

Axe principal: EDS

Axes secondaires : NPIQ

## **Croissance et propriétés de systèmes hybrides en couches minces**

<http://www.insp.jussieu.fr/-Croissance-et-proprietes-de-.html>

Institut des Nano-Sciences de Paris  
4 place Jussieu, boîte courrier 840 □ 75252 PARIS cedex 05

[www.insp.upmc.fr](http://www.insp.upmc.fr)

**Contact C'nano de l'équipe**  
ETGENS, Victor

### **Responsable d'équipe :**

Massimiliano MARANGOLO  
[massimiliano.marangolo@insp.jussieu.fr](mailto:massimiliano.marangolo@insp.jussieu.fr)

### **Membres permanents de l'équipe :**

Paola ATKINSON  
[paola.atkinson@insp.jussieu.fr](mailto:paola.atkinson@insp.jussieu.fr)

Stéphane CHENOT  
[Stephane.chenot@insp.jussieu.fr](mailto:Stephane.chenot@insp.jussieu.fr)

Dominique DEMAILLE  
[Dominiquer.demaille@insp.jussieu.fr](mailto:Dominiquer.demaille@insp.jussieu.fr)

Mahmoud EDDRIEF  
[Mahmoud.eddrief@insp.jussieu.fr](mailto:Mahmoud.eddrief@insp.jussieu.fr)

Victor ETGENS  
[victor.etgens@insp.jussieu.fr](mailto:victor.etgens@insp.jussieu.fr)

Bruno GALLAS  
[Bruno.gallas@insp.jussieu.fr](mailto:Bruno.gallas@insp.jussieu.fr)

Christian HEBERT  
[Christian.hebert@insp.jussieu.fr](mailto:Christian.hebert@insp.jussieu.fr)

Jacques PERRIERE  
[Jacques.perriere@insp.jussieu.fr](mailto:Jacques.perriere@insp.jussieu.fr)

Franck VIDAL  
[franck.vidal@insp.jussieu.fr](mailto:franck.vidal@insp.jussieu.fr)

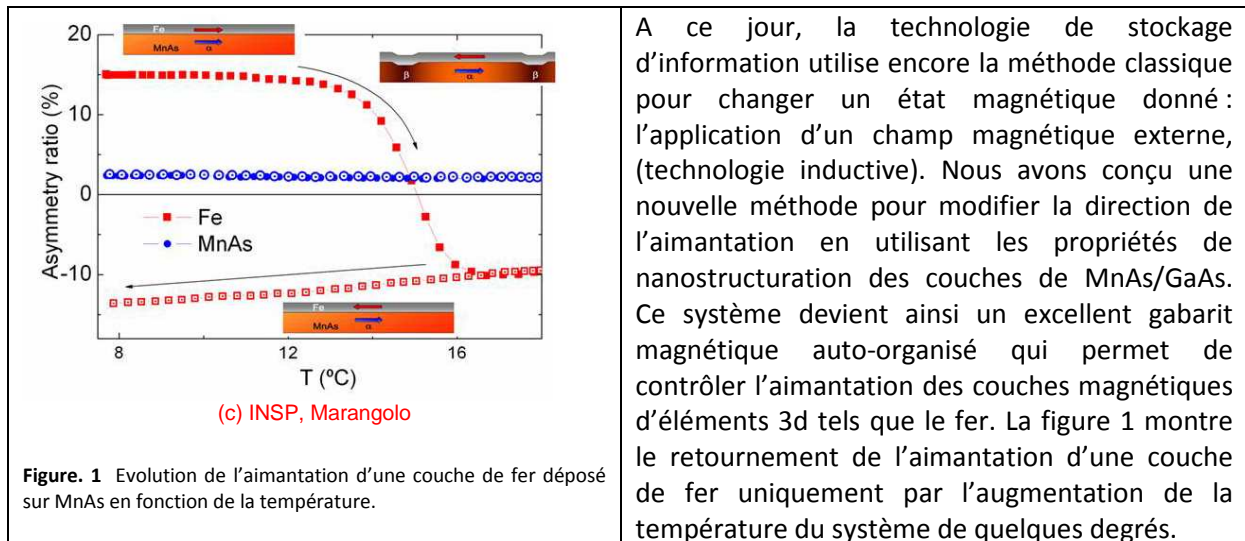
Yunlin ZHENG  
[yunlin.zheng@insp.jussieu.fr](mailto:yunlin.zheng@insp.jussieu.fr)

