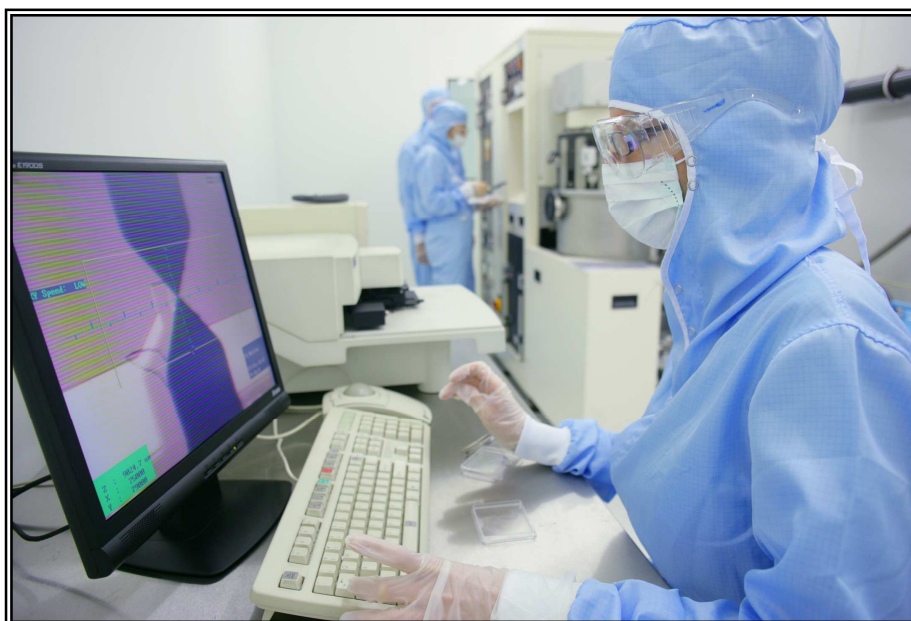


nano SCIENCES
FONDATION



**Fondation Nanosciences
aux limites de la nanoélectronique**
-
Rapport d'activité 2008



Fondation «Nanosciences aux limites de la nanoélectronique»
23 rue des Martyrs, F-38000 Grenoble
accueil@fondation-nanosciences.fr
Tél. : 0033 (0)4 56 52 96 28 – Fax : 0033 (0)4 56 52 96 98
www.fondation-nanosciences.fr

FONDATION
Nanosciences aux limites de la nanoélectronique

Rapport d'activité 2008

Introduction	2
Quelques dates clés	2
La gestion administrative de la Fondation	3
Les Appels à Projets	4
Les dépenses et engagements financiers de la Fondation	7
Les personnels scientifiques de la Fondation	9
Les actions de formation et d'animation scientifiques de la Fondation	10
L'impact de la Fondation sur l'activité des laboratoires du RTRA	11
Thématiques initiées ou renforcées par l'action de la Fondation	12
 Annexe 1 :	
Les activités scientifiques du RTRA par domaine d'excellence	14
nanoélectronique quantique	14
nanomagnétisme et électronique de spin	16
nanophotonique	19
électronique moléculaire	20
nanomatériaux, nanoassemblage et nanostructuration	22
nanocaractérisation et nanométrie	24
le vivant aux limites de la nanoélectronique	25
nanomodélisation.	28
 Annexe 2 :	
Le réseau des plateformes technologiques du RTRA	30
Bilan d'activité des Plateformes Technologiques	34
Plateforme Technologique Amont (PTA)	34
Centre de Nanofabrication (Nanofab)	38
CIME Nanotech	43
NanoBio	47
Plateforme de Nanocaractérisation (PFNC)	52
Consortium de Moyens technologiques Communs (CMTCC)	54
CRG française/ESRF	58
CIMENT	59
 Annexe 3 :	
Les chaires d'excellence de la Fondation	63
 Annexe 4 :	
Les doctorants salariés de la Fondation au 31 décembre 2008	64
 Annexe 5 :	
Les post-doctorants salariés de la Fondation au 31 décembre 2008	65
 Annexe 6 :	
Liste des laboratoires du RTRA	66
Quelques indicateurs académiques des laboratoires du RTRA	67

FONDATION Nanosciences aux limites de la nanoélectronique

Rapport d'activité 2008

Introduction.

La Fondation "Nanosciences aux limites de la nanoélectronique" réunit les 4 acteurs principaux du domaine du site de Grenoble: CEA, CNRS, UJF et Grenoble INP. Le Réseau Thématique de Recherche Avancée (RTRA) qui lui est associé regroupe 32 laboratoires représentant 880 chercheurs et ingénieurs de recherche. Le projet associe tous les partenaires grenoblois concernés par la recherche fondamentale et technologique en matière de nanosciences et nanotechnologies en se fixant pour limite de ne pas aborder directement les aspects technologiques.

La Fondation Nanosciences a reçu une dotation de l'état de 17.500 k€, et les 4 membres fondateurs se sont engagés à verser, chaque année, pendant une durée de cinq ans allant de 2007 à 2011, la somme de 1.700 k€ (500 k€ pour le CEA, le CNRS et l'Université Joseph Fourier (UJF) et 200 k€ pour Grenoble INP), soit une dotation globale de 26 M€. Compte tenu des règles de comptabilité, la Fondation, hors ressources nouvelles supplémentaires, peut dépenser 4.680 k€ par an pour ses actions et son fonctionnement.

Ces disponibilités sont sans commune mesure avec les crédits dont disposent les différents fondateurs, ce qui peut limiter le rôle d'inflexion susceptible d'être joué par la Fondation sur les orientations scientifiques suivies par les laboratoires. Néanmoins, la stratégie mise en œuvre permet de développer un vrai travail en commun des 4 membres fondateurs et de leurs laboratoires, de jouer un rôle de structuration et de renforcement des plates-formes, ainsi qu'un rôle significatif sur le recrutement de doctorants, post-doctorants, et chaires d'excellence que personne ne pouvait tenir.

Quelques dates clés

La Fondation a été créée par décret du 19 février 2007, le Conseil d'Administration a tenu sa première réunion le 23 mars 2007, et le Comité de Pilotage le 9 mai 2007. Cette réactivité a permis de lancer le premier appel à projets dès le mois de juin 2007, et le choix des projets retenus pour un financement était effectif au 17 septembre 2007.

La mise en place des projets retenus n'a cependant pas été aussi rapide, car elle a nécessité l'élaboration de conventions multipartites qui ont mobilisé beaucoup de temps de travail dû aux nombreux échanges nécessaires avec les différents services des partenaires impliqués, avec des réactivités très variables. Même si plusieurs projets ont pu démarrer entre fin 2007 et avril 2008, il faut savoir qu'un nombre significatif des conventions des projets labellisés en 2007 n'a finalement été signé que fin 2008.

L'année 2008 a été marquée par le deuxième appel à projets, diffusé en janvier 2008, et les projets sélectionnés ont été approuvés par le Conseil d'Administration le 24 juin 2008. Grâce à l'expérience acquise lors du traitement des projets 2007, la mise en œuvre des projets 2008 a été plus rapide, et la proportion de projets qui ont effectivement démarré en 2008 est plus

importante. Les projets 2008 qui seront mis en place en 2009 sont principalement ceux dont le démarrage est conditionné par le recrutement d'un doctorant (toujours long fautes d'excellents candidats qui remplissent les conditions d'éligibilité) ou par l'arrivée du titulaire d'une chaire d'excellence qui n'a pu se faire courant 2008.

La gestion administrative de la Fondation

Les Fondations de Coopération Scientifique étant des outils nouveaux, c'est tout un ensemble de mesures qui ont du être prises rapidement, dont nous décrivons ci-dessous les principaux aspects.

Mise en place de l'équipe administrative :

Le Directeur, Jean-Louis Pautrat, a été nommé au 1^{er} juillet 2007. A partir du 1^{er} janvier 2009, Roland Hérino, mis à disposition de la Fondation par l'UJF, lui a succédé après une période de biseau de 3 mois.

La Secrétaire Générale, Mme Karine Argento, a été recrutée le 19 novembre 2007. Une assistante a aussi été engagée en décembre 2007, mais à la suite de difficultés, il a été mis fin à son contrat de travail en juillet 2008, et c'est désormais Maud Dayez, recrutée en Novembre 2008 qui est l'assistante administrative et ressources humaines de la Fondation.

En Janvier 2009, Stéphanie Monfront a été recrutée comme Chargée du Développement et de la Communication sur la base d'un CDD de 6 mois.

Les locaux qui hébergent l'équipe administrative de la Fondation au 23 rue des Martyrs à Grenoble sont loués à Grenoble INP dans le cadre d'une convention entrée en vigueur au 1^{er} septembre 2007. Les locaux, d'une surface de 76 m² sont correctement équipés en mobilier et matériel informatique depuis janvier 2008.

Comptes bancaires et outils comptables.

Un compte courant et un compte titre ont été ouverts en mai 2007 auprès de la BNP Paribas. Plus récemment, il a été décidé d'ouvrir en janvier 2009 un compte courant et un compte titre auprès de la CIC Lyonnaise de Banque dans l'optique de diversifier les placements de la Fondation dans cette période d'incertitudes.

Au niveau comptable, la Secrétaire Générale est aidée par le cabinet d'experts comptables Adquo, choisi en juillet 2007, pour la saisie des écritures et la tenue de la comptabilité de la Fondation, la préparation des comptes annuels, la mise en place des procédures de règlements par virements et leur exécution, la mise en place d'une comptabilité analytique et l'établissement des tableaux de suivi de gestion élaborés spécifiquement pour la Fondation.

Gestion des ressources humaines.

Depuis mai 2007, l'établissement des bulletins de paye, déclarations de charges sociales et des contrats de travail standards ainsi que l'assistance en droit social sont confiés au même Cabinet Adquo.

La Fondation emploie principalement des étrangers, et dans ce cadre, elle délivre les conventions d'accueil aux scientifiques recrutés, et gère l'obtention de leur titre de séjour et leur renouvellement en relation directe avec la Préfecture. Un livret d'accueil détaillé a été rédigé en anglais pour faciliter leur installation, et des conventions ont été signées avec l'Alliance française pour leur offrir des cours de Français à leur arrivée. Depuis novembre 2008, un service d'accompagnement personnalisé leur est proposé (recherche de logement et sélection, aide aux formalités administratives et à la mise en service du logement) par le biais de l'organisme EPERGOS Mobilité.

Relations avec les membres fondateurs.

Les conventions pluriannuelles, approuvées par le Conseil d'Administration du 7 avril 2008, ont été signées par les 4 membres fondateurs dans la période avril 2008 - janvier 2009.

Chaque projet soutenu par la Fondation fait l'objet de la signature d'une convention de soutien entre la Fondation et la (les) tutelle(s) du (des) laboratoire(s) destinataire(s) des fonds. Des modèles de conventions ont été rédigés suivant la nature du projet soutenu. A la suite de nombreux échanges, ces modèles ont pu être validés par l'ensemble des tutelles et sont dès lors utilisés, depuis décembre 2008, de manière systématique.

De la même manière, un modèle de convention d'accueil des salariés de la Fondation dans les laboratoires du RTRA commun à toutes les tutelles a été établi.

