

Semi-conducteurs magnétiques pour la Spintronique : une étude par RPE et SQUID

Equipe Magnétisme

Doctorant : Pascal SATI

Directeur de thèse: Pr Anatoli STEPANOV

Assemblée Générale du L2MP, le 14.01.2005, à Marseille



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



Electronique de spin

- Tête de lecture à effet GMR
- Magnetic RAM

Microélectronique

- Transistor à effet de champ
- Hétéro-structure (puits quantique)

Transistor à spin , ordinateur quantique, ...

Problème actuel:

- Injection de spins polarisés dans les semi-conducteurs ?

Solution possible:

- Semi-conducteurs ferromagnétiques (DMS) ?

Diluted **M**agnetic **S**emiconductors

➤ 2001: Calcul ab-initio pour $\text{Zn}_{1-x}\text{A}_x\text{O}$

A: V, Cr, Mn, Fe, Ni et Co

prédiction de ferromagnétisme à T ambiante !

➤ 2003: Ferromagnétisme dans $\text{Zn}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}$ par PLD à T ambiante
 $x = 0,05$ et $0,25$.

Cependant résultats peu reproductibles et controversés!



Croissance de ZnO:Co

Etude des propriétés électroniques
et magnétiques de ZnO:Co

Epitaxie sous jets moléculaires
sur substrat de saphir (100)

Spectromètre RPE EMX Bruker
(Bande X)

Système Riber Epineat

Magnétomètre SQUID MPMS
Quantum Design

Dopage de Co en site substitutionnel?

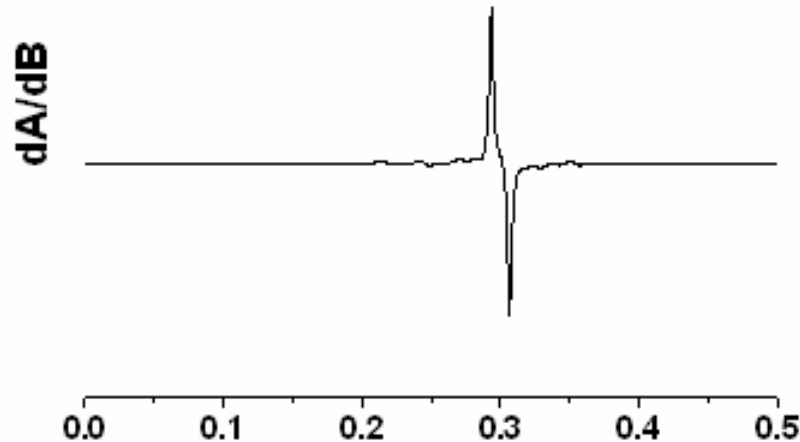
Présence de ferromagnétisme?

Mécanismes à l'origine du magnétisme de Co dans ZnO?

