



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur le réseau  
thématique de recherche avancée :

Fondation Nanosciences

Établissements fondateurs du réseau :

Université Joseph Fourier

Grenoble INP

Centre National de la Recherche Scientifique

Commissariat à l'Énergie Atomique et aux

Énergies Alternatives



Mai 2013



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Le Président de l'AERES

**Didier Houssin**

Section des Unités  
de recherche

*Le Directeur*

**Pierre Glaudes**



## RTRA

Nom du RTRA : Fondation Nanosciences

Nom du directeur général : M. Alain FONTAINE

## Membres du comité d'experts

Président : M. Jacques MILTAT, Laboratoire de Physique des Solides, Orsay

M. Florian BANHARD, Institut de Physique et de Chimie de Strasbourg

Experts : M. Christian GLATTLI, Service de Physique de l'Etat Condensé, Saclay

M. Aristide LEMAITRE, Laboratoire de Photonique et de Nanostructures, Marcoussis

M. Serge PALACIN, Service de Physique et Chimie des Surfaces et des Interfaces, Saclay

M. Yves PETROFF, Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Campinas, Brésil

M. Luc PIRAUX, Université Catholique de Louvain, Belgique

M. Pascal SILBERZAN, Institut Curie, Paris

M. Jean-Eric WEGROWE, Laboratoire des Solides Irradiés, Palaiseau

## Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Serge BOUFFARD

Représentants des établissements fondateurs :

M. Didier BOUVARD, Institut Polytechnique de Grenoble

M. Jean-Paul DURAUD, CEA

M. Giancarlo FAINI, CNRS



# Rapport

## 1. Introduction

### • Déroulement de l'évaluation :

L'évaluation du Réseau Thématique de Recherches Avancées (RTRA) nanoSCIENCES s'est déroulée les 27 et 28 mai 2013 à Grenoble selon le programme annexé à ce document. La composition du comité de visite est indiquée en tête de ce document. Dans ce rapport, RTRA ou Fondation de Coopération Scientifique (FCS) nanoSCIENCES seront utilisés indifféremment.

### • Présentation du réseau :

La FCS nanoSCIENCES a pour ambitions premières la promotion et le renforcement de l'excellence du site de Grenoble dans le champ des nanosciences. La fondation, à ce titre, a mis en place une politique de Chaires d'Excellence et de recrutement de doctorants de haut niveau, a contribué à des investissements structurants, a promu une politique scientifique de site visant à une meilleure synergie entre laboratoires du site, à vocations fondamentale ou appliquée.

### • Organisation et gouvernance :

La fondation est gouvernée par un conseil d'administration comprenant trois représentants de chacun des membres fondateurs, à savoir le CEA, le CNRS, Grenoble-INP et l'Université Joseph Fourier, un représentant de l'INRIA désormais partenaire de la fondation, cinq personnalités, deux représentants des enseignants-chercheurs et chercheurs du réseau, le Commissaire du Gouvernement et un représentant du Ministère de la Recherche. Le CA s'appuie sur un bureau comprenant quatre membres équi-répartis parmi les membres fondateurs. Le réseau possède un conseil scientifique comprenant une douzaine de personnalités internationales, dont le rôle premier est un rôle d'évaluation des avancées scientifiques liées à l'action du réseau. La sélection des projets est confiée à un comité de pilotage d'une vingtaine de membres, lequel s'appuie sur les avis d'experts indépendants. Enfin, l'équipe de direction comprend actuellement, outre le directeur, une secrétaire générale, une assistante de direction et une responsable du développement et de la communication.

### • Effectifs propres à la structure :

Depuis juillet 2007, les personnels affectés en propre à la fondation (au réseau) comprennent selon des données incluses dans le rapport destiné à l'AERES et daté de février 2013

- 4 membres de l'équipe de direction (au titre de CDI),
- 28 personnes au titre des Chaires d'Excellence, dont 4 à temps plein. En février 2013, les attributions de Chaires d'Excellence avaient conduit à l'ouverture de 16 CDD1,
- 38 personnes au titre de Post-Doctorant (CDD) pour une durée totale d'environ 715 mois,
- 54 personnes au titre de Doctorant (CDD), chacune pour une durée de 36 mois.