Une procédure de suivi des projets soutenus par la Fondation a été élaborée : un tableau de suivi permet de contrôler le déroulement des projets sur la durée, des rapports intermédiaires sont demandés permettant d'établir des fiches de suivi annuel, et il est prévu de demander à la clôture du projet en plus d'un rapport écrit une présentation devant le Comité de Pilotage.

Les appels à projets

les propositions de soutiens offertes par la Fondation

L'appel à projet 2008, tout comme celui de l'année précédente, était ouvert à plusieurs types de propositions:

- des actions de type "chaires d'excellence" d'une durée de 3 ans (à temps partiel ou plein) chacune étant "environnée" en crédits (équipement et fonctionnement) ainsi qu'en doctorant ou post-doc.
- des projets de recherche impliquant plusieurs laboratoires et plusieurs disciplines (avec la possibilité de recruter doctorant ou post-doctorants).
- des demandes de soutien aux plates-formes technologiques (pour des actions coordonnées)
- un accueil des nouveaux entrants, choisis sur un projet scientifique, avec un accompagnement en moyens (équipement et fonctionnement et la possibilité de recruter un doctorant)
- des semestres sabbatiques
- des doctorants, pouvant être choisis à tout moment dans l'année ("au fil de l'eau"), formés à l'étranger, et non éligibles pour une allocation de recherche du Ministère.

Les propositions devaient obligatoirement relever des 8 thématiques prioritaires du RTRA, mais aucun ciblage n'a été formulé.

Rappels sur l'appel à projets 2007

Le premier appel à projets de la Fondation a été lancé l'année même de sa création, en 2007. Le court délai imposé entre la publication de l'appel à projets (juin 2007), la date limite de dépôt (1^{er} juillet) et la sélection des projets (septembre 2007) a imposé un calendrier tendu. Les projets ont été analysés par un Comité d'Experts constitué de 61 experts extérieurs (dont de nombreux étrangers) et de membres du Comité de Pilotage.

Cet appel à projets a reçu 72 propositions, et 28 projets (hors projets thèses "au fil de l'eau") au total ont été retenus.

Les projets retenus se répartissent comme suit :

- recrutement et/ou soutien accordé à 8 chaires d'excellence (dont 2 à temps plein) qui représentent un engagement financier de 2.286,5 k€ sur 3 ans
- soutien de 5 jeunes entrants (qui représente engagement financier de 773 k€ sur 3 ans)
- soutien de 5 projets de recherche RTRA, pour un engagement financier de 1.091 k€ sur 3 ans

- soutien financier d'un montant total de 1.775 k€ aux plateformes technologiques
- soutien à des colloques et actions de formation et d'animation scientifique pour 8 k€, liste à laquelle il faut ajouter l'engagement de recrutement de 7 doctorants.

La stratégie a été de fournir un effort important envers les plateformes technologiques au démarrage du RTRA. Ce choix qui va dans le sens de la coopération a été fait d'une part pour améliorer sensiblement et rapidement le support technologique offert aux chercheurs du réseau, et d'autre part pour favoriser le développement coordonné des différentes plateformes et améliorer leur accès à l'ensemble de la communauté du RTRA, avec l'objectif de rendre plus lisible et plus opérationnelle l'organisation et l'offre technologique de Grenoble dans ce domaine.

La plupart des projets retenus en 2007 n'ont effectivement démarré qu'en 2008 pour les raisons déjà soulignées plus haut, de sorte que la consommation des crédits 2007 (467 k€) a été très sensiblement inférieure à la part consommable, la partie non consommée étant reportée à 2012, ce qui conduit à prévoir dès maintenant, indépendamment de l'évolution du capital, une sixième année d'exercice de la fondation. La faible consommation des moyens 2007 a eu aussi pour conséquence de reporter sur 2008 la réalisation d'une grande partie du programme retenu au titre de l'appel 2007.

▪ *L'appel à projets 2008*

Le traitement de l'appel à projets 2008 s'est déroulé sur un calendrier bien moins serré qu'en 2007 : appel en janvier 2008, date limite de dépôt des propositions 3 mars 2008, sélection par le Comité de Pilotage en mai 2008 après réception des expertises, et approbation par le Conseil d'Administration le 24 juin 2008. Chaque projet a été expertisé par 2 des 50 rapporteurs extérieurs (dont près de 50% d'étrangers).

Sur les 47 propositions reçues, les projets retenus et approuvés par le Conseil d'Administration se répartissent comme suit :

- soutien aux plateformes technologiques, avec un engagement financier de 2.327 k€ sur 3 ans
- projets scientifiques RTRA pour un engagement de 951 k€
- recrutement et/ou soutien financier de 4 chaires d'excellence (dont 1 à temps plein), engagement de 1.085 k€ sur 3 ans
- soutien à 3 nouveaux entrants d'un montant total de 475 k€
- soutien à des colloques et actions de formation et animation scientifique pour 40 k€.

Par ailleurs, au cours de l'exercice 2008, le Bureau du Conseil d'administration de la Fondation a accepté d'allouer un contrat de travail de formation doctorale, d'une durée de 36 mois, à 6 étudiants de nationalité étrangère. Il s'agit de la procédure dite "au fil de l'eau" qui permet le recrutement rapide d'étudiants excellents formés à l'étranger qui ne peuvent pas bénéficier par ailleurs d'allocations ministérielles pour des raisons administratives. Chaque candidature est évaluée par un expert de la spécialité et discutée au sein du Comité de Pilotage, pour être ensuite soumise à l'accord du Bureau de la Fondation.

En 2008, l'action marquante de la stratégie de la Fondation a été comme en 2007 le soutien fort aux plateformes technologiques, avec un engagement de 2.327 k€ sur 3 ans. Ce niveau de soutien devrait décroître sensiblement dans les réponses aux prochains appels à projets, au profit d'autres actions comme les chaires d'excellence.

Chaires d'Excellence - APPEL à PROJETS 2008					
Nom Nationalité durée	Théma- tique	Spécialité / Sujet	Origine	Début du séjour	Soutien accordé
Temps plein					
T. Aksenova Ukrainienne 3 ans	Vivant	Interface cerveau machine Spécialiste du développement d'algorithmes auto-adaptatifs pour le traitement en ligne des signaux neuronaux.	Institut d'Analyse Appliquée des Systèmes Ukraine	Novembre 2008	437 k€
Temps Partiel					
A. Zaslavsky 3mois/an X 3 ans Américain	Nano Electroni. Quantique	Tunneling-based nano-FET développe des nanocomposants basés sur l'effet tunnel compatibles avec la technologie SOI.	Brown University USA	Juin 2009	279 k€
M. Franca Santos Brésilien 3m/an x3	Nano- photo- nique	Emission properties of a semiconducting cavity coupled to an artificial atom spécialiste de la modélisation des propriétés émissives d'une boîte quantique en cavité.	Université de Belo Horizonte Brésil	2 ^{ème} Semestre 2009	195 k€
L. Fonseca Brésilien 6 mois/an x 3 ans	Nano- simulation	Nanometric Devices calculated ab initio simulation atomistique des nouveaux matériaux et des interfaces utilisés dans les composants électroniques ultra miniaturisés	W. von Braun Center Brésil	2 ^{ème} Semestre 2009	174 k€

Projets de recherche retenus - APPEL à PROJETS 2008				
Thématique	Sujet	Laboratoires partenaires	Responsable	Soutien accordé
Nano- matériaux	Redox supramolecular polymers : Préparation, caractérisation, et application à l'électronique moléculaire de métallo-polymères supramoléculaires	UJF/DCM CEA/INAC, CEA/LETI	G.Royal	251 k€
Nano- magnétisme	IMAGE : Injection of spins and magnetism in Ge(Mn) Injection de spin dans des nanostructures SiGe en utilisant un injecteur en GeMn	CEA/INAC/SP2M CEA/INAC/SCIB CEA/CNRS/SPINTEC CNRS/INéel	M. Jamet	220 k€
Vivant	NANOBIODROP : Nanodroplet chip for a controlled assembly of lipid layers and electrical detection of single-protein activity	UJF/LEGI UJF/IBS	B. Cross	250k€
Nano- matériaux	DISPOGRAPH: Graphène, du matériau au dispositif Elaboration de composants à base de graphène et exploitant les propriétés exceptionnelles du matériau	CNRS/INéel INP/IMEP INP LMGP	L. Magaud	230 k€
Nano- photonique <i>Projet Jeune Entrant</i>	Radiation induced collective phenomena in nanowire-based nanostructures Démontrer le couplage radiatif au sein d'un ensemble d'émetteurs formés de boîtes quantiques ou d'impuretés incorporées dans des nanofils	CNRS/INéel	M. Richard	160 k€
Vivant <i>Projet Jeune Entrant</i>	Contribution of 3D micro-environnement to cell adhesion Déterminer les forces d'adhésion et d'interaction au niveau cellulaire en agissant sur leur environnement	UJF/LSP CEA/IRTSV CNRS/LTM UJF/TIMC IAB	M. Balland	183 k€
Nano- simulation <i>Projet Jeune Entrant</i>	Hysteresis and modelisation of magnetic nano-objets Modéliser le comportement magnétique de nano-objets et optimiser leurs performances en ce qui concerne notamment la dissipation et le bruit.	UJF/Labo J. Kuntzman) UJF /Institut Fourier	S. Labbé	132 k€

En ce qui concerne les chaires d'excellence, l'appel à projet 2008 se traduit par le recrutement de quatre nouveaux scientifiques étrangers, pour des durées de 3 ans, à temps plein pour une personne et à temps partiel pour les 3 autres. Les 3 lauréats de chaires à temps partiel débuteront leur travail à Grenoble courant 2009, ils viendront renforcer les activités des axes Nanoélectronique Quantique, Nanophotonique et Nanomodélisation. Leur implication scientifique au sein du RTRA est précisée dans le rapport scientifique des thématiques. Deux d'entre eux séjourneront 3 mois par an à Grenoble, le troisième 2 mois par an. La personne à temps plein a été recrutée en novembre 2008, et travaille sur la thématique de l'interface cerveau-machine, dans l'axe "vivant aux limites de la nanoélectronique". Ces quatre chaires d'excellence sont environnées, et vont être accompagnées du recrutement de doctorants.

Les projets de recherche retenus dans le cadre de l'appel à projet 2008 sont rassemblés dans le tableau de la page suivante. Les 4 projets RTRA sont fédérateurs puisque 3 d'entre eux associent 3 partenaires du réseau, et que l'on compte 4 partenaires pour le quatrième projet.

▪ *L'appel à projet 2009*

Il a été diffusé aux membres du réseau le 19 décembre 2008. Cet appel présente une nette inflexion par rapport aux précédents, notamment pour répondre aux recommandations du premier Conseil Scientifique de la Fondation qui s'est réuni fin juin 2008 et qui a exprimé le souhait que la Fondation puisse soutenir des projets plus importants sur des axes stratégiques.

L'appel à projet 2009 a donc été recentré sur 3 types d'actions : les chaires d'excellence, les projets de recherche fédérateurs, et le soutien aux plateformes. Le soutien aux nouveaux entrants n'est maintenu que dans la mesure où les jeunes chercheurs concernés sont partenaires d'un projet fédérateur. Il s'agit là d'inciter les jeunes chercheurs à s'intégrer dans des projets d'envergure qui impliquent plusieurs partenaires du RTRA. Une priorité sera donnée aux projets accompagnant le recrutement de chaire d'excellence et aux projets de recherche qui permettent de développer des collaborations durables entre plusieurs partenaires du RTRA, le premier critère de sélection restant l'excellence du projet.

