

Axe principal: NanoChimie

Axes secondaires :

### **Nanomatériaux pour l'électronique**

**ICMMO UMR 8182 – Université Paris Sud**

15, rue Georges Clémenceau

91405 ORSAY Cedex

+

<http://www.icmo.u-psud.fr/intranet/index.php>

### **Contact C'nano de l'équipe**

Bleuzen Anne

#### **Responsable d'équipe :**

Anne Bleuzen

[Anne.bleuzen@u-psud.fr](mailto:Anne.bleuzen@u-psud.fr)

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

Michel Andrieux

[Michel.andrieux@u-psud.fr](mailto:Michel.andrieux@u-psud.fr)

Giulia Fornasieri

[Giulia.fornasieri@u-psud.fr](mailto:Giulia.fornasieri@u-psud.fr)

Vincent Ji

[Vincent.ji@u-psud.fr](mailto:Vincent.ji@u-psud.fr)

Corinne Legros

[Corinne.legros@u-psud.fr](mailto:Corinne.legros@u-psud.fr)

Nathalie Prud'Homme

[nathalie.prudhomme@u-psud.fr](mailto:nathalie.prudhomme@u-psud.fr)

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

-Elaboration de matériaux nanostructurés :

- par voie de chimie douce (oxydes nanostructurés, cyanométallates).
- par MOCVD (oxydes).

-Méthodologie et développements expérimentaux de caractérisation multiéchelle :

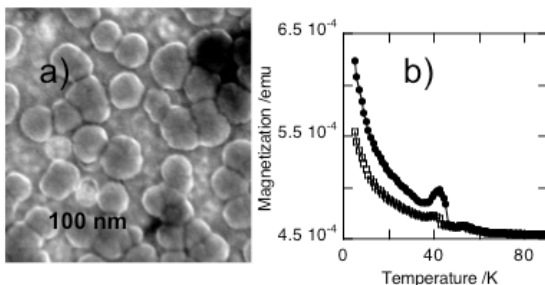
- Diffraction des rayons X en incidence rasante afin d'évaluer l'état microstructural (identification et dosage des phases cristallines, texture cristallographique, distributions des tailles et distorsion des cristallites) et mécanique (déformation et contraintes internes à l'échelle méso- et macroscopique) des couches nanostructurées.
- Magnétomètre à SQUID équipé de fibre optique permettant l'étude des propriétés photomagnétiques de systèmes nanométriques même très dilués.
- Utilisation du rayonnement synchrotron pour l'étude de la structure et la structure électronique de la matière.

-Etude des relations nanostructure-propriétés (magnétiques, électroniques, mécaniques et optiques) en fonction des conditions d'élaboration, optimisation des procédés d'élaboration des matériaux.

-Elaboration de dispositifs modèles.

- A base de matériaux moléculaires commutables
- A base de matériaux à haute température de Curie et forte anisotropie magnétique
- **Recherche(s) et résultat(s) obtenu(s) dans les domaines d'actions des nanosciences :**

**Tailor-made Nano-scale Patterns of Photo-Switchable Prussian blue Analogs.**

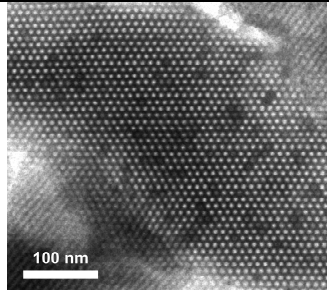


**Adv. Mater. (2010), 22, 3992.**  
 a) Cliché MEB-FEG d'un film d'oxyde de titane nanoporé dans les cratères duquel la croissance d'un analogue du CoFe du bleu de Prusse a été réalisée, b) aimantation en fonction de la

*La croissance contrôlée de plots photomagnétiques constitués d'analogues du bleu de Prusse a été réalisée dans les cratères de films d'oxyde de TiO<sub>2</sub> nanostructurés. Ce nanocomposite constitue un modèle de piste photomagnétique enregistrable.*

température du nanocomposite avant et après irradiation.