- **Activité scientifique de l'équipe :**

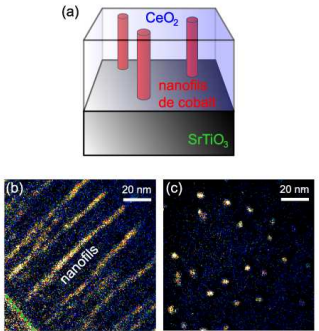
Notre activité de recherche concerne l'élaboration de matériaux, des nanomatériaux et des métamatériaux en couches minces avec l'objectif d'étudier les propriétés physiques/fonctionnalités originales de tels objets. Ces propriétés/fonctionnalités nouvelles et/ou originales peuvent être une conséquence d'une réduction de dimensionnalité à l'échelle nanométrique, de l'association de deux matériaux de natures différentes ou, tout simplement, de la découverte d'une nouvelle classe de matériaux. Déjà les métamatériaux sont des matériaux nanocomposites formés de réseaux de résonateurs plasmoniques de dimensions très inférieures à la longueur d'onde. Les phénomènes d'interfaces et la structuration nanométrique jouent un rôle important dans l'émergence de propriétés nouvelles. Ainsi, de nombreux aspects de nos recherches sont liés aux phénomènes de croissance : étude de l'hétéro-épitaxie, instabilités de croissance, aspects cinétiques et thermodynamiques... Les moyens d'élaboration à disposition permettent d'étudier des systèmes à base de semi-conducteurs III-V, II-VI, métaux ferromagnétiques, oxydes... Nous utilisons de nombreuses techniques in situ et ex situ (STM, XPS, SQUID, ellipsométrie, diffraction(s)...) ainsi que les grands instruments.

- **Recherche(s) et résultat(s) obtenu(s) dans les domaines d'actions des nanosciences :**

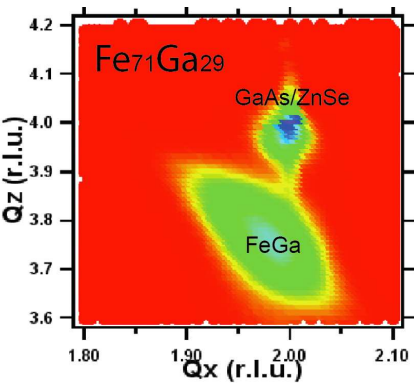
**Renversement de l'aimantation par cycle thermique**



**Nanofils ferromagnétiques auto-assemblés de faible diamètre**

 <p>(a) INSP, D. Demaille / Y. Zheng / F. Vidal</p> <p>Figure 2 : Nanofils de cobalt auto-assemblés dans une matrice oxyde épitaxiée sur titanate de strontium. (a) schéma de la structure du système, (b-c) images de microscopie électronique en transmission filtrées au seuil L du cobalt en section transverse (b) et vue plane (c). Cette cartographie chimique met en évidence la formation de nanofils de cobalt de diamètre 5 nm. Ces nano-objets constituent un système idéal pour des études fondamentales sur le retournement de l'aimantation dans une gamme de dimensions peu explorée et sont également intéressants en vue d'applications potentielles en stockage de l'information.</p>	<p>Nous avons récemment mis en évidence la formation de nanofils de Co auto-assemblés dans une matrice de <math>\text{CeO}_2</math> épitaxiée sur <math>\text{SrTiO}_3(001)</math>. Ces nano-objets en matrice, élaborés par ablation laser pulsé (PLD) constituent des systèmes très intéressants pour des études de nano-magnétisme dans une gamme de dimensions (diamètre des nanofils inférieur à 5 nm) inexplorée.</p> <p>Plusieurs axes sont actuellement en cours d'étude :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Structure interne des nanofils et impact des conditions de croissance sur la structure.</li> <li>-Possibilité d'élaborer des nanofils de Ni, <math>\text{Fe}_3\text{O}_4</math>... ou des nanofils structurés le long de l'axe.</li> <li>-Nano-magnétisme de ces objets (mécanisme de renversement de l'aimantation...).</li> </ul> <p>Ce projet bénéficie du soutien de C'nano IdF (projet IA2010 Nadia) en collaboration avec le GEMaC (CNRS-UVSQ).</p>
---	--