RPE en bande X pour $x=0,5\%$

$B \perp \text{plan [a,b]}$

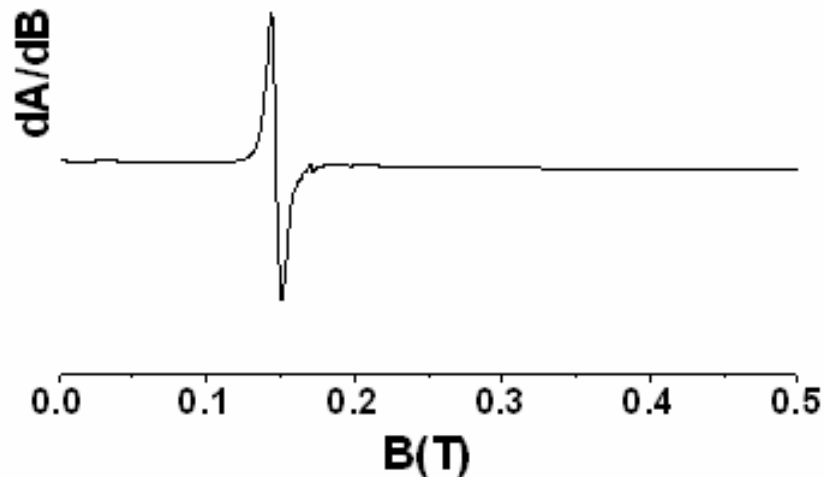
$g \approx 2,22$



$T=6\text{K}$

$B \parallel \text{plan [a,b]}$

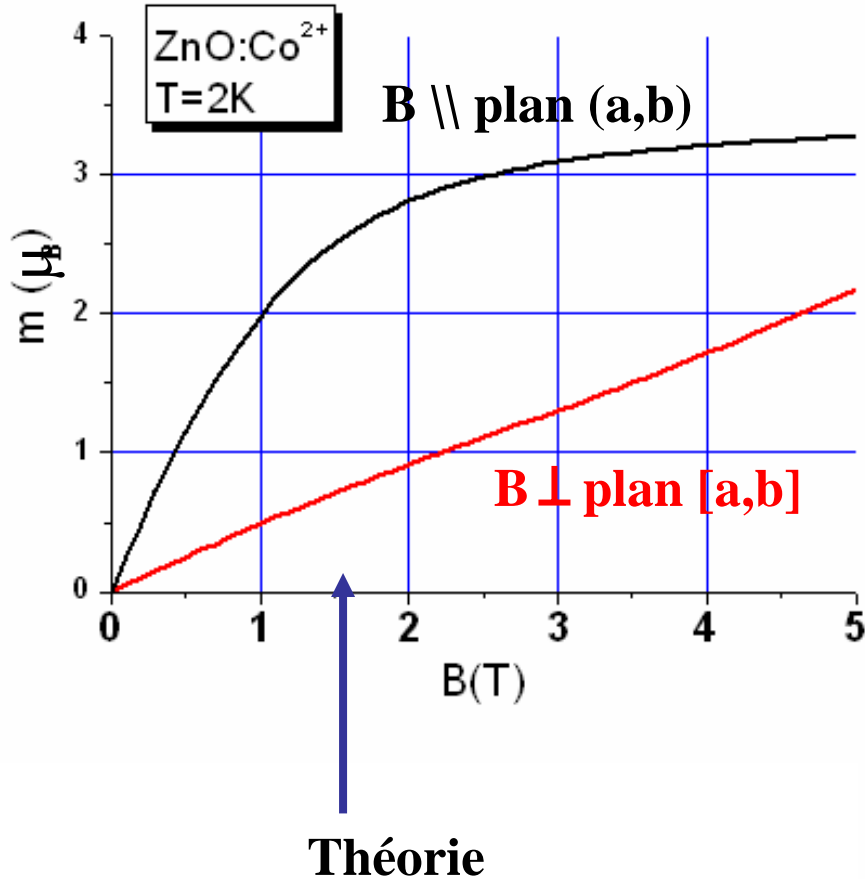
$g_{\text{effectif}} \approx 4,54$



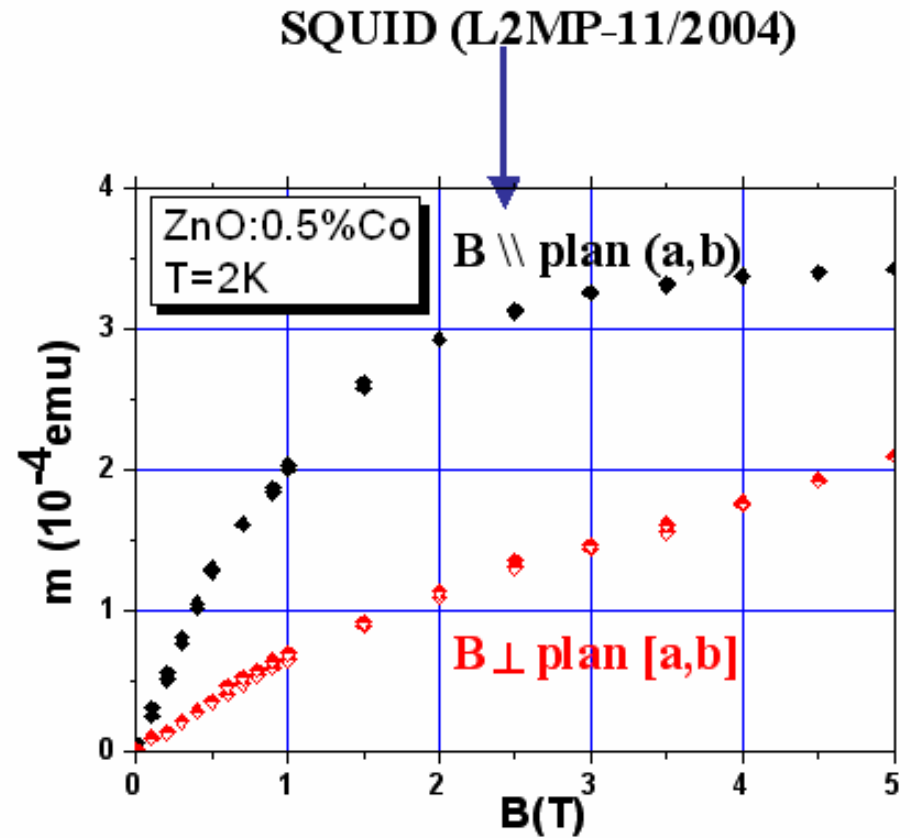
(Résultats de DEA 06/2004 -L2MP en collaboration avec R. HAYN et R. KUZIAN (Ukraine))