La date limite de dépôt des propositions a été fixée au 1^{er} avril 2009. Ce délai de plus de 3 mois permet une réflexion sur les axes stratégiques à développer et favoriser l'élaboration de projets collaboratifs. Les 8 groupes thématiques du RTRA ont ainsi organisé plusieurs réunions de prospective scientifique au cours des mois de janvier et février avec l'objectif de préparer de façon concertée les réponses à l'appel d'offre. En mars, ces mêmes groupes se sont réunis pour auditionner les porteurs de projet, et valider les propositions qui pourront être soumises, cette validation étant une condition exclusive d'éligibilité. L'aspect pluridisciplinaire a été favorisé en veillant à ce que les réunions des différents groupes thématiques ne se superposent pas et en invitant les chercheurs à participer au travail de plusieurs groupes.

Pour 2009, les demandes de soutien aux actions de formation et de dissémination scientifique sont déconnectées de l'appel à projet. Le bureau du groupe Formation a défini des critères d'éligibilité, de façon à structurer les demandes, éviter le saupoudrage, et garantir la lisibilité des actions de la Fondation dans ce domaine. Un processus de sélection des propositions comprenant la présentation des projets devant le bureau du groupe thématique Formation et un examen par le Comité de Pilotage a été mis en place.

Les dépenses et engagements financiers de la Fondation.

Ressources.

Le budget annuel de la Fondation qui est constitué de la part consommable du capital versé par l'état en 2007 et de la contribution annuelle des membres fondateurs est de 4.680 k€, auquel il faut ajouter les revenus des placements financiers et les dons éventuels.

Les dotations annuelles des membres fondateurs ont été reçues aux dates indiquées dans le tableau ci-dessous.

Fondateur	Montant dotation annuelle	Date de versement
CEA	500 k€	20/06/2008
CNRS	500 k€	28/04/2008
Grenoble INP	200 k€	24/07/2008
UJF	500 k€	04/04/2008

Dépenses et engagements.

L'ensemble des projets (hors doctorants « au fil de l'eau ») approuvés par le Conseil d'Administration suite à l'appel à projet 2008 représente un engagement financier total de 4.878 k€. Pour la plupart des projets, le soutien financier accordé se répartit sur plusieurs années, le plus souvent sur 3 années civiles.

Les dépenses 2008 reflètent donc seulement une partie des engagements qui résultent de l'appel à projet de l'année en cours, auxquelles s'ajoute la part 2008 des engagements pris en réponse à l'appel à projets 2007. Les autres dépenses 2008 concernent les contrats de doctorants "au fil de l'eau" et la gestion de la Fondation

Le tableau ci-dessous donne la répartition par grands postes des sommes dépensés en 2008. La colonne Gestion Fondation inclus les salaires du personnel administratif et toutes les autres charges de fonctionnement. Dans les soutiens aux projets, on a séparé la partie "salaires" de la partie "équipement" qui les accompagne, que ce soit des chaires d'excellence ou des projets de recherche RTRA. On a séparé les salaires des doctorants recrutés "au fil de l'eau", c'est-à-dire hors appel à projet, qui caractérisent aussi la réactivité et la flexibilité de la Fondation.

Sommes en k€	Total Crédits dépensés	Gestion Fondation	Animation scientifique	Salaires Doctorants ("fil de l'eau")	Soutien Projets Salaires (chaires, docs, pos-docs)	Soutien Projets Equipt	Soutien Plate-formes
2008	4.058	300	49	262	264	941	2.242

L'impact budgétaire des deux premiers appels à projets (2007 et 2008) est sensible jusqu'en 2011 inclus, il est détaillé dans le tableau ci-dessous (projection établie sur la base du tableau de bord à fin décembre 2008).

Engagements en K€ pour	Salaires Doctorants ("fil de l'eau")	Soutien Projets Salaires (chaires, docs, pos-docs)	Soutien Projets Equipt	Soutien Plate-formes	Total Crédits engagés
2009	449	1.434	782	920	3575
2010	415	1.496	658	500	3069
2011	183	772	188	0	1143
Total	1047	3702	1618	1420	7787

Il ne s'agit d'une estimation que pour la répartition par année, car les dates de recrutement ne sont pas encore définitives pour tous les personnels prévus. A ces engagements, il faut ajouter le soutien qui sera apporté aux actions de formation et d'animation scientifique, et les dépenses de gestion de la Fondation.

De la même manière, l'appel à projet 2009 ne manquera d'impacter le budget des années suivantes, jusqu'en 2012, puisque certains projets ne seront pas initiés avant 2010. En théorie, la part consommable du capital versé par l'état devrait être consommée fin 2011. Toutefois, la

plupart des projets retenus dans le cadre de l'appel à projets 2007 n'a effectivement débuté qu'en 2008, de sorte que la consommation des crédits 2007 (4.680 k€) a été très sensiblement inférieure à la part consommable. La part non consommée de l'ordre de 4.212 k€ ne pouvant être dépensée avant 2012, il est possible de prévoir dès maintenant une sixième année d'exercice de la Fondation, indépendamment des collectes de fonds qui pourront être réalisées, et de l'apport des produits financiers.

Les personnels scientifiques de la Fondation.

Le Conseil d'Administration a fait le choix que la Fondation soit l'employeur des personnels de recherche recrutés dans le cadre de son action, qu'il s'agisse des chaires d'excellence, des doctorants ou des post-doctorants associés aux projets.

Ce choix implique que la Fondation doit assurer une charge administrative importante, notamment dans la gestion des contrats de travail et de tous les aspects associés (URSSAF, sécurité sociale, taxes sur les salaires, gestion des congés, etc.), sans oublier l'aide à l'accueil des chercheurs, puisqu'il s'agit principalement d'étrangers (permis de séjour, formalités administratives, etc.). Les personnels scientifiques recrutés sont accueillis par les laboratoires, où ils sont soumis au règlement intérieur du laboratoire pour leur activité.

Au niveau du recrutement, il faut souligner la difficulté que rencontrent les laboratoires du RTRA pour proposer des candidats doctorants qui correspondent à leurs attentes, tant au niveau des profils que de leur qualité. Le fait que la Fondation ne puisse recruter que des étudiants qui ne peuvent pas bénéficier des bourses nationales élimine souvent les jeunes chercheurs européens. Beaucoup de candidats sont ainsi de nationalité chinoise, coréenne ou indienne, ce qui peut poser des difficultés d'évaluation de leur formation. Les responsables des Ecoles Doctorales sont désormais consultés pour avis sur les candidats proposés, et chaque candidature est examinée par le Comité de Pilotage après présentation du dossier par un rapporteur spécialiste du sujet. Il n'est pas rare que des candidats ne soient pas retenus, soit parce qu'ils n'ont pas le niveau d'excellence requis, soit parce que leur dossier est difficile à évaluer. Cette difficulté a pour conséquence de retarder le déroulement de certains projets liés au recrutement de doctorants.

Chaires d'excellence.

Suite aux appels à projets 2007 et 2008, 12 chaires d'excellence ont été créées dont 3 à temps plein. On trouvera en fin de ce rapport le tableau qui récapitule les lauréats des chaires d'excellence, et donne les détails de nationalité, durée et début du séjour, sujet de recherche et établissement d'origine.

Parmi les titulaires d'une chaire d'excellence, on compte 4 américains (Brown, CalTech, Stanford, Yale), 1 russe (venant des USA –University of Alabama), 2 brésiliens, 1 ukrainienne, 1 australien, 3 européens (Belgique, Espagne, République Tchèque).

Les titulaires de chaire d'excellence sont tous des scientifiques de renommée internationale. On distinguera les 3 chaires à temps plein, qui concernent des chercheurs qui envisagent de s'installer à Grenoble, des chaires à temps partiel qui permettent de développer des relations durables avec des laboratoires étrangers, soit sur de nouveaux axes ou en vue de renforcer certaines thématiques. Plusieurs d'entre eux ont déjà donné des séminaires largement ouverts à la communauté scientifique grenobloise (notamment dans le cadre des Séminaires de la Fondation, mensuels, mis en place en novembre 2008). Il est prévu qu'ils participent aussi à la formation doctorale: M. Roukes donnera par exemple une série de cours au 2^{ème} trimestre 2009 dans le cadre de l'Ecole Doctorale de Physique, L. Glazman interviendra quant à lui au 2nd semestre, ainsi que Mairbek Chshiev.

Post-Doctorants

La Fondation emploie au 31 décembre 2008 cinq post-doctorants, associés à des projets retenus en 2007 et 2008. La liste en est donnée en annexe, qui précise le projet sur lequel ils ont été recrutés, leur sujet de recherche et leur laboratoire d'affectation.

Doctorants.

Au 31 décembre 2008, la Fondation compte 17 étudiants salariés doctorants, recrutés soit dans le cadre de l'accompagnement de chaires d'excellence (2 doctorants) et de projets (2 doctorants), soit dans la procédure dite "au fil de l'eau" (pour 13 d'entre eux). On dénombre 4 chinois, 6 indiens, 1 coréens, 1 brésilien et 1 russe, les autres sont européens (tchèque, roumain, polonais). Un tableau joint en annexe récapitule la liste nominative des doctorants, leur nationalité, leur sujet de thèse et leur laboratoire de rattachement.

Les actions de formation et d'animation scientifique de la Fondation.

La première action de formation évidente de la Fondation est celle de formation à la recherche qu'elle soutient en finançant des thèses qui permettent d'accueillir à Grenoble des étudiants de grande qualité venus de tous les continents. La Fondation est engagée également auprès des Ecoles Doctorales (ED) qui accueillent ses doctorants, principalement l'ED de Physique et celle de Chimie et Sciences du Vivant (le Directeur de la Fondation est invité aux Conseils de ces ED), mais aussi l'ED EEATS et l'ED Ingénierie-Matériaux, Mécanique, Environnement, Energétique, Procédés, Production. Elle joue le rôle d'intermédiaire entre les titulaires de chaires d'excellence et les ED pour organiser leur implication dans l'enseignement organisé par les ED.

La Fondation apporte un soutien à ESONN (European School on Nanosciences and Nanotechnologies) qui accueille chaque année pour 3 semaines des jeunes chercheurs européens et non européens (américains, indiens, brésiliens, etc.) et qui contribue sensiblement à la reconnaissance internationale de Grenoble dans le domaine des nanosciences. Cette école qui offre des travaux pratiques sur des expériences de recherche dans les laboratoires du RTRA favorise le rapprochement de ces jeunes chercheurs étrangers avec les scientifiques grenoblois de la Fondation.

En termes d'animation scientifique, la Fondation a lancé un séminaire mensuel depuis novembre 2008 intitulé "Les Séminaires de la Fondation" qui accueille alternativement des chercheurs de renoms en visite à Grenoble et des titulaires de ses chaires d'excellence. La Fondation soutient également un séminaire hebdomadaire sur la thématique "Nanoélectronique Quantique". En 2009 (et les années suivantes), elle va délivrer un "Prix de Thèse de la Fondation Nanosciences" pour récompenser la meilleure thèse (ou les 2 meilleures, selon la "pression") soutenue dans l'année écoulée dans les laboratoires du RTRA.