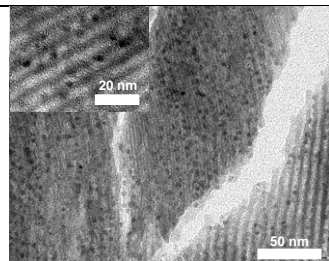
**Fully Controlled Precipitation of Photomagnetic CoFe Prussian Blue Analogue Nanoparticles within the Ordered Mesoporosity of Silica Monoliths.**



Chem. Commun. (2010) 46, 8061-8063. Cliché MET d'un nanocomposite silice-analogue CoFe du bleu de Prusse avec structure 2D-hexagonale (échantillon microtomé)

La précipitation de l'analogue du bleu de Prusse dans les pores d'un monolithe de silice mesostructurée produit des nanocomposites contenant des monocristaux d'ABP de petite taille et avec une organisation tridimensionnelle dans l'espace. Ce processus d'élaboration peut être étendu à la synthèse de nanocomposites contenant d'autres ABP (NiFe, CoCo...) et/ou avec d'autres organisations tridimensionnelles (3D-cubique, lamellaire...). Ce système permet d'étudier les propriétés des analogues du bleu de Prusse en fonction de la composition chimique, la taille, la morphologie et l'organisation tridimensionnelle.

**Control of stoichiometry, size and morphology of inorganic polymers by template assisted coordination chemistry**



J. Mater. Chem. (2010) 20, 9348-9354. Cliché MET d'un nanocomposite silice-oxyde CoFe avec structure 2D-hexagonale (échantillon microtomé)

Le décomposition en atmosphère oxydante d'un analogue CoFe du bleu de Prusse précipité dans les pores d'une silice mésoporeuse conduit à l'élaboration d'un nanocomposite oxyde CoFe – silice avec taille et organisation dans l'espace contrôlées. Cette méthode est prometteuse pour l'élaboration d'autres oxydes ou alliages de nature chimique et stœchiométrie choisies.

• Programme de recherche :

- Elaboration et caractérisation de matériaux à propriétés électroniques originales susceptibles de reproduire ou remplacer les composants électroniques traditionnels par des nanocomposants.
- Mise en forme multi-échelle des matériaux.

**(Utilisation de la chimie sol-gel en présence d'agents structurants, dépôts homogènes de nanocristallites par CVD et voie sol-gel...).**

**- Etude des effets de la mise en forme (taille, forme, confinement, organisation des objets...) sur les propriétés des matériaux.**

**- Etude de la stabilité thermique des matériaux nanostructurés (évolutions de la structure et des propriétés en fonction des sollicitations thermiques.**

- **Références :**

Internal Stress and grain size effect on the phase stabilization of ZrO<sub>2</sub> deposited by MOCVD

Z. Chen, B. Wang, N. Prud'homme, S. Ma, V. Ji, P. Ribot, *Materials Science Forum*, 675-677, 1201-1204, 2011

Tailor-made Nano-scale Patterns of Photo-Switchable Prussian blue Analogs.

S. Lepoutre, D. Grosso, C. Sanchez, G. Fornasieri, E. Rivière, A. Bleuzen, *Adv. Mater.*, 22, 3992–3996, 2010.

Control of stoichiometry, size and morphology of inorganic polymers by template assisted coordination chemistry

P. Durand, G. Fornasieri, C. Baumier, P. Beaunier, D. Durand, E. Rivière, A. Bleuzen, *J. Mater. Chem.*, 20, 9348-9354, 2010.

Fully Controlled Precipitation of Photomagnetic CoFe Prussian Blue Analogue Nanoparticles within the Ordered Mesoporosity of Silica Monoliths.

G. Fornasieri, M. Aouadi, P. Durand, P. Beaunier, E. Rivière, A. Bleuzen, *Chem. Commun.*, 46, 8061-8063, 2010.

Photomagnetic CoFe Prussian blue Analogues :Role of the Cyanide ions as Active Electron Transfer Bridges Modulated by Cyanide-Alkali Metal ions Interactions.

J.-D. Cafun, G. Champion, M.-A. Arrio, C. Cartier dit Moulin, A. Bleuzen, *J. Am. Chem. Soc.*, 132, 11552-11559, 2010.