---

1 Outre ces 16 personnes, 12 personnes ont été recrutées au titre des Chaires d'Excellence sans que la Fondation soit leur employeur direct.



## 2 • Appréciation sur le réseau

- Avis global :

La FCS a joué un rôle majeur de structuration des activités scientifiques du site grenoblois dans le domaine des nanosciences. Elle l'a fait en développant des outils adaptés, au premier rang desquels on trouve les Chaires d'Excellence, incluant Mobilité d'Excellence et Chaire d'Excellence Industrielle. Les Chaires d'Excellence ont durablement irrigué le tissu par l'apport d'idées nouvelles, de coopérations originales. Les nombreux succès engrangés récemment auprès de l'ERC et auprès de l'ANR constituent un résultat marquant, non seulement pour les laboratoires porteurs des projets, mais aussi pour la FCS.

- Points forts et possibilités liées au contexte :

Parmi les points forts, le Comité de Visite retient la politique déployée autour des Chaires d'Excellence dans leur ensemble, lesquelles ont permis une synergie remarquable en fédérant plus facilement des équipes autour de personnalités extérieures, un soutien important en début de période à la Plateforme Technologique Avancée, une politique de recrutement de Doctorants ambitieuse, une action incitative forte en faveur de la nanobiophysique.

- Points faibles et risques liés au contexte :

L'absence d'autofinancement s'avère certes contraire à l'esprit des FCS. Cependant, à la fois le contexte économique et l'existence des canaux usuels de l'interaction Recherche-Industrie peuvent expliquer l'absence d'intérêt du secteur socio-économique pour une fondation aux intérêts plus fondamentaux qu'appliqués.

- Recommandations :

La FCS nanoSCIENCES s'est révélée être un outil unique de structuration du paysage des Nanosciences sur le site de Grenoble. Au-delà des résultats scientifiques, les avis très positifs à la fois de directeurs de laboratoire consultés lors de l'évaluation et des représentants officiels des membres fondateurs incitent à imaginer un avenir où des fonctions d'animation et structuration du site de Grenoble pourraient continuer à être assurées dans le domaine des nanosciences.



### 3 • Appréciations détaillées :

Bien que les modalités aient quelque peu évolué au cours de l'existence de la FCS, les Appels à Projet (AAP) ont eu pour buts principaux

- La création de Chaires d'Excellence. Ces Chaires sont environnées dans le sens où l'appel à projet comprend le plus souvent une candidature Post-Doctorant et une candidature Doctorant associées, ainsi que des frais de fonctionnement. Ce programme a été ponctuellement étendu vers la mobilité d'excellence, puis, plus récemment, vers une Chaire d'Excellence Industrielle,
- Le soutien à des projets scientifiques de coopération intra-site, avec recrutement d'un Post-Doctorant,
- La création d'un vivier de Doctorants de haut niveau, au travers d'un programme spécifique Ph-D,
- Le soutien au développement de plateformes technologiques d'usage commun, tout particulièrement l'entité dénommée Plateforme Technologique Avancée, appartenant au réseau Renatech des grandes centrales technologiques,
- L'animation scientifique avec, en toile de fond, la promotion de réseaux intra-site dans les différents champs des nanosciences.

- **Bilan de l'activité scientifique :**

Les priorités de la FCS furent, en 2007, ainsi définies :

1. Nanoélectronique quantique
2. Nanomagnétisme et électronique de spin
3. Nanophotonique
4. Électronique moléculaire
5. Nanomatériaux, nanobonding et nanostructuration
6. Nanocaractérisation et métrologie
7. Approches nano des Sciences du Vivant
8. Modélisation à échelle nano: théorie et simulation