La Fondation apporte aussi son soutien à de grandes conférences internationales organisées à Grenoble, comme Elec Mol 2008 (plus de 300 participants sur 5 jours), et à quelques manifestations s'adressant à un public local, régional ou national.

Afin d'éviter un risque de saupoudrage, de pratiquer une politique de transparence et de maintenir une stratégie de lisibilité et d'efficacité, la Fondation a mis en place une procédure de sélection des demandes de soutien qui lui sont soumises. Elle s'appuie sur le Bureau "Formation et Animation Scientifique", qui recevra et expertisera les demandes de soutien, procédera à l'audition des porteurs de projets, avant de les soumettre au Comité de Pilotage pour sélection.

Au niveau de l'animation "au cœur" du RTRA, elle est conduite sous l'impulsion de la direction par les 8 groupes thématiques qui coordonnent les 8 domaines d'excellence du réseau. Deux journées de prospective scientifique ont été organisées dans ce cadre en 2008. Le rôle d'animation des groupes a été sensiblement renforcé en 2009. Ainsi, de Janvier à Mars

2009, ce sont une vingtaine de réunions de prospective scientifique qui auront été organisées au total dans le cadre de la préparation des propositions de l'appel à projets 2009. Des ateliers thématiques regroupant plusieurs des domaines d'excellence sont en préparation pour les mois suivants dans l'objectif de renforcer la pluridisciplinarité dans les actions futures du réseau.

L'impact de la Fondation sur l'activité des laboratoires du RTRA.

Il ne fait pas de doute que l'impact des actions de la Fondation sur l'activité des laboratoires du réseau est important, mais il reste encore difficile à mesurer par des indicateurs chiffrés. La Fondation soutient des projets de recherche fondamentale, et on a vu que la plupart de ces projets n'ont réellement été initiés qu'en 2008. Il paraît donc tout à fait inopportun d'attribuer à l'action de la Fondation les publications ou encore le dépôt de brevets des laboratoires du RTRA pour les années 2007 et 2008.

Un des aspects quantifiables de l'impact de la Fondation à ce jour est l'augmentation sensible des effectifs de doctorants dans le réseau par le recrutement de jeunes scientifiques brillants qui, rappelons le puisque c'est une condition de recrutement, n'auraient pas pu être employés sur Grenoble sans l'existence de la Fondation (voir annexe 2). Cet apport de doctorants étrangers se mesure également sur les effectifs des Ecoles Doctorales, notamment l'Ecole de Physique dont le pourcentage d'étrangers a sensiblement augmenté avec les recrutements de la Fondation, et ainsi l'apport de nationalités jusque là pas ou peu représentées (Chinois, Coréens, Indiens).

Le recrutement de chaires d'excellence est aussi un point fort de l'impact de la Fondation sur les laboratoires. Les trois scientifiques engagés à temps plein envisagent une installation durable à Grenoble, et la durée de leur contrat avec la Fondation permet de rechercher avec les tutelles des laboratoires du réseau des solutions pour les stabiliser sur des postes permanents. Pour les autres, on observe que progressivement, ils interagissent avec d'autres équipes que celles qui avaient proposé leur recrutement. Citons par exemple le cas de Mike Roukes qui démarre une nouvelle collaboration avec des chercheurs de l'Institut Néel, et qui a établi de nouveaux contacts avec des équipes de l'Institut Albert Bonniot. Notre objectif est de veiller à renforcer cette tendance, notamment en associant ces scientifiques à des événements qui leur permettent de rencontrer une plus large communauté de chercheurs, en leur demandant de présenter des séminaires et de s'impliquer dans les cours des Ecoles Doctorales.

Un impact qualitatif important est le rôle fédérateur joué par la Fondation. Il apparaît très clairement dans le réseau des Centrales Technologiques qu'elle soutient (voir la partie du rapport consacrée aux Centrales) et qui coordonnent leurs équipements et s'ouvrent de plus en plus largement à la communauté scientifique du RTRA. De même, les projets de recherche collaborative qu'encourage la Fondation favorisent le rapprochement entre équipes d'institut différents et suscite des liens nouveaux qui dureront au delà du projet financé. Cet aspect pourra se quantifier à l'avenir par le nombre de publications ou autres productions qui seront cosignées par plusieurs partenaires grenoblois.

On trouvera en annexe un récapitulatif d'indicateurs chiffrés concernant un certain nombre de laboratoires du RTRA. Il ne s'agit pas de faire un tableau exhaustif de l'activité des laboratoires du réseau, lesquels produisent eux-mêmes leur propre rapport, mais de rappeler en quelques chiffres le dynamisme, l'efficacité et le rayonnement des laboratoires avec lesquels la Fondation Nanosciences développe son action.

Dans les pages suivantes, on trouvera quels sont les apports de la Fondation du point de vue d'un certain nombre de laboratoires du RTRA, puis un rapport scientifique qui dresse le bilan de l'activité de recherche et des soutiens reçus dans le cadre de chaque grand axe thématique du réseau.

Thématiques initiées ou renforcées par l'action de la Fondation

Nous soulignons ci-dessous pour quelques uns des laboratoires du réseau un certain nombre d'actions qui ont été initiées ou fortement renforcées par l'action de la Fondation :

Institut Néel:

1. Microscopie de grille à très basse température et fort champ magnétique: la chaire de V. Bayot a permis de lancer ce projet. Il s'agit d'étudier le transport quantique cohérent dans des contacts ponctuels quantiques et des gaz bidimensionnels d'électrons dans le régime d'effet Hall quantique.
2. NeuroFETs, en collaboration entre l'Institut Néel, le Grenoble Institut des Neurosciences, et le GIPSA, porté par C. Villard: ce nouveau projet porte sur l'étude de l'activité électrique de neurones individuels détectée par des dispositifs nanoélectroniques.
3. Dispograph, en collaboration entre l'Institut Néel, le LCMI, le LMGP, l'IMEP, l'INAC/SPSMS: ce projet fédère l'ensemble des acteurs de la recherche sur le graphène à Grenoble. A l'Institut Néel, ceci concerne en particulier les études en microscopie tunnel et en transport électronique sur des flocons de graphène ou du graphène épitaxié sur SiC.

INAC (Institut des Nanostructures et Cryogénie)

- Structuration forte des communautés scientifiques autour des thématiques comme la nanomagnétisme et spintronique, la nanophotonique, la nanocaractérisation, les nanomatériaux et la nanosimulation.
- Démarrage de la nanosimulation en spintronique avec la chaire d'excellence de M.Chshiev.
- Renforcement de la synergie et les liens qui existaient entre Inac et ses partenaires du CEA, CNRS, UJF et Grenoble INP.

LETI

Parmi les thématiques prioritaires du LETI, la Fondation Nanosciences a permis de renforcer les actions aux frontières de la nanoélectronique dans le domaine des NEMS, de l'interface homme-machine et du calcul ab initio adapté à l'étude des nanodispositifs. La Fondation a permis notamment d'amplifier le rayonnement de Michael Roukes au niveau de la communauté scientifique en élargissant le périmètre de la collaboration engagée entre le LETI et CALTECH sur les NEMS. Les séminaires de prospective mis en place en 2008 ainsi que les nombreuses rencontres initiées au sein du RTRA contribuent d'autre part à favoriser une cross fertilisation au niveau des équipes qui, à terme, devrait donner naissance à de nouvelles thématiques.

IBS (Institut de Biologie Structurale) :

3 nouvelles thématiques induites par la Fondation :

1. Utilisation des protéines d'organismes extrémophiles (résistants aux très hautes températures, très haute pression, très bas pH,...) à des fins technologiques.
2. Assemblage contrôlé de bicouches de lipides à partir de nanogouttes et détection électrique de l'activité de protéine unique
3. Exploration de l'utilisation de protéines fluorescentes comme éléments optiquement

contrôlables en Bio-électronique.

Institut Fourier

L'Institut Fourier participe aux activités du RTRA Nanosciences à travers le projet "HM-MAG: Hysteresis et Modélisation des micro-objets magnétiques". Ce projet, commencé en 2008, a initié une collaboration fructueuse entre son responsable, Stéphane Labbé (PR, LJK) et son participant à l'IF, Eric Dumas (MCF) : un article sur l'existence de l'hysteresis est en cours de rédaction, et de nouveaux résultats sont attendus. D'autre part, des contacts prometteurs ont été pris avec les laboratoires "Nanostructures et Magnétisme" et "Simulation Atomistique" du site grenoblois, en vue de l'étude des structures complexes des micro-objets magnétiques.

SPECTROmétrie Physique

1. Neurosciences : analyse par des méthodes d'optique non-linéaire et/ou super-résolue de signaux électriques dendritiques et de la plasticité neuronale, action aux échelles nanométriques par des méthodes de photo-libération ou photo-commutation de protéines transmembranaires
2. Matière complexe : tri d'objets par ondes acoustiques ultra-sonores en microfluidique, biomimétisme
3. Biophysique : mesure de déformations et forces à l'échelle submicronique dans des cellules tumorales couplées à des substrats mous, adhésion, motilité et division cellulaire en présence d'obstacles 3D
4. Biophotonique moléculaire et cellulaire : imagerie multi-point intra-cellulaire de la réponse à un stress par spectroscopie de corrélation de fluorescence, imagerie de molécule unique par microscopie de fluorescence à onde évanescente et expression des gènes.

SPINTEC

L'arrivée de Mairbek Chshiev a permis de faire démarrer une activité autour de la théorie du transport de spin dans les composants de l'électronique de spin. Cela nous permet de disposer de toute la palette depuis la théorie de la spintronique jusqu'à la réalisation de composants.

LITEN (Laboratoire d'Innovations pour les Technologies des Energies nouvelles et les Nanomatériaux)

Analyse de structure de poudre grâce à l'ultramicrotome acheté via le RTRA.

CERMAV (Centre de recherches sur les Macromolécules Végétales)

L'action du RTRA a permis d'initier au CERMAV un programme de recherche innovant dans le domaine de la physico-chimie des copolymères à block d'origine naturelle. Cette action est menée en étroite collaboration avec le LTM en vue d'applications en nanoélectronique (électronique flexible et surface intelligente).

**Les activités scientifiques du RTRA
par domaine d'excellence.**

La Fondation "Nanosciences aux limites de la nanoélectronique" a pour mission de promouvoir une recherche fondamentale d'excellence en nanosciences au sein du RTRA qu'elle soutient. Les recherches menées au sein des laboratoires du réseau ont plusieurs vocations :

- comprendre et simuler les propriétés de la matière à l'échelle du milliardième de mètre,
- fabriquer des objets de quelques nanomètres,
- en simuler les propriétés,
- mettre en évidence de nouveaux phénomènes et développer leurs propriétés originales.

L'activité des laboratoires du réseau se répartit en huit grands domaines d'excellence :

- nanoélectronique quantique
- nanomagnétisme et électronique de spin
- nanophotonique
- électronique moléculaire
- nanomatériaux, nanoassemblage et nanostructuration
- nanocaractérisation et métrologie
- le vivant aux limites de la nanoélectronique
- nanomodélisation.

