

# Département Matériaux et Nanosciences

## Magnétisme

Responsable A. Stepanov, campus Saint Jérôme



### Permanents

**André Ghorayeb**, professeur Université Paul Cézanne

**Jannie Marfaing**, professeur Université Paul Cézanne

**Sonia Régnier**, maître de conférences Université Paul Cézanne

**Anatoli Stepanov**, professeur Université Paul Cézanne

### Doctorant

**Pascal Sati**

### Stagiaires

**Ibrahima Camara (Master 1)**

**Adrien Savoyant (Master 2)**

# Equipe Magnétisme

## Thématiques principales

- **Semiconducteurs magnétiques pour la spintronique: ZnO:Co, GaN:Mn, Ge:Mn (CRHEA, Lab Louis Néel, GES, LPSC)**
- **Nanoparticules magnétiques et magnétisme moléculaire (CEMES, Univ Rennes)**
- **Manipulation de spin, qubit à l'état solide (Lab Louis Néel, CENG)**

**Equipement : VSM, SQUID, Bruker EMX, MAGLAB 2000**

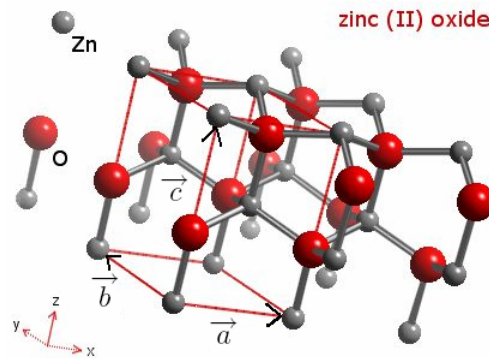
**26 Publications depuis 2000 dont 7 Phys Rev Lett, 9 Phys Rev B, 4 Eur Phys Journ**

# Semiconducteurs magnétiques dilués: ZnO:Co

## Intérêt fondamental:

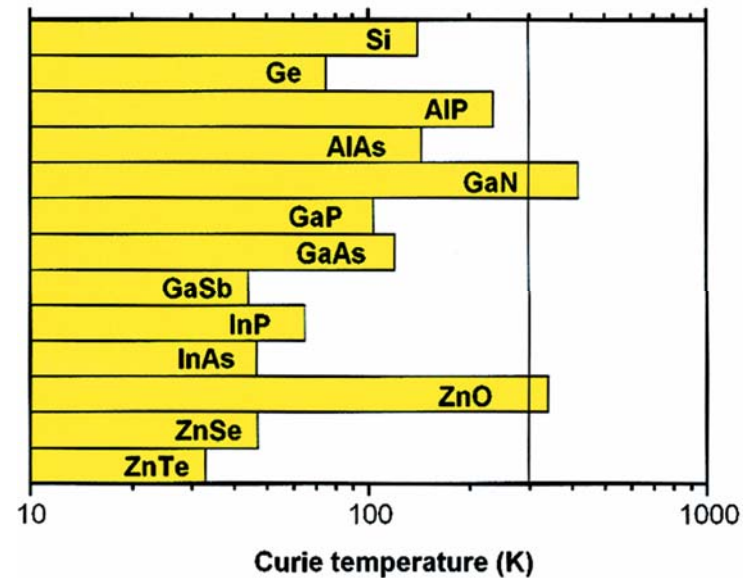
- un système à électrons fortement corrélés
- désordre et frustration dans l'état collectif
- compétition des mécanismes d'échange

Intérêt technologique: réalisation d'un **semiconducteur ferromagnétique à haute  $T_c$**  pour application en spintronique



## Prédictions:

**ZnO:Co un candidat très prometteur** selon les calculs ab-initio

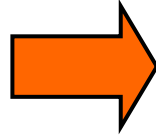


T. Dietl *et al.*, Science, 287, 1019 (2000)

# Semiconducteurs magnétiques dilués: ZnO:Co

## ZnO:Co

Les résultats sur les propriétés magnétiques sont très controversés: **ferromagnétisme ou antiferromagnétisme?**

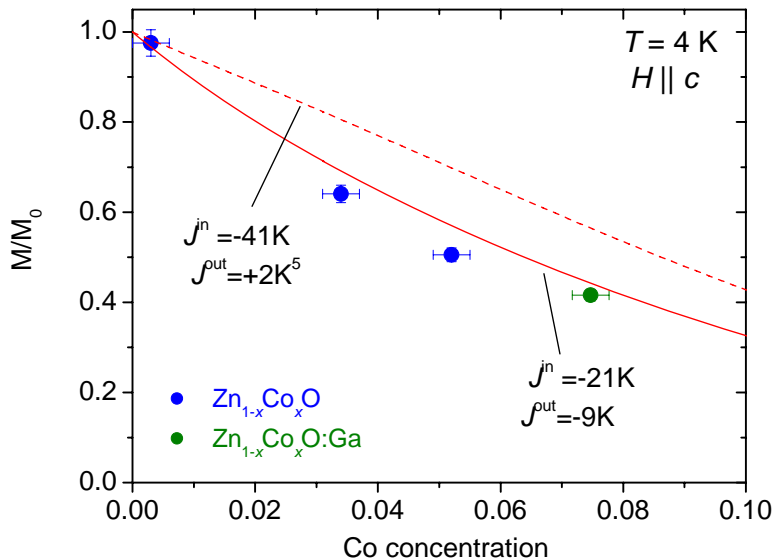


## Problème majeur:

**des phases secondaires CoO, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, ZnCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Co-métal. etc**

## Solutions:

- couches monocristallines: MBE
- spectroscopie magnétique:
  - application de la RPE multi fréquence
  - mesures au SQUID



## Résultats principaux:

- l'anisotropie magn. du Co
- interactions AFM entre Co
- dopage  $n \leq 10^{20}$  ne change pas PM
- un critère d'identification du FM intrinsèque

# Semiconducteurs magnétiques dilués: ZnO:Co

## Prospective:

### Projet OSMOSE

- ZnCoO fortement dopés  $p$  en introduisant N ou As sous forme atomique.
- des puits quantiques ZnMgO/ZnCoO/ZnMgO pour l'introduction locale de trous
- ZnGdO, une augmentation colossale du moment magnétique par atome de Gd.