Il est indéniable que les Chaires d'Excellence ont joué un rôle moteur majeur au cours des quelques six années d'existence de la FCS. Parmi celles-ci, quatre ont été attribuées à temps plein (2007 : *Donald Martin [Approches Nano des Sciences de la Vie]*, *Mairbeck Chshiev [Nanomagnétisme et Spintronique]*, 2008 : *Tetiana Aksenova [Approches Nano des Sciences de la Vie]*, 2010 : *Max Hofheinz [Nanoélectronique Quantique]*). À cette liste, il convient d'ajouter la Chaire attribuée en 2011 au titre de la Mobilité d'Excellence (*Jean-Louis Barrat [Nanomatériaux...]*) ainsi que la Chaire d'Excellence Industrielle (2012 : *Philippe Andreucci [Approches Nano des Sciences de la Vie]*). Les données bibliographiques existantes témoignent pour l'ensemble de ces personnes d'une production scientifique originale et soutenue. Outre les Chaires d'Excellence à temps plein, 23 Chaires d'Excellence à temps partiel ont été attribuées depuis 2007. Ici aussi, les données bibliographiques existantes sont éloquentes. Le comité de visite considère que le programme Chaires d'Excellence a apporté une forte valeur ajoutée au contexte Nanosciences grenoblois, un sentiment conforté par les auditions de quelques récipiendaires de Chaire d'Excellence.



Les titulaires des Chaires d'Excellence - et les doctorants et post-doctorants associés - ont su à la fois apporter des idées nouvelles et tisser des relations assurant une bonne diffusion dans le contexte local. Un effort important a été de facto consacré aux activités théoriques (50% des recrutements en nombre). Enfin, le programme de recherche associé à la Chaire d'excellence Industrielle, adossée de fait à une Chaire d'Excellence à temps partiel et à l'accord pré-existant Caltech-LETI, apparaît riche d'avenir. Deux titulaires sont devenus professeurs de l'Université Joseph Fourier, deux autres ont été recrutés sur poste permanent par le CEA. Les chaires d'excellence à temps partiel ont attiré avec succès des théoriciens de renom et avec un impact et des collaborations durables à la fois avec les expérimentateurs et les théoriciens.

Outre les Chaires d'Excellence, la FCS nanoSCIENCES s'est appuyée sur un programme Doctorants, un programme Nouveaux Entrants (2007-2008), un programme Projets (2007-2009). Les programmes Soutien aux Nouveaux Entrants (incluant un doctorant) et Projets (incluant un post-doctorant) ont donc eu une durée de vie relativement courte. Le Comité de Visite n'a pas procédé à une réelle évaluation de ces programmes. Néanmoins, les données bibliographiques existantes semblent témoigner d'un réel succès.

Le programme Doctorants, avec un recrutement au fil de l'eau, puis par session, s'est quant à lui poursuivi tout au long de l'existence de la FCS. Au total, 55 candidats auront été recrutés. Il s'agit d'un effort très substantiel pour les Nanosciences à Grenoble. Le Directeur de la FCS a tenu à préciser que les critères de sélection s'étaient affermis au cours du temps. L'audition d'un seul doctorant en spintronique supramoléculaire, remarquable de qualité, ne permet pas une vision fine de l'ensemble des résultats de ce programme. En revanche, les données bibliographiques existantes restent favorables et l'organisation d'un Prix de Thèse a contribué à la visibilité du programme Doctorants de la FCS.

Le programme Équipements Structurants (2007-2011) aura permis d'une part un soutien au développement de deux lignes expérimentales à l'ESRF (Lignes IF et D2AM), d'autre part un soutien affirmé à la Plateforme Technologique Avancée (PTA), avec, notamment le financement d'un microscope FIB « dual beam » électrons-ions ainsi qu'un soutien au développement d'un outil de fonctionnalisation de surfaces au sein de Nanofab, la plateforme de l'Institut Néel.

Enfin, par son action très incitative, la FCS sera parvenue à renforcer tout particulièrement les thématiques Nano-Biophysique, Graphène et Spintronique :

Parmi les réussites les plus spectaculaires de la thématique Nano-Biophysique, on peut citer la fonctionnalisation de micro-motifs sur les surfaces (micropatterning). Cette technique a été adoptée avec succès dans plusieurs groupes et sur plusieurs thématiques telles que l'auto-organisation de réseaux d'acto-myosine ou les mesures de forces de tractions exercées par les cellules. De manière générale, les efforts de fonctionnalisation de surface avec des chimies innovantes permettant de cibler certaines propriétés cellulaires ont connu un développement remarquable dans lequel s'inscrit une chaire d'excellence. Cet effort de contrôle des environnements se retrouve également dans le travail initié à Grenoble grâce à une chaire d'excellence autour des phénomènes d'échanges sur des membranes biomimétiques. Ces derniers travaux se trouvent aujourd'hui au centre d'une intense activité de recherche très diversifiée se tournant en particulier vers la production d'énergie.