Il existe bien évidemment de nombreux recouvrements entre ces différentes thématiques, et les projets de recherche soutenus par la Fondation concernent le plus souvent plusieurs de ces axes, même s'il est d'usage de les rattacher à une thématique principale. Chacun de ces grands domaines est représenté au Comité de Pilotage de la Fondation par deux scientifiques (un titulaire et un suppléant), lesquels se chargent par ailleurs de l'animation scientifique de leur thématique au sein des laboratoires du réseau en s'appuyant sur un "bureau" constitué d'une dizaine de chercheurs (au maximum) du domaine issus des différents laboratoires du RTRA.

On trouvera ci-dessous le compte rendu des activités scientifiques des laboratoires du RTRA décrit par groupe thématique.

NANOELECTRONIQUE QUANTIQUE

Pour suivre les contraintes édictées par la loi de Moore, la micro-électronique diminue ses dimensions caractéristiques, tout en essayant de perpétuer le fonctionnement du transistor MOS basé sur les effets de champ. Cependant lorsque toutes les dimensions (longueur de grille, épaisseur de film, largeur de transistor) approchent la dizaine de nanomètres, les caractéristiques électriques deviennent dominées par les effets quantiques : confinement quantique dans le canal, effet tunnel entre la source et le drain.

Plutôt que de subir ces effets, on pense naturellement à les mettre à profit pour concevoir de nouveaux dispositifs ou fonctions, c'est l'objectif de la thématique nanoélectronique quantique. La force de la thématique repose sur la particularité de Grenoble d'avoir sur le même site des moyens technologiques avancés permettant de fabriquer des nanostructures (nanofils, boîtes quantiques, jonctions tunnel et Josephson...) et des moyens de caractérisation, de modélisation et de simulation permettant une compréhension approfondie de la physique qui gouverne le fonctionnement de ces dispositifs.

Plusieurs laboratoires tels que LPMMC, LETI, IMEP-LAHC, INAC, Institut Néel ... sont directement impliqués dans la recherche sur la nano-électronique quantique. Les fortes interactions permettent d'investiguer différents domaines de la nano-électronique quantique :

- Etude expérimentale et théorique de dispositifs (mémoires, transistors) pour l'électronique intégrée sur silicium. L'approche consiste soit à tirer profit des propriétés de transport de nouveaux matériaux (graphène, Ge...) ou bien bénéficier des effets tunnels pour diminuer la pente sous le seuil et réduire les fuites (Tunneling Field Effect Transistor). Les effets de couplage spécifiques aux films ultra-minces peuvent aussi être utilisés pour développer de nouveaux modes de fonctionnement (ZRAM par exemple)
- Etude expérimentale et théorique des propriétés des nanofils semi-conducteurs en vue de les utiliser soit comme système modèle pour le transistor MOS ultime spot pour créer de nouvelles fonctions sur la puce (capteurs, dispositifs électro-mécaniques ou thermo-électriques...)
- Etude expérimentale et théorique des degrés de liberté quantique de l'électron afin d'en assurer le contrôle et la manipulation. Un premier exemple est l'étude des Single Electron Transistors. En complément de la charge, le spin ou la phase des électrons peuvent être utilisés pour construire des bits quantiques, c'est-à-dire un système quantique contrôlable à deux niveaux. La réalisation de bits quantique a ainsi récemment été démontrée grâce à l'utilisation de circuits à base de jonction Josephson.
- Etude expérimentale et théorique des fluctuations du courant, des effets non locaux dans des structures hybrides composé de métaux normaux, ferromagnétiques ou supraconducteurs (réflexion d'Andreev, effets de refroidissement électroniques...)

Dans le cadre des appels à projet 2007 et 2008, la thématique a accueilli trois chaires d'excellence (L. Glazman, M. Roukes et P. Wong) dont les axes de recherches se répartissent dans les différents domaines cités ci-dessus. De plus la thématique organise des séminaires hebdomadaires avec le soutien de la Fondation (voir ci-dessous).

Chaire d'excellence Leonid Glazman :

Le projet a commencé en juillet 2008. Leonid Glazman a effectué 2 séjours de 15 jours en juillet et décembre. En plus des discussions avec de nombreux chercheurs du CNRS, CEA, UJF, plusieurs discussions approfondies ont été engagées dans les domaines suivants:

- Blocage de Coulomb dans des doubles quantum dots couplés (avec M. Sanquer et M. Houzet-INAC),
- Fonction dynamique spectrale dans des systèmes 1D inhomogènes (avec A. Minguzzi et F. Hekking-LPMMC),
- effets nanoélectromécaniques dans des nanotubes de carbone suspendus (avec M. Houzet-INAC et F. Pistolesi-LPMMC),

Trois candidats post doctorants ont été invités pour des séminaires (V. Golovach-U. Munich le 11/12/08, F. Hässler-ETH Zurich le 12/12/08, M. Lunde-U. Genève le 15/12/08). V. Golovach a été retenu sur un contrat de post doctorant de 2 ans qui débutera le 1/10/09, en accompagnement de la chaire de Leonid Glazman.

Un séminaire théorique sur les effets non-linéaires dans les liquides de Luttinger a été donné par L. Glazman le 13/03/09.

Chaire d'excellence M. Roukes

Pérennisation des actions initiées au sein du LETI par la mise en place de relations durables (accueil de Igor, co-encadrement Henz-Roukes)

Chaire d'excellence de Philip Wong:

Philip Wong est venu 15 jours en 2008 et surtout une de ses doctorantes (Lan Wei) est venue 2 mois (Juillet et Septembre 2008) pour faire des mesures de capacités parasites sur les FD-

SOI étroits. Ce premier objectif était de valider les valeurs obtenues par modélisation. Pendant le séjour de Philip Wong, le groupe thématique Nanoélectronique Quantique a organisé un workshop Nanofils (le 7 Juillet 2008, à la Maison des Magistères).

Enfin, un doctorant a été recruté (Jae Woo Lee, thèse en co-tutelle avec l'Université de Séoul) qui a commencé à travailler en février 2009. Il commencera par passer 18 mois à l'IMEP. Son sujet concerne la caractérisation du transport dans les nanofils (avec l'évaluation du rôle des défauts - rugosité d'interface et charges - du diélectrique de grille) et l'évaluation (théorique / modélisation) de l'amélioration de performances qu'on pourrait obtenir via une structure core/shell.

Chaire d'excellence de Alex Zaslavsky:

Cette chaire a été obtenue au cours de l'appel 2008 et ne démarrera qu'en 2009. En octobre 2008, Alex Zaslavsky est venu pour une soutenance de thèse de F. Mayer (doctorant CFR au LETI, D2NT/LDI) sur le transistor I-MOS, en tant que membre du jury (rapporteur).

Séminaire Nanoélectronique Quantique :

Ce séminaire quasi-hebdomadaire est commun à plusieurs laboratoires participant au RTRA et rassemble une audience moyenne de plus de 30 personnes. En 2008/09, il a accueilli 25 orateurs dont 15 scientifiques extérieurs (souvent étrangers) avec le soutien de la Fondation.

NANOMAGNETISME ET ELECTRONIQUE DE SPIN

Les activités qui relèvent de la thématique Nanomagnétisme et Electronique de spin au sein du RTRA sont pour l'essentiel regroupées au sein de 3 laboratoires : l'Institut Néel, le laboratoire NM de l'INAC et le laboratoire SPINTEC. Au démarrage du RTRA, un groupe de travail a été mis en place (" bureau du Groupe Thématique" rassemblant une dizaine de chercheurs du domaine issus des différents laboratoires du RTRA) pour fédérer les activités de ces trois entités et générer des actions communes en termes de projets scientifiques, d'enseignement et de rayonnement de l'activité de Grenoble dans le domaine de l'électronique de spin et du nanomagnétisme.

A Grenoble, les activités dans ce domaine couvrent l'ensemble de la chaîne depuis la compréhension fondamentale des phénomènes physiques jusqu'à la réalisation de démonstrateurs fonctionnels. L'électronique de spin qui utilise les propriétés de spin permettrait d'adjoindre de nouvelles fonctionnalités aux composants électronique classique, jusqu'à introduire à long terme de nouveaux paradigmes basés sur une électronique sans courant de charge promettant une très faible dissipation d'énergie et une rapidité proche du THz. L'utilisation de ces nouveaux concepts pour les applications futures est menée à Grenoble en proximité forte avec nos partenaires industriels. Ces études s'appuient sur un socle de recherches amont dans le domaine des nano-objets magnétiques et du transport dépendant du spin.

Les études menées peuvent être structurées dans les axes suivants :

- Comprendre et maîtriser la dynamique d'aimantation aux échelles sub-nanoseconde/nanomètre : visualisation et dynamique d'objets magnétiques élémentaires (parois, vortex...) dans des couches magnétiques nanostructurées et dans des systèmes modèles (plots, fils auto-organisés) ; manipulation de ces objets (effets au voisinage de la surface et effets d'interfaces, renversement d'aimantation par transfert de spin, assisté thermiquement ou par propagation de parois magnétiques) ; connaissance indispensable pour assurer la scalabilité des composants spintroniques (mémoires, composants logiques et RF, NEMS).
- Comprendre et maîtriser les courants de spin et imaginer de nouvelles fonctionnalités : création (barrières tunnel ou méthodes nouvelles) et manipulation de courants de spin dans

des semiconducteurs (particulièrement de type IV) pour créer une nouvelle électronique post-CMOS, plus riche en fonctionnalités (non volatile, reprogrammable...) et de faible consommation.

- Etendre le transport dépendant du spin à des nanostructures ultimes : magnétisme quantique et transport dans les aimants moléculaires jusqu'à la molécule magnétique individuelle ; manipulation du spin et de l'aimantation dans des structures 2D (puits quantiques) nanostructurées, 1D (nanofils), 0D (boîtes quantiques) incorporant des semiconducteurs magnétiques ou des spins individuels ; dans tous les cas, conjuguer transport et spectroscopie/manipulation optique ou hyperfréquence.
- Optimiser la combinaison des technologies CMOS et magnétiques : Inventer de nouvelles architectures de composants tirant le meilleur parti des deux technologies (circuits logiques reprogrammables, mémoires à décalage, décodeurs, interconnexions RF).
- Développer les techniques d'imagerie magnétique : les études des déplacements de parois par des courants polarisés s'appuieront sur les compétences en imagerie magnétique (MFM, imagerie Kerr, microscopie de Lorentz, Photo Electron Emission Microscopy auprès de différents synchrotrons, localisation par effet de magnéto-transport), fortement développées dans les trois laboratoires.
- Développer les outils indispensables que sont la simulation et la modélisation, pour obtenir une meilleure compréhension de l'interaction locale entre le transport et le spin des électrons, et de l'action du spin des électrons sur l'aimantation local. Un renforcement de l'aspect modélisation/simulations de ces effets dans les laboratoires grenoblois est souhaitable.

Par ailleurs, l'évolution vers des dimensions toujours plus petites fait émerger le besoin de nanofabrication des échantillons. Pour le développement de nanostructures innovantes ainsi que pour la réalisation de démonstrateurs accélérant le transfert et la valorisation de l'innovation amont vers l'aval, l'axe nanomagnétisme et électronique de spin est un grand utilisateur des plates-formes grenobloise de nanofabrication: Nanofab et PTA (développées en concertation et utilisées par tous), et le LETI.

