

Axe principal: EDS

Axes secondaires :

Couches nanométriques : formation, interfaces, défauts

**Institut des Nanosciences de Paris**

**Université Pierre et Marie Curie/ UMR 7588 au CNRS**

4, place Jussieu, 75005 paris

+

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

**Contact C'nano de l'équipe**

Von Bardeleben, Hans Jurgen

**Responsable d'équipe :**

Ian Vickridge

[vickridge@insp.jussieu.fr](mailto:vickridge@insp.jussieu.fr)

**Membres permanents de l'équipe :**

H.J.von Bardeleben

[vonbarde@insp.jussieu.fr](mailto:vonbarde@insp.jussieu.fr)

Jean Louis Cantin

[cantin@insp.jussieu.fr](mailto:cantin@insp.jussieu.fr)

Marie D'ANGELO

[marie.dangelo@insp.jussieu.fr](mailto:marie.dangelo@insp.jussieu.fr)

Nathalie JEDRECY

[nathalie.jedrecy@insp.jussieu.fr](mailto:nathalie.jedrecy@insp.jussieu.fr)

Jean-Jacques GANEM

[ganeml@insp.jussieu.fr](mailto:ganeml@insp.jussieu.fr)

Annie GROSMAN

[grosman@insp.jussieu.fr](mailto:grosman@insp.jussieu.fr)

Didier SCHMAUS

[schmaus@insp.jussieu.fr](mailto:schmaus@insp.jussieu.fr)

---

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

L'équipe a deux activités principales distinctes : l'analyse des couches minces par faisceau d'ions (accélérateur d'ions 2.5Mev) et l'analyse des nanostructures magnétiques par la résonance ferromagnétique et magnétométrie. Actuellement c'est surtout cette deuxième activité qui s'inscrit dans la thématique de l'Electronique de Spin.

Dans le contexte de l'EDS nous traitons différents sujets :

Détermination des anisotropies magnétiques des couches ultraminces de GaMnAs et GaMnAsP.

Ferromagnétisme des matériaux contenant des terres rares ; GdN, EuO, EuS en couches ultraminces

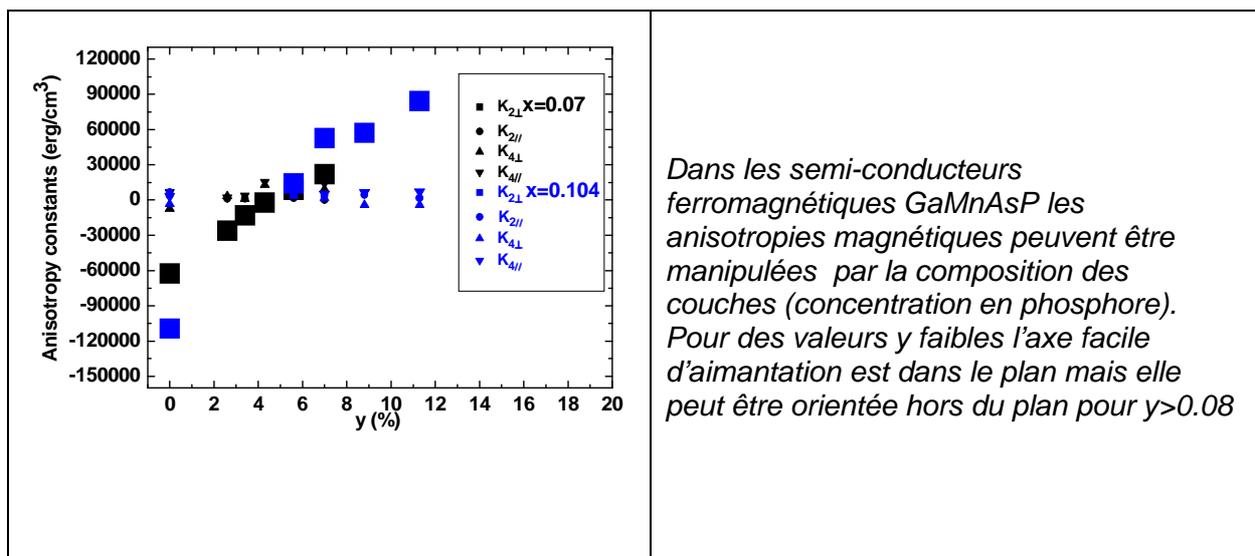
Couplage magnétique des bicouches GaMnAs/Fe, GaMnAs/GaMnAsP et tricouches GaMnAs/GaAs/GaMnAs