Au sein de la thématique Graphène, citons ici :

- la caractérisation avancée de nanostructures supraconductrices basées sur des films rhénium/graphène dans le but d'obtenir de nouveaux nanoSQUIDS et développer l'électronique nécessaire,

- l'étude de nano clusters ou de films de Co et de Fer déposés sur graphène/Ir. Des expériences de dichroïsme magnétique circulaire montrent que les nanoclusters ont des propriétés inhabituelles, probablement dues à une faible interaction avec le graphène. Des mesures de microscopie d'électrons polarisés en spin montrent que l'aimantation du Co se maintient pour des films très minces (conséquence d'une forte anisotropie magnétique à l'interface). Ces résultats montrent le rôle crucial de l'interaction graphène/métal et la possibilité d'agir sur les propriétés magnétiques,

- la supraconductivité intrinsèque du graphène dopé souvent proposée mais jamais observée expérimentalement. Pourtant on peut rendre le graphène supraconducteur par effet de proximité en le mettant en contact avec un matériau supraconducteur. Dans une étude récente à Grenoble, l'effet de proximité est créé en déposant sur la surface du graphène un réseau 2D de clusters supraconducteurs. Contrairement au couplage covalent, qui affecte fortement la densité d'états, un couplage non-covalent d'adsorbats est utile pour obtenir des matériaux avec des propriétés électroniques intéressantes car le graphène garde ses propriétés électroniques exceptionnelles, tout en hybridant celles de l'élément en contact,



- la première observation de l'effet Hall quantique d'une tricouche de graphène en très fort champ magnétique et des mesures de magnétotransport caractérisant la diffusion électronique dans du graphène épitaxié au point de neutralité,
- l'interaction meilleure entre recherche fondamentale et appliquée (LETI, ST Micro, SOITEC, LITEN).

Au sein de la thématique des phénomènes quantiques cohérents, des avancées significatives ont été enregistrées

- avec la manipulation d'électrons uniques, leur transport par ondes de surface et leur détection en un coup (réalisation de qubits de spin),
- avec l'observation d'un facteur de Landé géant de trous dans des boîtes quantiques couplées de SiGe et la mesure du temps de relaxation de spin,
- avec le couplage d'un atome donneur unique avec un transistor à un électron laissant envisager son exploitation comme qubit dans des semiconducteurs.

A la frontière entre la nanoélectronique quantique et la nano-électromécanique, des résonateurs en nanotube de carbone ont permis de détecter le magnétisme d'une molécule unique adsorbée et d'envisager l'intrication du spin d'une molécule et du mode de vibration.

Finalement, dans le domaine de la spintronique, notons en premier lieu le développement spectaculaire de travaux théoriques liés pour une part très significative à un recrutement dans le cadre d'une chaire d'excellence. Au-delà des phénomènes de transport résolu en spin au travers de barrières tunnel, les travaux se sont étendus au couplage d'échange, toujours au travers de barrières isolantes, à l'anisotropie de surface et, surtout, à la spintronique du graphène. Plusieurs méthodes de calcul ab initio sont ici mises en œuvre. On notera une excellente intégration dans le contexte de la physique théorique à Grenoble. Outre ces travaux théoriques, on notera au sein d'une activité expérimentale très vive les travaux consacrés à la spintronique supramoléculaire.

Ces exemples restent indicatifs de l'activité scientifique sous-tendue par la FCS nanoSCIENCES.

Enfin, les poids respectifs des différents programmes mis en place par la FCS apparaissent au travers des budgets afférents, à savoir, environ 9 M€ pour l'ensemble du programme Chaires d'Excellence, 4 M€ pour le programme Doctorants, 3 M€ pour le programme Projets, 1,2 M€ pour le programme Nouveaux Entrants et 5,8 M€ pour les Équipements Structurants.