Par delà l'effet fédérateur de la Fondation Nanosciences dans notre discipline, plusieurs actions spécifiques concernant le nanomagnétisme et l'électronique de spin ont été financées par la Fondation. Tous les projets que nous avons déposés, et donc tous ceux qui ont été financés, avaient été construits autour de plusieurs équipes avec un fort effet structurant. Lors de la phase de préparation de ces projets, le porteur de projet a systématiquement été invité à le présenter devant le bureau de la thématique.

La première année, en 2007, nous avons attiré sur Grenoble un brillant enseignant de l'Université d'Alabama sur une Chaire d'excellence à plein temps de la fondation. Aujourd'hui, exactement un an après son arrivée à Grenoble, nous pouvons affirmer que sa venue a donné un souffle nouveau à la recherche dans le domaine de l'électronique de spin. En effet, Mairbeck Chshiev est certainement un des meilleurs spécialistes mondial du transport dépendant du spin dans les composants spintroniques. Son action ne s'est pas limitée au périmètre de son laboratoire d'accueil, SPINTEC. Au contraire, il a su dès le début établir des collaborations avec d'autres laboratoires du RTRA. L'idée générale du projet de recherche de Mairbeck Chsheiv est de combiner les théories du transport dépendant du spin avec les techniques de calcul ab-initio. Au cours de cette période, il a soutenu son HDR avec Albert Fert comme président du jury, donné 3 conférences invitées dans des grands congrès internationaux, et participé activement à la rédaction de 2 projets de contrat ANR. Il bénéficie d'un doctorant et un post doctorant financés par la Fondation. Son action s'est concentrée sur les axes scientifiques suivant :

- 1) le développement d'un code de simulation pour le transport dépendant du spin à travers une jonction tunnel.

- 2) Le couplage d'échange à travers une jonction tunnel magnétique.
- 3) L'effet du désordre et des impuretés sur le transport dépendant du spin
- 4) Le rôle des interfaces Co/oxydes sur l'anisotropie magnétiques.

Dans tous ces domaines, Monsieur Chshiev a obtenu des résultats significatifs, et sa venue à Grenoble a eu un impact très positif. L'arrivée de Mairbeck Chshiev a permis d'apporter sur Grenoble des compétences que nous n'avions pas et qui sont très importantes non seulement pour les prédictions théoriques mais aussi pour les expérimentateurs avec lesquels Monsieur Chshiev a des collaborations suivies.

Simultanément, suite à la démonstration faite à Grenoble de la possibilité de contrôler l'anisotropie magnéto cristalline d'une couche ultramince par l'application d'une tension électrique, la Fondation a soutenu un projet de recherche collaboratif porté par Dominique Givord de l'Institut Néel. Ce projet intitulé POMME, réunit deux laboratoires de la thématique, une startup CROCUS et le laboratoire G2ELAB.

Pendant la première phase du projet, le travail qui a commencé au début de l'été 2008, s'est concentré autour de quatre axes majeurs.

- 1) Installation des mesures de l'effet du champ électrique à l'intérieur d'un magnétomètre à SQUID.
- 2) Etude des effets de charge sur des couches fines de Co de FePt et aussi sur des clusters de Co.
- 3) Des mesures de réflectométrie sur les échantillons ayant montrés un effet du champ électrique sur l'anisotropie.
- 4) La croissance de film mince de FeRh. Cet alliage devrait montrer des effets encore plus important.

Les premiers résultats sont encourageants, ils montrent que la voie choisie est prometteuse.

L'année suivante, en 2008, la Fondation Nanoscience a soutenu un autre projet au sein duquel se sont retrouvés regroupés l'ensemble des laboratoires impliqués dans notre thématique. Il est aujourd'hui un peu tôt pour tirer des enseignements de cette action. L'appareillage demandé vient juste d'arriver. D'ici quelques mois nous devrions avoir les premiers résultats.

Plusieurs thèses qui concernent de près la thématique sont financées par la fondation, le dépôt "au fil de l'eau" de candidatures d'excellence apportant la réactivité indispensable lorsque des candidats de très haut niveau sont susceptibles d'être attirés dans nos laboratoires. La liste de ces thèse est présentées ci-dessous.

- AGNIHOTRI Sandeep, thèse débutée en mars 2008 : Electronique de spin à base de semiconducteurs II-VI : hétérostructures à courant tunnel dépendant du spin
- MEDEIROS SOARES, thèse débutée en mai 2008: Growth, structure and magnetism in perpendicular coupled systems.
- HRABEC Ales, thèse débutée en 2008 : Déplacement des parois de domaines par courant polarisé dans des alliages ferromagnétiques compensés
- GROZA Irina, thèse débutée en octobre 2008 : Effet spin-torque dans des particules nanométriques magnétiques
- YANG Hongxin, thèse débutée en mars 2009 : Structure électronique et transport polarisé en spin de jonctions tunnel magnétiques épitaxiées.

En conclusion, en soutenant des actions collaborative et structurantes, la Fondation Nanosciences a permis d'accroître le dynamisme et la synergie de la communauté grenobloise du nano magnétisme et de l'électronique de spin. Désormais, parallèlement à ces actions situées dans le cœur de notre thématique, nous tentons de faire émerger des projets situés aux interfaces avec deux thématiques du RTRA, d'une part l'électronique moléculaire, d'autre part le vivant aux limites de la nanoélectronique, et qui pourront s'appuyer sur plusieurs équipes du site.

NANOPHOTONIQUE

D'une façon générale, les recherches en photonique visent à améliorer le contrôle de la génération, propagation et détection de la lumière à l'aide de matériaux innovants ou de micro et nanostructures. La recherche sur les matériaux pour l'optique (cristaux, couches minces et multicouches, structures hybrides organiques/inorganiques) a été et reste un très important vecteur d'innovation dans le domaine des sources laser ou à génération paramétrique.

Le sous-domaine de la "nanophotonique" s'est quant à lui développé très rapidement depuis le début des années 90, en s'appuyant sur l'introduction des cristaux photoniques, des microcavités optiques et des boîtes quantiques semiconductrices. En exploitant le confinement des électrons à l'échelle du nanomètre, et /ou celui des photons à l'échelle de la longueur d'onde, de nombreux effets physiques fondamentaux ont pu être mis en évidence pour la première fois dans un système solide ; on citera ici à titre d'exemple la génération d'états quantiques de la lumière par une molécule ou une boîte quantique isolée, l'exaltation ou l'inhibition de l'émission spontanée d'émetteurs en microcavité, l'oscillation de Rabi du vide pour des puits quantiques et des boîtes quantiques isolées, ou encore la conversion de fréquence de la lumière dans des microcavités accordables. Ces effets originaux permettent de développer des composants optoélectroniques présentant une fonctionnalité nouvelle ou des performances fortement améliorées (sources de photons uniques, lasers à très bas seuil, diodes électroluminescentes et cellules photovoltaïques à fort rendement...), ouvrant ainsi des perspectives d'application prometteuses dans de nombreux domaines tels que le traitement quantique de l'information et les communications quantiques, l'éclairage, les circuits intégrés photoniques pour les télécoms et les datacoms, les interconnexions optiques à haut débit intra ou inter puce électronique, ou encore la biophotonique.

Dans le cadre du RTRA, les recherches fondamentales en nanophotonique sont principalement menées par quatre laboratoires, l'Institut Néel, l'Institut Nanosciences et Cryogénie (INAC), le laboratoire de Spectrométrie Physique et le laboratoire de Microélectronique Electromagnétisme et Photonique (IMEP). Ces laboratoires collaborent très activement les uns avec les autres (à titre d'exemple, les études INAC et Néel sur les nanostructures semiconductrices sont fédérées dans le cadre de l'équipe mixte CEA-CNRS Nanophysique et Semiconducteurs (NPSC), ainsi qu'avec d'autres laboratoires du site à finalité plus appliquée, tels que le département d'Optronique du CEA (Léti/DOPT) ou encore le LAOG, unité mixte CNRS-UJF.

La communauté scientifique grenobloise a obtenu de nombreux résultats scientifiques de très haut niveau en 2008, dont nous ne donnerons ici que quelques exemples à titre d'illustration :

- Démonstration d'une mémoire magnétique à un spin, à écriture et lecture tout optique (Besombes et al, Phys. Rev. B78, 125324 (2008), Phys. Rev. Lett. 2009). Cette thématique a été fortement renforcée par le soutien théorique de Fernandez-Rossier, chaire d'excellence à temps partiel RTRA 2007.
- Observation expérimentale d'un phénomène d'absorption optique géante dans le visible, pour une surface d'argent nanostructurée (J Le Perchec et al, Phys. Rev. Lett. 100, 66408, 2008).
- Des vortex quantifiés ont été observés pour la première fois dans un condensat de Bose-Einstein de polaritons, préparé dans une microcavité optique semiconductrice ; l'étude de ces vortex permet d'illustrer les analogies et les différences entre ces condensats et d'autres systèmes superfluides tels que l'hélium 4 liquide ou les condensats atomiques (équipe mixte NPSC, coll. EPFL et U. Trento, Nature Physics 4, 706, 2008). L'extension de ces études à des systèmes photoniques unidimensionnels est soutenue par une bourse de thèse RTRA (J.S. Hwang).

- Réalisation d'une source de photons uniques d'efficacité record (>70%) à base de fil photonique, dans le cadre du projet RTRA « jeune entrant » STRONGCHIP (J Claudon et thésard RTRA N Singh)
- Proposition théorique de nouveaux composants CQED *exploitant* la décohérence excitonique –habituellement considérée comme une limitation majeure–, tels que des sources de photons uniques accordables en fréquence, ou insensibles aux sauts spectraux de l'émetteur (Phys. Rev. A 2009). Ces études ont bénéficié de premières interactions fructueuses avec M Franca Santos dans le cadre de sa chaire d'excellence RTRA (projet EPOCA).

Par ailleurs, deux prix scientifiques ont été obtenus par des acteurs du RTRA : le Quantum Devices Award (fondé en 2000 par la société japonaise Fujitsu) à Jean-Michel GERARD, et le prix Herbrand de l'Académie des Sciences à Lucien BESOMBES.

Les exemples précédents, ainsi que le soutien apporté en 2008 au développement de nanostructures semiconductrices originales (thèses ELOUNEG-JAMROZ et CHEN), montrent que le RTRA a su conforter l'excellence de la communauté grenobloise en nanophotonique. Par ailleurs, cette communauté s'est fortement impliquée dans le démarrage de la plate-forme technologique amont (PTA), outil dont le caractère stratégique ne lui a pas échappé. Enfin, un travail de concertation a été mené pour mieux coordonner certaines thématiques importantes : les nanostructures pour le photovoltaïque (INAC, Néel, Léli, Liten), les nanosources pour la biophotonique (Néel, INAC, Léli, Spectro) et la plasmonique.