**Galfenol : Contrôle de l'aimantation par l'effet magnétostrictif**

 <p>(c) INSP, M. Eddrief/ V. Etgens SOLEIL A Coati</p> <p>Figure 3 : Cartographie de l'espace réciproque autour de la raie (2 0 4) du GaAs faite sur la ligne SIXS à SOLEIL.</p>	<p>Une autre voie envisagée pour contrôler l'aimantation d'une couche mince magnétique sans l'application de champ magnétique est d'utiliser l'effet magnétostrictif via la le couple contrainte/déformation. Dans cette perspective nous étudions l'intégration dans les hétérostructures hybrides d'un alliage magnétostrictif de <math>\text{Fe}_{1-x}\text{Ga}_x</math>. La croissance est réalisée par épitaxie par jets moléculaires. L'échantillon est ensuite étudié par les techniques <i>ex-situ</i> comme la microscopie électronique en transmission, la spectroscopie optique et par diffraction à SOLEIL. Nous souhaiterons intégrer ces couches minces dans des dispositifs hybrides.</p>
---	--

- Références :

- [Tuning the period of elastic MnAs/GaAs\(001\) alpha-beta pattern by Fe deposition](#) F. Vidal, C. Spezzani, R. Breitwieser, M. Marangolo, M. Eddrief, M. Sacchi, V. H. Etgens Appl. Phys. Lett. 97, 251914 (2010).
- [Temperature evolution of self-organized stripe domains in ultrathin Fe films on MnAs/GaAs\(001\)](#) C. Helman, J. Milano, S. Tacchi, M. Madami, G. Carlotti, G. Gubbiotti, G. Alejandro, M. Marangolo, D. Demaille, V. H. Etgens, and M. G. Pini. Phys. Rev. B 82 094423 (2010).
- [Thermal switching of the magnetization in an iron film on a magnetically active template MnAs/GaAs\(001\)](#) M. Sacchi, M. Marangolo, C. Spezzani, R. Breitwieser, H. Popescu, R. Dealauay, B. Rache Salles, M. Eddrief, V. H. Etgens. Phys. Rev. B, (R) 220401 (2010).
- [Magnetic Fe stripes created by self-organized MnAs template: Stripe edge pinning and high-frequency properties](#) S. Tacchi, M. Madami, G. Carlotti, G. Gubbiotti, M. Marangolo, J. Milano, R. Breitwieser, V. H. Etgens, R. L. Stamps, and M. G. Pini. Phys. Rev. B 80, 155427 (2009).
- [Imaging the antiparallel magnetic alignment of adjacent Fe and MnAs thin films](#) R. Breitwieser, M. Marangolo, J. Lüning, N. Jaouen, L. Joly, M. Eddrief, V. H. Etgens and M. Sacchi, Appl. Phys. Lett.93, 122508 (2008).
- [Uniaxial anisotropy and temperature driven magnetization reversal of Fe deposited on a MnAs/GaAs\(001\) magnetic template](#) M. Sacchi, M. Marangolo, C. Spezzani, L. Coelho, R. Breitwieser, J. Milano, and V. H. Etgens Phys. Rev. B 77, 165317 (2008).
- Patent application FR 09 54403. “[Procédé de modification de la direction d’aimantation d’une couche ferromagnétique](#)” (M. Marangolo et M. Sacchi).
- [Nanowires formation and the origin of ferromagnetism in a diluted magnetic oxide](#) F. Vidal, Y. Zheng, J. Milano, D. Demaille, P. Schio, E. Fonda, B. Vodungbo, Appl. Phys. Lett. 95, 152510 (2009).
- [Magnetic response of cobalt nanowires with diameter below 5 nm](#) P. Schio, F. Vidal, Y. Zheng, J. Milano, E. Fonda, D. Demaille, B. Vodungbo, J. Varalda, A. J. A. de Oliveira and V. H. Etgens. Phys. Rev. B 82, 094436 (2010).