

# Quantum and spin-based nanoelectronics

# Partenaires

- » Institut d'Electronique Fondamentale
- » Laboratoire de Photonique et Nanostructures
- » CEA-IRAMIS@NanoINNOV
- » CEA-IRAMIS@Saclay
- » Laboratoire d'Intégration des Systèmes et des Technologies
- » Institut de Chimie Moléculaire et des Matériaux d'Orsay
- » Unité Mixte de Physique CNRS Thales
- » Laboratoire de Physique de la Matière Condensée
- » Laboratoire des Solides Irradiés
- » Laboratoire de Physique des Solides
- » Ecole Centrale Paris
- » INRIA Saclay Research Center
- » Thales Research & Technology



# Approches stratégiques

**Quatre approches stratégiques sélectionnées pour leur potentialités à répondre aux défis suivants :**

- Réduction significative de la consommation des dispositifs
- Aborder de nouveaux concepts de dispositif et/ou d'architecture de calcul

- 1) Un nouveau composant pour le nanodesign : les memristors**
- 2) Nanocomposants spintronique à très faible consommation**
- 3) Spintronique moléculaire**
- 4) Nanoelectronique de charge**

# Budget (k€)

	2013	2014	2015	2016	Total
memristors			90	60	150
Composants spintroniques			90	60	150
Spintronique Moléculaire	60	60	30		150
Nanoélectronique		120	30		150
travel			8		8
International standing		40	40	40	120
workshop	50			50	100
Total	110	220	288	210	828

# Axe 1 : Memristors

Les memristors sont des résistances non volatiles, non linéaires et ajustables.

Compatibles pour les circuits reconfigurables et les circuits neuromorphiques

Les memristor peuvent être implémentés en utilisant des matériaux très diverses : ferromagnets, ferroélectriques, matériaux organiques.

Ce sont donc des composants de choix pour ce flagship

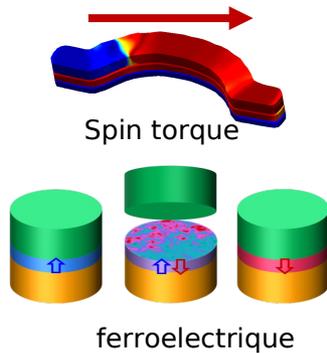
Le programme proposé:

Etudier et développer de nouveaux composants

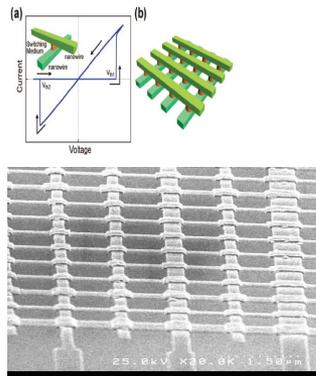
Evaluer leur potentiel en terme de performance et de nouvelles fonctionnalités

Modéliser et utiliser leurs caractéristiques pour les circuits et la conception d'architecture

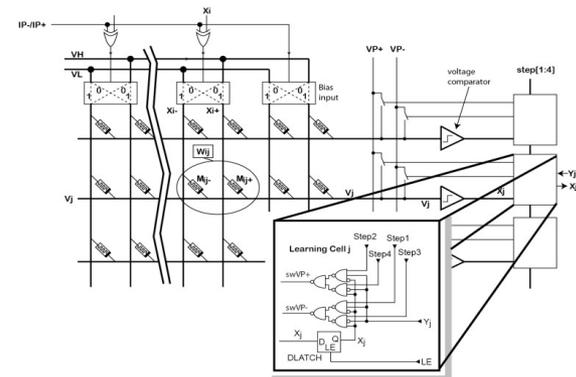
Développer des prototypes simples de preuve de concept avec un nombre limité de composants



**composants**



**dispositif**



**Circuit mixte nano/CMOS**

Implication de plusieurs groupes en physique (CNRS/Thales, CEA-IRAMIS), et en circuits et conception de systèmes (IEF, CEA-LIST, INRIA-Saclay, Labex Nanodesign).

Les deux premières années sont consacrées aux deux premiers points. Des demandes de foundry et/ou post docs seront demandés pour les années suivantes.

# Axe 2 : Nanospintronique

Voir exposé de Dafiné Ravésolona :

« Toward ultra low power spintronics devices »

# Axe 3 : Nanospintronique Moléculaire

Deux années de post doc : "Conception et synthèse de molécules pour des dispositifs de spintronique moléculaire"

Voir exposé de Victoria Campbell

« Self-assembled structures towards nanospintronic devices »

# Axe 4 : Nanélectronique

**Des domaines d'action ont été identifiés pour lesquels les compétences et les forces sont réunis sur le plateau et permettront de rapides avancées**