ELECTRONIQUE MOLECULAIRE

L'électronique moléculaire qui inclut le domaine de l'électronique organique forme un champ de recherche et de technologie en plein essor. Il s'attache à utiliser un assemblage moléculaire réalisé par voie de synthèse physico-chimique comme élément actif d'un composant électronique tel que transistor, fil conducteur, interrupteur, capteur, mémoire etc... De par la taille des entités impliquées, la diversité des propriétés physico-chimiques qu'il est possible d'intégrer (bi stabilité, propriétés d'oxydo-réduction, activité magnétique, optique, reconnaissance spécifique, notamment biochimique...), ce domaine se trouve amené à jouer dans le futur un rôle considérable pour l'acquisition et le traitement de l'information. Au-delà de l'implémentation de nouvelles fonctionnalités, il est en effet probable qu'émergent des recherches actuelles des techniques alternatives performantes pour poursuivre la miniaturisation et l'augmentation de la densité d'intégration en électronique.

Les frontières de ce domaine dépassent largement celles de la nano-électronique puisque celui-ci touche aussi bien la physique mésoscopique (théorie et expérience dans des systèmes électroniques de basse dimensionnalité, cohérence quantique), la nanofabrication (lithographies ultimes, lithographies non orthodoxes), la nanoélectronique (nouvelles architectures, nouvelles façons de coder et stocker l'information) ainsi que de nombreux domaines de la chimie (synthèse organique, chimie de coordination, fonctionnalisation de surface et électrochimie) et de la biologie (synthèse bio-inspirée).

Les techniques proposées suivent une approche complémentaire des techniques actuelles de la micro-électronique, qui sont traditionnellement basées sur la micro/nano-structuration d'un substrat massif par des techniques de lithographie, de dépôt et de gravure.

En suivant le principe de d'une approche dite "du bas vers le haut"(Bottom-up), les techniques d'élaboration basées sur l'électronique moléculaire suivent trois étapes :

- i) la réalisation par voie chimique de molécules ayant des propriétés électroniques déterminées
- ii) leur intégration par des techniques d'auto-assemblage dans des dispositifs à l'état solide

iii) la mesure de l'édifice obtenu et le contrôle de son état par des conditions physiques contrôlées (champ électrique, magnétique, irradiation lumineuse etc...).

La question centrale à laquelle ce domaine cherche à apporter des réponses et de connaître les relations entre la structure, les fonctionnalités d'une molécule donnée et ses propriétés de transport électronique ou de réponse à un stimulus extérieur. Il s'agit d'établir le lien entre les propriétés physico-chimiques de la molécule et son application dans un dispositif permettant de réaliser une fonction donnée (diode, transistor, transducteur, stockage de l'information...). En considérant une molécule ayant une structure électronique spécifique, il est en effet possible d'établir des liens fiables et reproductibles entre sa structure chimique, les niveaux d'énergie des orbitales moléculaires prédites par les calculs basés sur la mécanique quantique et enfin les caractéristiques du transport électronique dans une jonction constituées de la dite molécule placée entre deux électrodes métalliques.

Problèmes abordés

Les points clefs qui doivent être étudiés sont les suivants :

- Comment agencer efficacement et de manière reproductible les molécules fonctionnalisées au sein du dispositif ? Les techniques de greffages, la qualité du support et l'adressabilité individuelle ou collective sont des questions clés qui déterminent l'utilisation du dispositif.
- Comment appréhender les problèmes de consommation énergétique pour des ensembles ultra-denses ?
- Comment manipuler à l'échelle nanométrique des objets moléculaires pour s'affranchir des problèmes d'hétérogénéité ou de reproductibilité ?
- Comment passer de l'échelle nano, du dispositif isolé, unique, à l'échelle macroscopique ?
- Quelle fonctionnalisation (ou quelle fonction ?) et quelle structure pour quelle cinétique ?

Points de rupture technologique

Afin de permettre l'assemblage et l'alignement des molécules sur les électrodes de mesure de manière sélective et contrôlée, il est nécessaire de faire appel à des interactions physico-chimiques voire même biochimique. L'interdisciplinarité apparaît alors évidente et incontournable pour qui veut contribuer efficacement à ce nouveau domaine.

Positionnement et Actions du RTRA dans ce domaine

Les laboratoires impliqués dans le RTRA ont pour nombre d'entre une grande expertise dans l'ensemble de ces domaines, et ce, aussi bien vers l'amont en recherche fondamentale que vers l'aval du côté de la valorisation industrielle. En témoignent de nombreuses actions transversales, soutenues par les diverses fédérations et qui se sont traduites par plusieurs collaborations interdisciplinaires ainsi que par l'organisation d'une conférence internationale annuelle (ELECTMOL, 4 éditions depuis 2004). Notons aussi le projet Chimtronique au CEA qui structure la recherche scientifique et technologique autour de 120 personnes dont 80 chercheurs à Grenoble.

Pour un domaine en émergence comme celui-ci, l'échange et la communication scientifique représente un enjeu majeur pour faire naître partenariats et collaborations. Un point important de l'action du RTRA a concerné une aide à l'animation scientifique. Par son soutien renouvelé, le RTRA a contribué à la réussite du cycle de conférence sur l'électronique moléculaire "ELECTMOL" en soutenant financièrement la dernière édition et en offrant le cadre nécessaire pour assurer le partenariat entre les divers acteurs sur le site Grenoblois. La quatrième édition de cette conférence biannuelle, a rassemblée à Minattec du 8 au 12 Décembre 2008, plus de 250 participants, dont 55 orateurs (dont 20 invités) ainsi que 199 contributions sous forme d'affiche.

Enfin, citons le succès de Wolfgang Wernsdorfer au premier appel ERC sénior pour un projet qui marie électronique moléculaire et ananomagnetisme.

Thèmes de recherches abordés dans les laboratoires du réseau :

- Synthèse et caractérisation d'assemblage moléculaire spécifique ayant des propriétés d'oxydo-réduction spécifiques.
- Machines et moteurs moléculaires
- Interrupteurs et mémoires moléculaires
- Fonctionnalisation des surfaces / Auto-organisation et auto-assemblage de molécules
- Couplages contrôlés métal/molécule, nanoparticule/molécule.
- Polymères conducteurs et Transistors organiques
- Magnétisme moléculaire
- Calcul théorique de jonctions moléculaires par des techniques ab-initio
- Propriétés quantiques de Jonctions à molécule unique
- Synthèse et caractérisation de Nanotubes de carbone
- Intégration des nanotubes de carbone au sein d'assemblages complexes

On peut se rendre compte que bon nombre de ces axes de recherche peuvent aussi bien être associés à d'autres groupes thématiques, comme par exemple le nanomagnétisme, les nanomatériaux, la nanomodélisation, ou encore la nanoélectronique. Cette caractéristique fait qu'on ne compte pas dans l'ensemble des projets soutenus en 2008 des actions spécifiquement mentionnées "électronique moléculaire". Par exemple, un projet comme POLYSUPRA, relatif à la préparation, caractérisation de metallo-polymères supramoléculaires, et à leur application à l'électronique moléculaire, référencé comme projet Nanomatériaux, est clairement au cœur de la thématique "électronique moléculaire". Comme on l'a déjà souligné, le RTRA compte des équipes de grande expertise dans ce domaine, qui étudient différents aspects de l'électronique moléculaire, et il est clair que le rôle fédérateur que joue la Fondation dans ses actions d'animation et de prospective scientifiques va conduire à l'émergence de projets scientifique inter-instituts ambitieux et de qualité dans un futur proche.

NANOMATERIAUX, NANOASSEMBLAGE, NANOSTRUCTURATION.

L'introduction de nouveaux matériaux et le développement des techniques de nanoassemblage et de nanostructuration à la frontière des nanosciences et de la nanoélectronique sont une source prometteuse d'innovation et de développement de nouveaux types d'application. Les nouvelles perspectives offertes par les nanomatériaux dans les domaines de l'énergie comme de la biologie et de la médecine sont aussi des pistes particulièrement intéressantes à explorer. Grenoble est un site privilégié pour conduire de tels projets grâce à la diversité de ses scientifiques aux nombreuses et diverses expertises dans les domaines de la physique, de la chimie, de la biologie, de la médecine. Ainsi, le RTRA compte beaucoup de laboratoires qui sont impliqués dans cette thématique transversale (Institut Néél, INAC, LTM, LETI, LMGP, SIMAP, CERMAV, DCM, SPECTRO).

On décrira ci-dessous les faits marquants d'un certain nombre de projets qui illustrent bien l'activité menée dans ce domaine des nanomatériaux.

Nanofils.

Le projet "Group IV nanowires", soutenu dans le cadre de l'appel à projets 2007, concerne la question fondamentale de pouvoir modifier les propriétés électroniques de nanofils sans qu'il soit nécessaire de diminuer leur diamètre à de très petites valeurs. La croissance cristalline de nanofils semiconducteurs du groupe IV permet d'explorer une nouvelle classe de propriétés électroniques à comparer au "standard" silicium. Cette étude pourrait aussi permettre d'améliorer notre compréhension des effets physiques observés dans les fils de silicium. Trois types d'études sont menées : explorer l'effet des fortes contraintes sur le diagramme de bandes et sur la structure cristallographique de nanofils élémentaires ou alliés, développer la synthèse

de nanofils alliés associant silicium, germanium et étain, modifier la surface des nanofils par greffage. La Fondation a participé au financement de l'équipement permettant d'élaborer ces nanostructures 1D. Le système est maintenant opérationnel, and une méthode de positionnement des nanofils basée sur la diélectrophorèse a été mise au point. Le greffage de nanofils de silicium a été réalisé, et détecté par une technique de fluorescence.

Graphène:

Depuis 2005, l'intérêt des physiciens de la matière condensée pour le graphène n'a cessé de croître. En, effet, ce matériau présente des propriétés fondamentales exceptionnelles porteuses d'un fort potentiel pour le développement de la nanoélectronique de demain. Face à la technologie silicium qui est proche de se heurter à des limitations physiques, il est crucial de rechercher de nouveaux matériaux, et le graphène est un candidat très sérieux. La Fondation soutient le projet DISPOGRAPH qui a deux objectifs:

- rassembler la communauté : plusieurs groupes grenoblois se sont engagés dans l'étude de ce matériau. Des relations sont déjà établies, mais leur renforcement et la coordination de leurs activités vont aider à un plus fort positionnement international de Grenoble dans ce domaine "chaud" et très compétitif.
- les dispositifs basés sur les propriétés exceptionnelles du graphène : cela suppose la maîtrise du matériau, ainsi que sa caractérisation fine (STM, mesures du transport,...) pour contrôler sa qualité, et des études fondamentales pour améliorer notre compréhension de ses propriétés physiques, et notamment électroniques. Parallèlement, il faut développer les briques de base d'une "technologie graphène": contacts, gravure, grilles, etc. Ces études sont appuyées par un travail théorique, et doivent permettre d'engager une réflexion approfondie sur les principes de ces nouveaux dispositifs qui tirent parti des propriétés du graphène, comme le transport balistique ou la cohérence quantique qui peuvent persister jusqu'à la température ambiante.

Des relations plus étroites ont été créées entre les laboratoires impliqués dans DISPOGRAPH par la mise en place du "Journal Club graphène": qui consiste en une réunion mensuelle au cours de laquelle les participants analysent les nouveaux résultats de la littérature ou ceux obtenus par les groupes partenaires du projet. Un première retombée concrète est l'échange d'échantillons entre l'Institut Néel, le LCMI et le LMGP. Ce dernier s'est engagé dans la production de couches de graphène à partir de SiC à haute température, et il sera intéressant de comparer les propriétés de ces matériaux à celles obtenues sous ultra vide à plus basse température à l'Institut Néel.