- **Rayonnement et notoriété du RTRA :**

La stratégie de coopération sur site a bénéficié d'au moins trois leviers clairement identifiés, les Chaires d'Excellence, une action incitative forte en faveur de la Nano-Biophysique et une contribution très significative aux développements techniques et au fonctionnement de la Plateforme Technologique Avancée. L'apport d'idées originales et/ou savoirs-faire nouveaux a permis aux titulaires de Chaires d'Excellence une irrigation innovante du tissu grenoblois. La Nano-Biophysique a bénéficié de l'organisation d'un séminaire régulier, de la mise en place des prix de thèse, de l'afflux de jeunes chercheurs de talent et de l'apport de personnalités confirmées. Des activités originales se développent autour du concept de surfaces organisées et fonctionnalisées pour le greffage de molécules ou autour des systèmes biomimétiques. Outre un soutien récurrent au fonctionnement de la Plateforme Technologique Avancée pendant les premières années d'existence de la FCS, la FCS a permis l'acquisition d'un instrument unique, le microscope FIB 'dual beam', lequel permet, par exemple, une observation quasi-tomographique de coupes biologiques ou, encore, la préparation et la connexion d'objets uniques.

Avec, en 2012, quelque 45 permanents, 40 doctorants et post-doctorants, l'activité Graphène est importante à Grenoble. La FCS a contribué à l'élaboration du réseau Graphene in Grenoble qui associe au moins 12 laboratoires du site. L'animation scientifique de la FCS se manifeste encore par l'organisation d'un séminaire régulier NanoÉlectronique Quantique. La qualité de l'animation est bien reflétée par la qualité du site web de la fondation, tenu à jour, lequel constitue un point d'entrée des Nanosciences à Grenoble.

Enfin, la qualité des recrutements sur poste permanent de titulaires de Chaires d'Excellence ou encore de certains post-doctorants apparaît sans équivoque.

- **Effet levier du RTRA :**

Les effets de levier du RTRA nanoSCIENCES ne s'expriment pas en termes de partenariat avec des secteurs économiques, culturels ou sociaux, bien que la mise en place d'une Chaire d'Excellence Industrielle puisse à terme mener à un équilibre nouveau. En revanche, les acteurs locaux voient dans les nombreux succès rencontrés dans l'obtention de contrats ERC, dans la participation du site de Grenoble au Flagship Graphene, dans les succès rencontrés lors de soumissions de projets à l'ANR une influence directe des actions de la FCS. On serait tenté de dire que le succès vient d'abord de la qualité des projets, mais cette qualité même est certainement conditionnée par les travaux déjà effectués en réseau, la réflexion qu'ils impliquent... La FCS n'y est assurément pas étrangère. La participation de l'INRIA à la FCS depuis 2010 mérite d'être soulignée.

Dans le domaine de la formation, plusieurs actions peuvent être notées. En réponse à un appel d'offres annuel, un certain nombre de séminaires, workshops, conférences ou écoles ont été patronnés par la FCS. Outre le séminaire de Nanoélectronique Quantique déjà mentionné, les conférences ICOE (Organics Electronics), ElecMol (Molecular Electronics) se sont tenues à Grenoble. Une école à fréquence annuelle, ESONN (European School On Nanosciences and Nanotechnologies) est organisée par l'UJF, Grenoble-INP, le CNRS et le CEA sous l'égide de la FCS. L'animation scientifique au sens large a consommé un budget de l'ordre de 0,3 M€.

- **Gouvernance :**

La gouvernance de la FCS nanoSCIENCES s'avère classique, avec un conseil d'administration, un conseil scientifique et un comité de pilotage avec deux représentants par thème principal d'intervention. La liste des membres de ces différents conseils est indiquée dans le rapport AERES daté de février 2013. La structure globale de gouvernance a requis un budget typique de 300 k€/an. L'évaluation des résultats scientifiques a été confiée au conseil du même nom, avec pour conséquence, une évolution des priorités de la fondation, et, parfois l'abandon de programmes, le programme Nouveaux Entrants par exemple. Le comité d'experts ne se prononce pas sur ces évolutions et constate que les budgets des programmes sont en diminution sensible depuis 2011.



- **Gestion financière du réseau :**

L'utilisation des moyens mis à la disposition de la FCS de par l'investissement initial de l'État, les contributions annuelles des fondateurs CEA, CNRS, INPG, UJF et de par la contribution du partenaire INRIA, a bénéficié en premier lieu au développement de ressources humaines de qualité. Les budgets Chaires d'Excellence, Doctorants, Soutien aux entrants... en témoignent. Il n'est, pour autant, pas directement possible d'établir le ratio entre dépenses de personnel, investissement et fonctionnement.