Anisotropies des couches ultraminces de CoFe, effets d'épaisseur

Manipulation des anisotropies magnétiques par champ électrique : bicouches GaMnAs/ferroélectrique

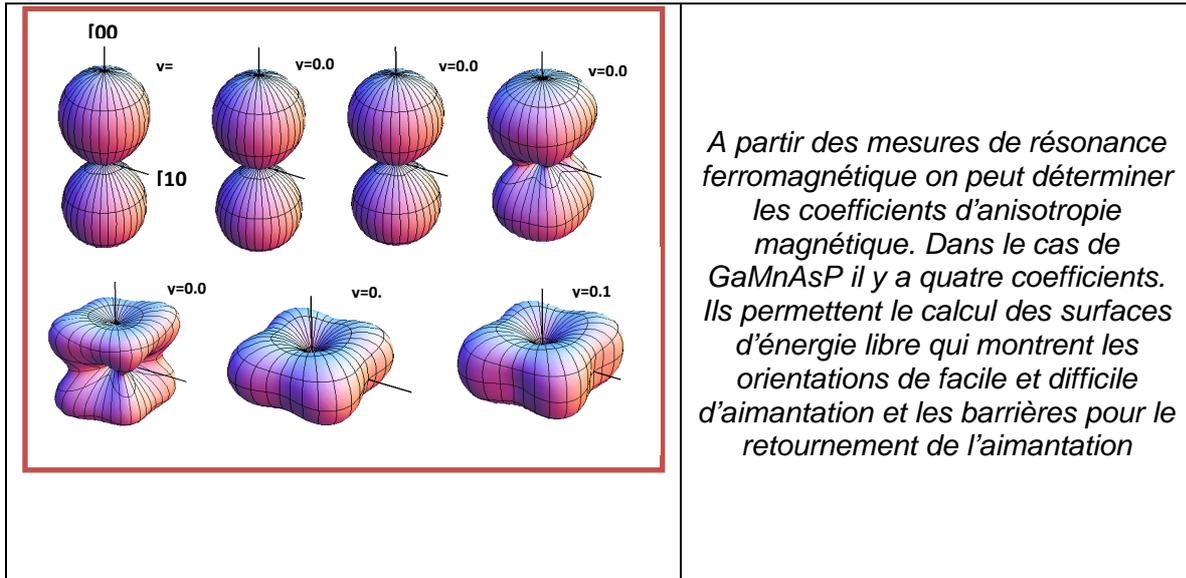
- **Recherche(s) et résultat(s) obtenu(s) dans les domaines d'actions des nanosciences :**