Chemical Vapor Deposition of Iron, Iron Carbides, and Iron Nitride Films from Amidinate Precursors

V. Krisyuk, A.N. Gleizes, L. Aloui, A. Turgambaeva, B. Sarapata, N. Prud'Homme, F. Senocq, D. Samélor, A. Zielinska-Lipiec, D. de Caro and C. Vahlas, *Journal of The Electrochemical Society*, *157*(8), D454-D461, 2010.

Etude des contraintes résiduelles et de la microstructure des films de ZrO<sub>2</sub> déposés par MOCVD

Z. Chen, N. Prud'homme, B. Wang, S. Ma, V. Ji, P. Ribot, Proceedings « Matériaux 2010 », Nantes, octobre 2010,

Photomagnetism in Clusters and Extended Molecule-Based Magnets

A. Bleuzen, V. Marvaud, C. Mathonière, B. Sieklucka, M. Verdaguer, *Inorg. Chem.*, *48*, 3453-3466, 2009.

Optical and magnetic properties of the photo-induced state in the coordination network Na<sub>2</sub>Co<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]<sub>3,3</sub>\*14H<sub>2</sub>O.

R. Le Bris, J.-D. Cafun, C. Mathonière, A. Bleuzen, J.-F. Létard, *New J. Chem.*, *33*, 1255 – 1261, 2009.

Evidence for complex multistability in photomagnetic cobalt hexacyanoferrates from combined magnetic and synchrotron x-ray diffraction measurements.

I. Maurin, D. Chernyshov, F. Varret, A. Bleuzen, H. Tokoro, K. Hashimoto, S.-I. Ohkoshi, *Phys. Rev. B* *79*, 064420, 2009.

Texture and Residual Stress Analysis by XRD on Metastable Tetragonal Zirconia Films Obtained by MOCVD

M. Jouili, M. Andrieux, I. Gallet, N. Prud'Homme, V. Ji, *ECS Trans.* *25* (8), 413-416, 2009

Controlled Synthesis of Photomagnetic Nanoparticles of Prussian Blue Analogue in a Silica Xerogel.

G. Fornasieri, A. Bleuzen, *Angew. Chem. Int. Ed.*, *47*, 7750-7752, 2008.

Metal dilution effects on the switching properties of CoFe Prussian blue analogues

J. D. Cafun, L. Londinière, E. Rivière and A. Bleuzen. *Inorganica Chimica Acta*, *361*, 12-13, 3555-3563, 2008.

Thermally-activated charge transfer in a Prussian blue derivative probed by resonant inelastic x-ray scattering

I. Jarrige, Y. Q. Cai, H. Ishii, N. Hiraoka, A. Bleuzen, *Applied Physics Letters*, *93*, 054101, 2008.

CoFe Prussian blue analogues under variable pressure : Evidence of departure from cubic symmetry. An X-ray diffraction and absorption study.

A. Bleuzen, J.-D. Cafun, A. Bachschmidt, M. Verdaguer, P. Münsch, F. Baudalet, J.-P. Itié, *J. Phys. Chem. C*, *112*, 17709-17715, 2008.

Structural Rearrangements Induced by Photo-Excitation in a RbCoFe Prussian Blue Derivative.

C. Cartier dit Moulin, G. Champion, J.-D. Cafun, M.-A. Arrio and A. Bleuzen, *Angew. Chem. Int. Ed.*, *46*, 1287-1289, 2007.

Co Ligand Field : a Key Parameter in Photomagnetic CoFe Prussian blue Derivatives.

V. Escax, G. Champion, M.-A. Arrio, M. Zacchigna, C. Cartier dit Moulin, A. Bleuzen, *Angew. Chem. Int. Ed.*, *44*, 4798-4801, 2005.

The Co Ligand Field : a Key Parameter in Photomagnetic CoFe Prussian blue Derivatives.

V. Escax, G. Champion, C. Cartier dit Moulin, A. Bleuzen, M.-A. Arrio, M. Zacchigna, M. Zangrando, F. Bondino, *Elettra Highlights*, 14-16, 2005.

(Nano)magnétisme moléculaire.

M. Verdaguer, A. Bleuzen, R. Lescouëzec, V. Marvaud, C. Train, *L'actualité chimique*, *290-291*, 44-52, 2005.

Thermally Induced Electron transfer in a CsCoFe Prussian blue Derivative : the specific role of the alkali cation.