## Collaboration:

- Centre de Recherche sur l'Hétéro-Epitaxie et ses Applications-CNRS, Sophia-Antipolis
- Institute of Physics, Polish Academy of Sciences, Varsovie, Pologne
- Institute for Material Science, Kiev, Ukraine
- Laboratoire National des Champs magnétiques Pulsés, Toulouse

# Magnétisme Moléculaire

## Pourquoi l'appellation « moléculaire » ?

Parce que l'entité magnétique de base est formée de N spins fortement corrélés (N étant un nombre fini) et que ces entités magnétiques sont faiblement couplées entre elles

## Quel en est l'intérêt ?

Double intérêt :

- Fondamental : sonder la frontière entre physique classique et physique quantique
- Applications éventuelles : enregistrement magnétique, informatique quantique

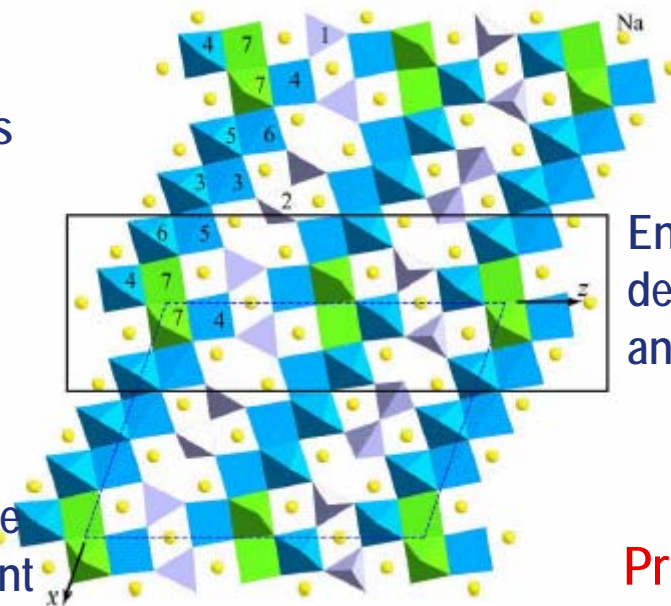
## Collaborations

CEMES, Toulouse : [Elaboration et études structurales](#)

LNCMP, Toulouse : [Mesures magnétiques et RPE sous champ fort pulsé](#)

S. Schäfer et R. Hayn (Equipe TMS du L2MP) : [Modélisation](#)

Matériau étudié  $\eta\text{-Na}_{1.286}\text{V}_2\text{O}_5$



Entités magnétiques de 18 spins  $\frac{1}{2}$ , couplés antiferromagnétiquement

## Principaux résultats

- Gap de spin
- Plateau d'aimantation

## Publications

- PRB 69 (2004) 094102
- PRB 72 (2005) 012415

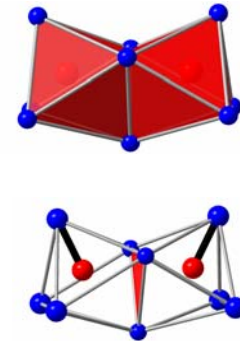
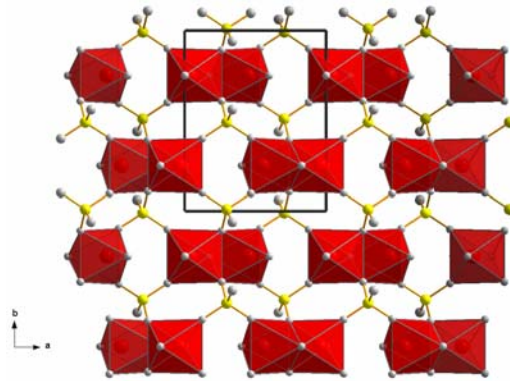
# Magnétisme Moléculaire

## Perspectives

Exemple :  $\text{KZn}(\text{OH}_2)(\text{VO})_2(\text{PO}_4)_2(\text{H}_2\text{PO}_4)$

### Systèmes envisagés

Vanadophosphates à base de dimères, trimères ou pentamères de spins  $\frac{1}{2}$



Dimère  $\text{V}_2\text{O}_9$

### Motivations

Utilisation de l'expérience acquise sur le système précédemment étudié (assimilable à une échelle de spins, par exemple) en vue d'étudier des systèmes fins de plus petite taille. De tels petits amas, constitués de spins  $\frac{1}{2}$  couplés antiferromagnétiquement, peuvent éventuellement servir comme **qubits** si le nombre de spins dans l'amas est impair.

### Collaborations

ENSC, Rennes : Elaboration et études structurales

LNCMP, Toulouse : Mesures magnétiques et RPE sous champ fort pulsé