**Anisotropie magnétique dans des alliages GaMnAs<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub>**

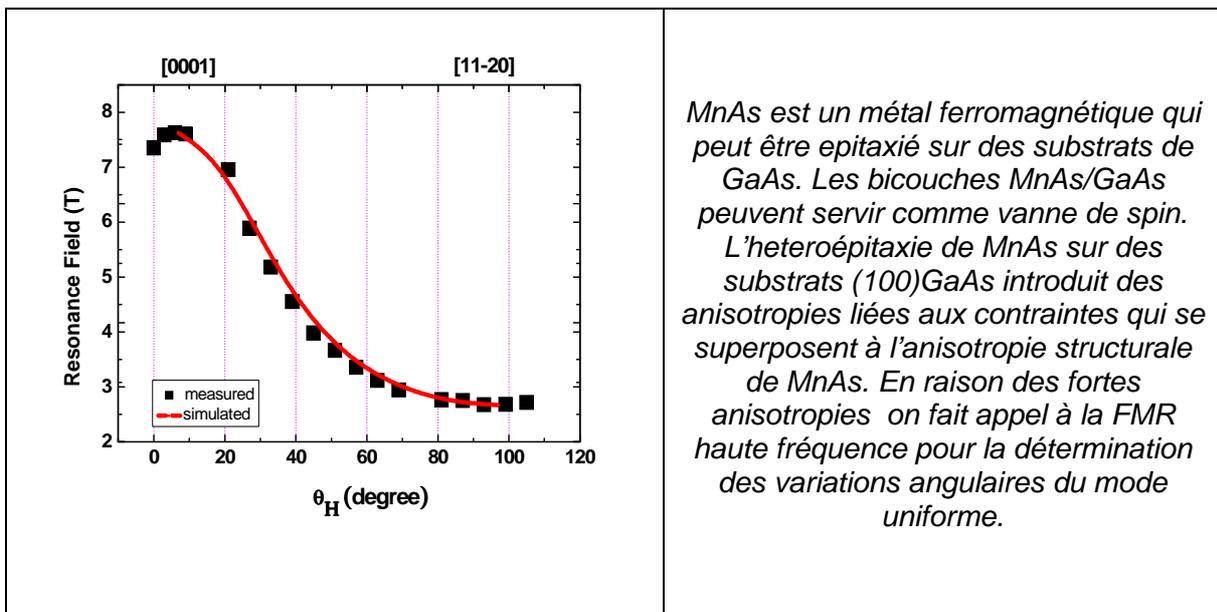


*Dans les semi-conducteurs ferromagnétiques GaMnAsP les anisotropies magnétiques peuvent être manipulées par la composition des couches (concentration en phosphore). Pour des valeurs y faibles l'axe facile d'aimantation est dans le plan mais elle peut être orientée hors du plan pour y>0.08*

**Les surfaces d'énergie libre en fonction de la composition des couches de GaMnAs<sub>1-y</sub>P<sub>y</sub>**



**Spectroscopie FMR haute fréquence (115Ghz) des bicouches MnAs/GaMnAs**



• **Programme de recherche :**

Dans le cadre d'une ANR (MANGAS (2010-2013)) nous allons poursuivre l'étude des semi-conducteurs ferromagnétiques de GaMnAs et GaMnAsP. Après des études des anisotropies magnétiques sur des couches épitaxiées sur GaAs d'une épaisseur de 50 nm nous nous intéressons au cas des couches ultraminces (env 5nm). Nous nous attendons à une modification des anisotropies par les contributions des interfaces.

L'étude des couplages magnétiques des bicouches GaMnAs/Fe, GaMnAs/GaMnAsP et tricouches GaMnAs/GaAs/GaMnAs va être poursuivie. Un aspect intéressant proposé pour des bicouches Fe/GaMnAs est une augmentation significative de la température critique de

GaMnAs par ce couplage. La spectroscopie FMR est bien adaptée pour éclaircir le rôle de la région près des interfaces dans ce couplage

Le ferromagnétisme des monocristaux des composés de terre rare tels que GdN, EuO, EuS a été étudié auparavant. Nous nous intéressons au cas des couches nanométriques obtenues par épitaxie ou sputtering et de l'influence des interfaces sur leurs propriétés magnétiques.

La Manipulation des anisotropies magnétiques par un champ électrique peut être étudiée par différentes techniques expérimentales. Nous appliquons la spectroscopie FMR modifiée pour permettre la polarisation des couches in situ sur des bicouches GaMnAs/ferroélectrique

- **Références :**

M.Cubukcu, H.J.vonBardeleben, Kh.Khazen, J.L.Cantin, M.Zhu,M.Wilson,P.Schiffer, N.Samarth

Ferromagnetic Resonance study of MnAs/(001)(Ga,Mn)As Bilayers

**J. of Appl.Phys.105, 07C506 (2009)**

M.Cubukcu,H.J.von Bardeleben, Kh.Khazen,J.L.Cantin,O.Mauguin,L.Largeau, A.Lemaitre

Adjustable anisotropy in ferromagnetic (Ga,Mn)(As,P) layered alloys

**Phys.Rev.B81, 041205 (R) (2010)**

M.Cubukcu, H.J.von Bardeleben, J.L.Cantin, A.Lemaitre

Temperature Induced In-Plane / Out-of-Plane Magnetization Transition in Ferromagnetic  $\text{Ga}_{0.93}\text{Mn}_{0.07}\text{As}_{0.94}\text{P}_{0.06}$  / (100) GaAs Thin Films"

**Appl.Phys.Lett.96, 102502 (2010)**

S.Haghoo, M.Cubukcu, H.J.von Bardeleben,L.Thevenard,A.Lemaitre, C.Gourdon

Exchange constant and domain wall width in (Ga,Mn)(As,P) films with self-organization of domain walls

**Phys.Rev.B81, 041301( 2010)**

Kh.Khazen,H.J.von Bardeleben,J.L.Cantin,A.Mauger,L.Chen,J.H.Zhao

Intrinsically limited critical temperatures of highly doped  $\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{As}$  thin films

**Phys.Rev.B81, 235201 (2010)**

M.Cubukcu,H.J.von Bardeleben,J.L.Cantin,I.Vickridge,A.Lemaitre

Ferromagnetism in  $\text{GaMnAsP}$ : from the metallic to the impurity band conduction regime

**Thin Solid Films , à paraître (2011)**