Mais la tendance « priorités aux ressources humaines » avec un budget cumulé sans doute proche de 15 M€ ne semble pas pouvoir être démentie. La contribution initiale aux investissements et au fonctionnement de la PTA doit être à nouveau soulignée, avec un budget cumulé de l'ordre de 6 M€. Enfin, pour la période 2007-2012, le rapport entre coûts administratifs (fonctions support) et dépenses totales s'établit à 7,5%.

Si l'on admet que la priorité fut bien d'irriguer le tissu grenoblois en ressources humaines de qualité, le budget est cohérent avec les enjeux scientifiques.

Aucun accroissement de capital n'a été enregistré, en dépit d'une campagne active de collecte de fonds, du moins en début de période. Il s'agit d'un constat, semble-t-il, assez répandu. Il serait sans doute utile de considérer pour l'avenir une utilisation optimale de dispositions budgétaires telles le Crédit Impôts Recherche. Le comité d'experts a aussi débattu de la politique concernant la propriété intellectuelle. La FCS a, grâce à son action, contribué à un nombre important de prises de brevets. La propriété intellectuelle a cependant continué à être gérée par les organismes fondateurs.

- **Projets du RTRA, notamment dans le cadre des Investissements d'avenir :**

Schématiquement, le projet grenoblois implique la création par les universités et les organismes d'une fondation abritante dépositaire de la personnalité morale, sans que la FCS en soit acteur, et ce, avant l'été 2014.

La fondation abritante aura la charge de définir ses missions, dont certaines pourraient être confiées à des fondations abritées, dites sous égide. Une fondation sous égide Nanosciences pourrait ainsi être créée, reprenant les fonctions de l'actuelle FCS et étendant une action possible vers les labex pertinents. C'est ainsi que, se conformant au parcours administratif nécessaire, la fondation abritante pourrait demander au MESR de lui donner par décret la part non-consomptible du budget de la FCS, à savoir 2,6 M€, et d'en confier la gestion à la fondation sous égide Nanosciences.

Cette réflexion stratégique est importante dans la mesure où les organismes fondateurs semblent attachés aux vertus de l'actuelle FCS, en particulier sa réactivité et sa proximité de site. La FCS est une structure unique dans la promotion des synergies de site et dans la coopération de site.



## 4 • Observations générales des tutelles



Direction de la recherche  
Affaire suivie par Anne Chagas  
Téléphone 04 76 57 47 53  
Réf : DB/AC 2013-06

Monsieur le Président de l'AERES

Grenoble, le 27 septembre 2013

Objet : réponse de l'Institut polytechnique de Grenoble au rapport préliminaire du comité de visite :  
Réseau thématique de recherche avancée (RTRA) – Fondation Nanosciences

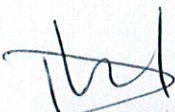
Monsieur le Président,

L'Institut polytechnique de Grenoble remercie le comité de visite pour la qualité du travail qu'il a effectué. Notre établissement se félicite de l'appréciation très positive du RTRA qui met en avant le rôle déterminant qu'il a joué dans la structuration, l'animation et la visibilité internationale de la communauté Nanosciences du site grenoblois.

Grenoble INP tient à remercier vivement le directeur du RTRA et son équipe, ainsi que l'ensemble des personnels des établissements fondateurs qui ont contribué au succès de ce réseau.

Suivant les recommandations du comité, Grenoble INP travaillera avec ses partenaires du site scientifique grenoblois à définir et mettre en place le cadre dans lequel la dynamique créée par le RTRA pourra se poursuivre dans l'avenir.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, mes meilleures salutations.

  
**Didier BOUVARD**  
vice-président  
du conseil scientifique  
de l'Institut polytechnique de Grenoble

**Groupe Grenoble INP**

46, avenue Félix Viallet  
F-38031 Grenoble Cedex 1

Tél +33 (0)4 76 57 45 00  
Fax +33 (0)4 76 57 45 01

[www.grenoble-inp.fr](http://www.grenoble-inp.fr)