Anisotropie ionique de Co^{2+} isolé dans ZnO

SQUID pour $x=0,5\%$



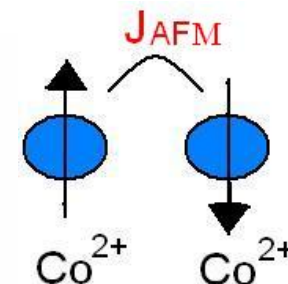
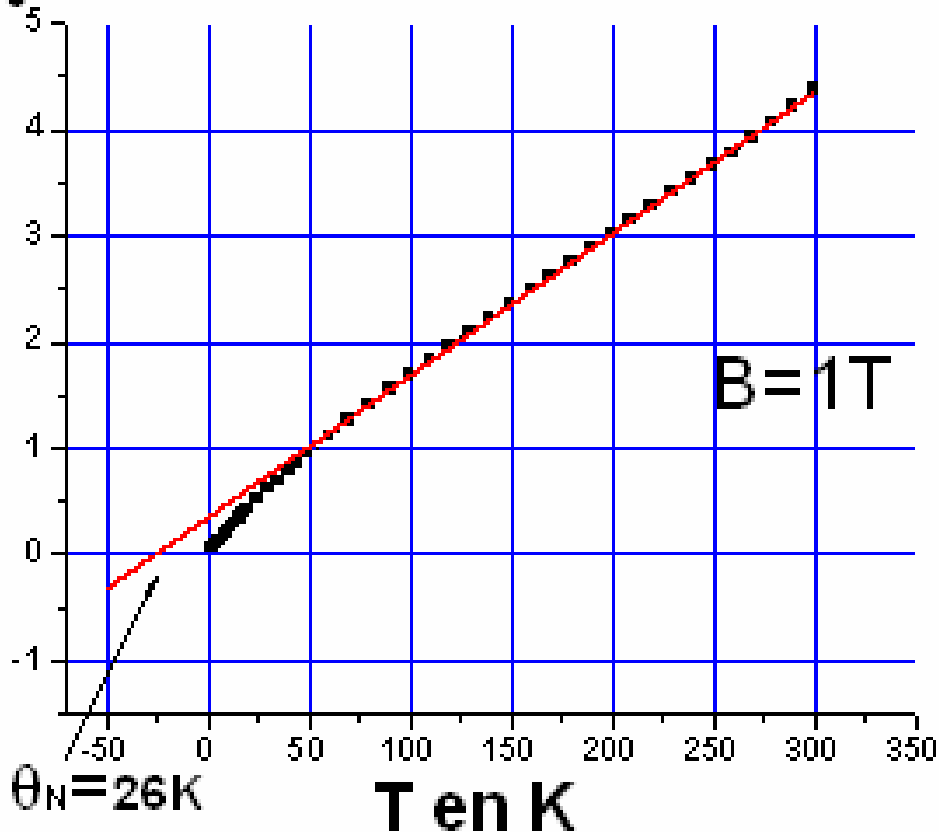
Anisotropie magnétique



SQUID $x=4\%$

Présence de couplage AFM
à courte distance

$1/\chi$ en u.a.



(Courbe présentée
avec soustraction du
substrat)

(L2MP-01/2005)

- Mesure RPE en **champ magnétique pulsé** (jusqu'à 60T) en collaboration avec le LNCMP (Toulouse).
- Mesure d'aimantation à **très faibles températures** (ordre du mK) en collaboration avec le CRTBT (Grenoble).
- Etude d'autres composés: ZnO:Fe, ZnO:Cr