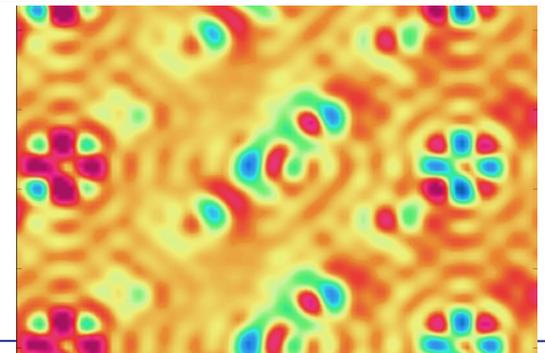
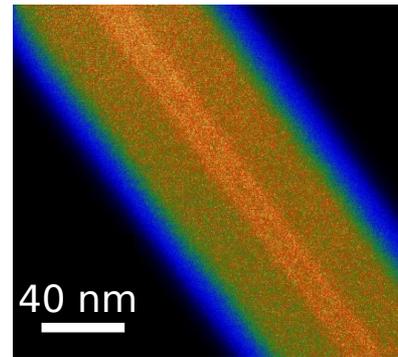
Transport quantique cohérent (forte interaction avec PALM)

Des systèmes phares :  
Nanofils semiconducteurs

Nanodispositifs à base de carbone

Théorie&modélisation

De nombreux laboratoires sont impliqués.



# Nanoélectronique : contribution à l'acquisition d'un équipement ALD

La technique ALD (Atomique Layer Deposition) permet de déposer des couches ultra-minces de diélectrique ou de métaux sur des surfaces très variées. C'est un dépôt conforme (intérêt pour les nanofils).



L'équipement est installé dans les salles blanches du LPN. Il est opérationnel depuis février 2014. Il est actuellement équipé de source pour les dépôts  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{HfO}_2$ . La contribution du Labex (120 sur 250k€) a permis d'acheter un équipement muni d'un plasma  $\text{O}_2$  ou  $\text{H}_2$  qui permet de faire des dépôts à basse température ( $100^\circ\text{C}$ ) compatible avec les organiques et les plastiques.

# Actions vers la visibilité à l'internationale

# NANO SACLAY NANOELECTRONICS WORKSHOP PARIS 2013

Le réfectoire des Cordeliers, Saint-Germain des Prés

December 10th -13th

## ORATEURS INVITÉS

### dispositifs spintroniques

A. Fert  
(Thales-CNRS)  
S. Van Dijken  
(Aalto University)  
D. Worledge  
(IBM Yorktown Heights)  
R. Bertacco  
(Politecnico di Milano)  
G. Beach (MIT)

### memristors

H. Van der Zant  
(Delft University)  
R. Wiesendanger  
(Nanoscience Centre  
Hamburg)  
S. Sanvito  
(Trinity College Dublin)  
R. Sessoli  
(Università degli Studi  
di Firenze)

### spintronique moléculaire

S. Tiwari  
(Cornell University)  
S. Parkin  
(IBM Almaden)  
G. Csaba  
(Notre Dame University)  
G. Indiveri  
(ETH Zürich)  
K. Roy  
(MIT)

### électronique quantique

H. Xu  
(Lund University)  
M. Katsnelson  
(Radboud University,  
Nijmegen)  
J. Nygård  
(Niels Bohr Inst.)  
S. De Franceschi  
(CEA Grenoble)  
A. Allain  
(EPFL, Lausanne)

**22 CONTRIBUTIONS ORALES + POSTERS**  
**≈ 150 PARTICIPANTS**



# IWCE 2014

## 17<sup>th</sup> International Workshop on Computational Electronics



texte bas de page



**IWCE 2014**

# 17<sup>th</sup> International Workshop on Computational Electronics

**Paris, June 3-6, 2014, FIAP Jean Monnet**

*Chair: Philippe Dollfus, IEF*

👉 131 participants

<http://iwce2014.ief.u-psud.fr/>

from USA, Canada, Japan, Korea, China, Taiwan, France, UK, Germany, Denmark, Sweden, Belgium, Spain, Italy, Switzerland, Austria,...

📄 4 invited lecturers (short course session)

- Eric Polizzi, University of Massachusetts Amherst, USA
- Xavier Waintal, CEA Grenoble, France
- Irena Knezevic, University of Wisconsin Madison, USA
- Yuriy Pershin, University of South Carolina, USA

📄 10 invited speakers

- Gerald Bastard, Ecole Normale Supérieure, Paris, France
- Christian Flindt, University of Geneva, Switzerland
- Irene Gamba, University of Texas at Austin, USA
- Nicola Marzari, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland
- Nobuya Mori, Osaka University, Japan
- François Triozon, CEA Grenoble, France
- Evan Reed, Stanford University, USA
- Hasan Sahin, University of Antwerp, Belgium
- Jean-Michel Sellier, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria
- Andreas Wacker, Lund University, Sweden

# AAP international standing

Pour la visibilité internationale nous privilégions les visites de professeurs étrangers dans les labos du labex aux voyages de chercheurs du Labex à l'étranger.

International Workshop for Computational Electronics, Paris June 2014 (IEF)	6000€
Workshop SKYMAG Paris Feb 2014 UMPHy	4000€
Invitation prof Cebers april-May 2014 (LPS)	5000€
Invitation Prof Tiwari (invité du worshop)juillet 2014 UMR Thales/IEF	3500€