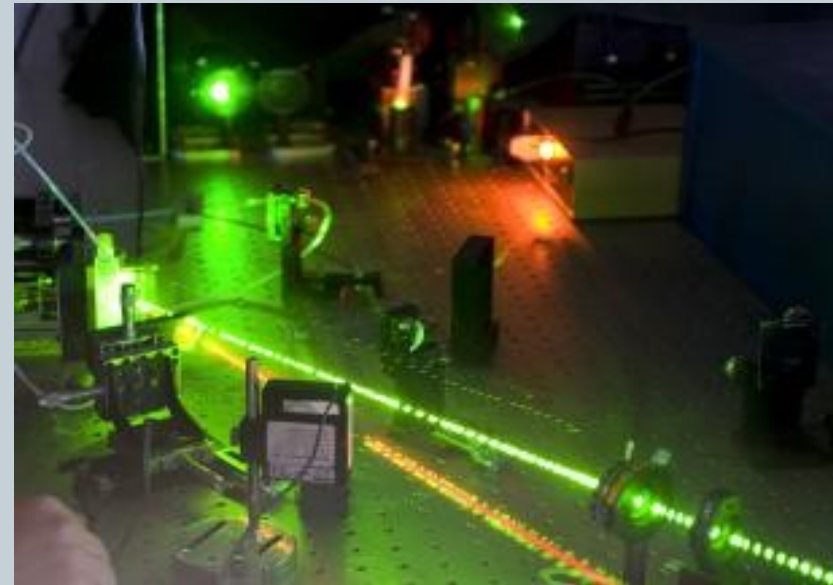
5

- Dépasser les limites physiques liées à la technologie CMOS (électronique à base de silicium)
- Franchir les limites de miniaturisation des composants électroniques en utilisant un semiconducteur 2D : MoS₂
- Manipuler le spin de l'électron en plus de sa charge dans MoS₂, pour stocker plus d'information en consommant moins d'énergie
- Dans ce but : étudier la connexion électrique entre MoS₂ et un métal ferromagnétique (cobalt)

Structure électronique de l'interface Co/MoS₂

6

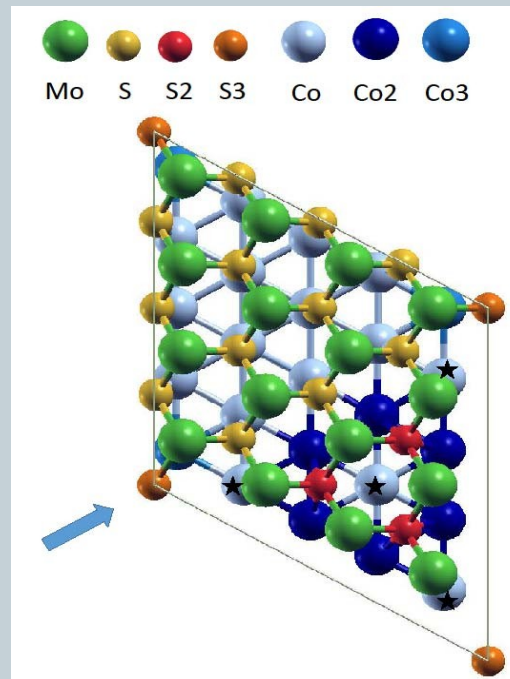
- Les résultats ont été obtenus par des calculs informatiques intensifs (effectués sur le supercalculateur de CALMIP) puis comparés à des mesures de physique expérimentale



Structure électronique de l'interface Co/MoS₂

7

- Les résultats ont été obtenus par des calculs informatiques intensifs (effectués sur le supercalculateur de CALMIP) puis comparés à des mesures de physique expérimentale
- Calcul de la structure atomique à l'interface (position des atomes)



Structure électronique de l'interface Co/MoS₂

8

- Les résultats ont été obtenus par des calculs informatiques intensifs (effectués sur le supercalculateur de CALMIP) puis comparés à des mesures de physique expérimentale
- Calcul de la structure atomique à l'interface (position des atomes)
- Modification de la structure électronique de MoS₂ à l'interface : MoS₂ devient **conducteur** et **magnétique**

Structure électronique de l'interface Co/MoS₂

9

- Les résultats ont été obtenus par des calculs informatiques intensifs (effectués sur le supercalculateur de CALMIP) puis comparés à des mesures de physique expérimentale
- Calcul de la structure atomique à l'interface (position des atomes)
- Modification de la structure électronique de MoS₂ à l'interface : MoS₂ devient conducteur et magnétique
- Une étude analogue sur l'interface Ni/WSe₂ est en cours

Structure électronique de l'interface Co/MoS₂

10

- Les résultats ont été obtenus par des calculs informatiques intensifs (effectués sur le supercalculateur de CALMIP) puis comparés à des mesures de physique expérimentale
- Calcul de la structure atomique à l'interface (position des atomes)
- Modification de la structure électronique de MoS₂ à l'interface : MoS₂ devient **conducteur** et **magnétique**
- Une étude analogue sur l'interface Ni/WSe₂ est en cours
- Résultats présentés dans 3 conférences dont 2 internationales et publié dans 1 article (Phys Rev B) +1 accepté

PHYSICAL REVIEW B 95, 075402 (2017)

a) Intérêt du caractère interdisciplinaire b) difficultés rencontrées

11

- a) * Les résultats obtenus par calcul informatique sont très utiles pour interpréter les expériences menées par le LPCNO (Collaboration avec IJL-Nancy)
- * Cette thèse a permis d'initier une collaboration entre le CEMES (calculs informatiques) et le LPCNO (physique des matériaux 2D et du spin par approche expérimentale) qui va se poursuivre.
- b) Système de grande taille ce qui implique des calculs informatiques très longs et coûteux en ressources (mémoire, CPU...)

Perspectives : a) pour le doctorant

b) pour le projet

12

a) * Une expérience enrichissante, découverte du monde de la Recherche

* À moyen terme : projet alternatif (découverte du monde et d'autres cultures)

* À plus long terme : réorientation professionnelle

b) Le projet continuera (calculs informatiques prédictifs + expériences) :

Des physiciens du site toulousain spécialistes de la croissance d'échantillons sont impliqués depuis peu, dans le but de tendre vers des dispositifs à base de MoS₂, WSe₂

Retour d'expérience des deux encadrants

13

- Cette expérience riche nous a permis de découvrir nos domaines d'expertise complémentaires et de mettre à profit ces complémentarités (« on se comprend mieux »)
- Expérience de formation très enrichissante vu que Thomas Garandel, bien qu'ayant une formation de physicien, connaissait peu la partie de la physique concernée par ce projet
- Expérience enrichissante également car Thomas Garandel avait des compétences en calcul informatique assez poussées (il nous a permis de faire des choses précises grâce à ces compétences).