A. Bleuzen., V. Escax, A. Ferrier, F. Villain, M. Verdaguer, P. Münsch, J.-P. Itié, *Angew. Chem. Int. Ed.*, *43*, 3728-3731, 2004.

Nature of the long range structural changes induced by the molecular photo-excitation and by the relaxation in the Prussian blue analogue  $\text{Rb}_{1.8}\text{Co}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{3.3} \cdot 13\text{H}_2\text{O}$  : a Synchrotron X-ray Diffraction Study.

V. Escax, A. Bleuzen, J. P. Itié, P. Münsch, F. Varret, M. Verdaguer, *J. Phys. Chem. B*, 4763-4767, 107, 2003.

Photomagnetism in  $\text{C}_x\text{Co}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{(8+x)/3} \cdot n\text{H}_2\text{O}$  Prussian blue Analogues : looking for the maximum photo-efficiency.

A. Bleuzen, V. Escax, J.-P. Itié, P. Münsch, M. Verdaguer, *C. R. Chimie*, 343-352, 6, 2003.

Pressure-Induced Electron Transfer in Ferrimagnetic Prussian blue Analogues.

V. Ksenofontov, G. Levchenko, S. Reiman, P. Gütllich, A. Bleuzen, V. Escax, M. Verdaguer, *Phys. Rev. B*, 024415, 68, 2003.

Photo-induced Ferrimagnetic Systems in Prussian Blue Analogues  $\text{X}^I_x\text{Co}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_y$  ( $\text{X}^I$  = alkali cation).

V. Escax, C. Cartier dit Moulin, F. Villain, G. Champion, J.-P. Itié, P. Münsch, M. Verdaguer, A. Bleuzen., C. N. Moorefield, G. R. Newkome in 'Dendrimers and nanoscience', Ed. D. Astruc, *C. R. Chimie*, 6, 1165-1173, 2003.

Photo-Induced Ferrimagnetic systems in Prussian Blue Analogs  $\text{C}^I_x\text{Co}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_y$  ( $\text{C}^I$ =alkali cation). 3. Why and How the Efficiency of the Photoinduced Process depends on a Compromise between Co-Fe Diamagnetic Pairs and  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  Vacancies.

V. Escax, A. Bleuzen, C. Cartier dit Moulin, F. Villain, A. Goujon, F. Varret, M. Verdaguer, *J. Am. Chem. Soc.*, 12536-12543, 123, 2001.

Photo-Induced Ferrimagnetic systems in Prussian Blue Analogs  $\text{C}^I_x\text{Co}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_y$  ( $\text{C}^I$ =alkali cation). 4. Characterization of the ferrimagnetism of the photo-induced Metastable state in  $\text{Rb}_{1.8}\text{Co}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{3.3} \cdot 13\text{H}_2\text{O}$  by K Edges X-Ray Magnetic Circular Dichroism.

G. Champion, V. Escax, C. Cartier dit Moulin, A. Bleuzen, F. Villain, F. Baudelet, E. Dartyge, M. Verdaguer, *J. Am. Chem. Soc.*, 12544-12546, 123, 2001.

Photo-Induced Ferrimagnetic systems in Prussian Blue Analogs  $\text{C}^I_x\text{Co}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_y$  ( $\text{C}^I$ =alkali cation). 1. Conditions to observe the phenomenon.

A. Bleuzen, C. Lomenech, V. Escax, F. Villain, C. Cartier dit Moulin, M. Verdaguer, J. Am. Chem. Soc., 6648-6652, *122*, 2000.

Photo-Induced Ferrimagnetic systems in Prussian Blue Analogs  $C^I_xCo_4[Fe(CN)_6]_y$  ( $C^I$ =alkali cation). 2. X-Ray Absorption Spectroscopic investigation of the metastable state.

C. Cartier dit Moulin, F. Villain, A. Bleuzen, P. Sainctavit, C. Lomenech, V. Escax, F. Baudalet, E. Dartyge, J.-J. Gallet, M. Verdaguer, J. Am. Chem. Soc., 6653-6658, *122*, 2000.