Auto-assemblage.

L'auto-assemblage des nanomatériaux est aussi un des axes étudiés dans le RTRA. La Fondation soutient le projet Cellulose Hybrid, qui rassemble la communauté des polymères et celle des physiciens. L'auto assemblage de chaînes copolymères dans des solvants spécifiques se traduit par la formation de nanostructures qui présentent une grande variété de morphologies : on observe la formation de micelles ou vésicules sphériques, elliptiques ou cylindriques. Ce processus est déterminé par 2 phénomènes antagonistes: la répulsion mutuelle de différents blocs qui tend à former des monodomains de la plus grande taille possible, afin de minimiser l'énergie libre du système, alors que la minimisation de l'entropie du système impose la formation de monodomains d'une taille minimale. L'incorporation d'un bloc rigide dans le copolymère renforce cet antagonisme et se traduit par un changement de forme de la nanoparticule.

Soulignons pour terminer que le groupe thématique Nanomatériaux de la Fondation a organisé le 19 janvier 2009 une journée de prospective scientifique autour de "l'auto-assemblage 2D et 3D" à laquelle ont été invités deux orateurs extérieurs, l'un de Bordeaux et l'autre de Hamburg. Cet axe multidisciplinaire pourrait fédérer les chimistes, les biologistes et les physiciens autour d'un objectif commun : comment auto-assembler de façon déterministe

la matière à différentes échelles allant de l'atome aux nano-objets en passant par la molécule. Cette réunion a permis de faire un tour d'horizon des projets des laboratoires du RTRA dans ce domaine, et d'évoquer différents axes de recherche possibles tels que le positionnement déterministe d'un atome, le ciblage et la vectorisation de nano-objets. Un consensus s'est dégagé autour de la réalisation d'une "surface intelligente" qui permettrait de positionner de façon relative des nano-objets présentant différentes fonctions. Les domaines d'applications visés sont la nanoélectronique (dopage déterministe, Qbit), l'imagerie médicale... Une prochaine réunion est prévue fin Octobre - début Novembre 2009.

NANOCARACTERISATION ET NANOMETROLOGIE

La thématique transverse "Nanocaractérisation et nanométrie" est animée par un comité scientifique composé de 5 experts Grenoblois appartenant aux principaux instituts. Ce groupe s'attache à développer la mission de la Fondation qui est de soutenir au sein des laboratoires du RTRA les développements instrumentaux et méthodologiques qui permettront d'améliorer la mesure des propriétés physiques (propriétés électroniques et optiques, transport, magnétisme, ...), mécaniques, structurales (déformation, composition chimique, ...) des matériaux à la l'échelle nanométrique. Ce groupe thématique soutient des projets scientifiques spécifiques du domaine de la caractérisation et de la métrologie dans le cadre des appels à projets de la Fondation, qu'il faut distinguer des demandes soumises par le groupe de travail "Plateformes" qui sont destinées à l'équipement des plateformes mutualisées du RTRA, même s'il est évident qu'il y a de fortes interactions entre les deux.

Un grand nombre d'activités scientifiques et instrumentales relèvent du domaine "Nanocaractérisation et nanométrie, parmi eux on peut citer:

- **La microscopie électronique** (corrigée des aberrations) **et aux rayons X**, incluant la diffraction cohérente, la spectroscopie, la tomographie, l'holographie, ... La connaissance de la structure cristallographique, de la composition aux échelles atomique, nanométrique et mésoscopique des matériaux, des interfaces et des nanostructures enterrées est essentielle à la bonne compréhension de leurs propriétés physiques et à la conception des dispositifs fonctionnels. Les progrès de l'instrumentation et des logiciels d'analyse des données ont conduit à des avancées spectaculaires, en termes par exemple de résolution spatiale, de sensibilité aux déformations et à la composition dans les 3 directions de l'espace.
- **La spectroscopie de surface, l'imagerie de surface, la cristallographie de surface** avec, par exemple, la microscopie à force atomique (AFM), la microscopie à effet tunnel (STM), la photoémission, la spectroscopie de photoélectron résolue en angle (Arpes), la diffusion d'ions de moyenne énergie, la diffraction des rayons X en incidence rasante (GISAXS) ..., pour obtenir des informations sur les propriétés électroniques/magnétiques et structurales de surface.
- **Les techniques couplées** (par exemple, la diffusion Raman, l'AFM ou la spectroscopie X couplée(s) avec la diffraction X).
- **L'étude *in situ*, *in operando***, des propriétés physiques et structurales en fonction de la température, de champs extérieurs (champ électrique ou magnétique), de la contrainte, d'un courant électrique, ... **L'étude des mécanismes de croissance**, par la mesure *in situ*, en temps réel, de l'évolution des propriétés structurales au cours de la croissance.
- **Instrumentation avancée**, manipulation et étude d'objets de taille micro/nanométrique (pinces optiques, ...)
- **Instrumentation pour les nanosciences à très basse température et / ou en présence de champ magnétiques élevés** (par exemple l'amélioration de la sensibilité de la Résonance Magnétique Nucléaire)

- **Micro Electro-Mechanical System, Nano Electro Mechanical System.**

Le champ thématique "Nanocaractérisation et nanométrie" bénéficie d'un environnement scientifique exceptionnel, caractérisé notamment par la présence de grands instruments (ESRF pour les rayons X, ILL pour les neutrons, Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses pour la production de haut champ magnétique, ...) et le LETI, par une expertise unique dans le domaine de l'instrumentation à basses températures, en particulier à l'Institut Néel (CNRS) et à l'Institut des Nanosciences et Cryogénie (CEA), par la présence de 9 plateformes technologiques qui rassemblent l'état de l'art des instruments (ou équipements) et d'excellentes installations pour la fabrication technologique (Plateforme Technologique Avancée et NanoFab). Les chercheurs pourront bientôt bénéficier d'un équipement Focus Ion Beam (FIB) acheté par la fondation en 2008.

Notons que le CEA et le CNRS gèrent ensemble plusieurs lignes de lumière à l'ESRF, CRG. Ces dernières années les personnels du Collaborative Research Group français à l'ESRF ont mis au point plusieurs instruments et méthodes, très performantes et de renommée internationale, dédiés à l'étude des propriétés structurales et de la croissance des nanostructures (croissance et diffraction X in situ, en temps réel ; déformation et composition par diffraction X anormale ; micro diffraction X).

Au cours des 2 années de fonctionnement de la fondation (2007 et 2008), 4 projets (dont deux "chaires d'excellence") ont été financés dans le domaine de la "Nanocaractérisation et nanométrie". Tous ont été sélectionnés en 2007 (4 sur 10), aucun n'a été retenu (sur 5 propositions) dans le cadre de l'appel à projets 2008.

Le comité prévoit d'organiser une journée de prospective scientifique fin 2009 avec les meilleurs spécialistes mondiaux. Ce sera l'occasion d'informer la communauté Grenobloise de l'existence de nouveaux équipements et d'échanger sur les progrès réalisés et à faire dans le domaine de l'instrumentation et méthodologie pour les nanosciences. Par exemple :

- ESRF : important programme de création de nouvelles lignes dédiées aux nanosciences et nanotechnologies. Grâce aux progrès des optiques, de l'instrumentation, des logiciels il sera possible d'étudier les propriétés structurales et spectroscopiques de nano-objets (ou nano-domaines) séparés d'une vingtaine de nanomètres.
- Méthodes et instrumentations dans le domaine de la microscopie électronique
- Méthode et instrumentation dans le domaine de l'imagerie et de la spectroscopie de surface et interface.
- Instrumentation avancée dans le domaine de la spectroscopie à champ proche, de l'imagerie résonante nucléaire, du magnétisme, des basses températures, ...

LE VIVANT AUX FRONTIERES DE LA NANO ELECTRONIQUE

La communauté grenobloise

Le groupe thématique "le vivant aux frontières de la nanoélectronique" regroupe 16 instituts ou laboratoires de la région Grenobloise, sur les trois campus de recherche :

- Polygone scientifique : LETI (DTBS), INAC (SCIB, SPRAM), IRTSV (Biopuces, PCV, HTS, angiogénèse), LTM, G2ELab, LMGP, Institut Néel, IBS
- Campus santé : IAB, GIN, TIMC-IMAG
- Campus universitaire à Saint-Martin d'Hères: LSP, DCM, CERMAV, LEPMI, LEGI

Beaucoup d'entre eux ont déjà des collaborations établies que les appels d'offres de la fondation ont contribué à renforcer. En outre, ces laboratoires partagent et/ou gèrent plusieurs plateformes : Nanobio chimie et physique sur le campus universitaire, NanoFab, PTA, CIME, et plateforme IBSA de l'IBS sur le polygone scientifique.

Les points forts de Grenoble en Nanobiosciences sont :

- l'excellence de sa recherche sur les assemblages moléculaires, tant du côté de la nanochimie et de l'ingénierie biomoléculaire (DCM) que de ceux constitués des macromolécules issues du vivant comme les protéines (IBS), l'ADN (INAC-SCIB) et les polysaccharides (CERMAV).
- un dialogue ancien et fécond entre les nanotechnologies et les sciences du vivant, appliqué aux biocapteurs (enzymatiques, ADN, protéines et cellules), au contrôle de l'environnement cellulaire (motifs d'adhérence), à l'imagerie et à l'instrumentation médicale, issu notamment des très nombreuses collaborations nouées entre le CEA et les autres laboratoires.
- l'apport de la physique (Institut Néel, LSP) et des mathématiques (TIMC-IMAG) à la biologie et la médecine, notamment en biologie structurale, imagerie, biomécanique et traitement du signal.

Projets soutenus en 2008

Comme en 2007, le développement des nanobiosciences a été bien soutenu par la Fondation à travers l'ensemble de ses actions, chaires d'excellence, projets, bourses de thèse, moyens communs.

En ce qui concerne les chaires d'excellence et les projets, les exigences de l'appel d'offres sont une double problématique en sciences du vivant et en nanotechnologie faisant appel à la microélectronique ou la photonique, la collaboration de laboratoires aux compétences complémentaires et bien sûr l'excellence du projet scientifique. Sept projets ont été examinés par la fondation et trois ont pu être retenus :

- Une chaire d'excellence (Interface homme-machine, 437 k€) pour accueillir Mme Tatiana Aksenova, spécialiste du développement d'algorithmes auto-adaptatifs pour le traitement en ligne des signaux neuronaux. Elle renforce la position de Grenoble dans le domaine des mathématiques appliquées à la médecine et en particulier aux neurosciences. Le développement de l'interface homme-machine basé sur l'exploitation des signaux neuronaux est un thème de recherche très actuel car il permettrait de développer des prothèses directement commandées par le cerveau.
- Un projet 'nouvel entrant' (MECCA : Contribution of 3D microenvironnement to cell adhesion, 183 k€) dirigé par Martial Balland (LSP), en collaboration avec l'IAB, le LTM, TIMC et l'IRTSV. Ce projet vise à mesurer les forces mécaniques développées entre cellules et le couplage avec l'adhérence des cellules à la matrice extracellulaire, en fabriquant des cavités souples fonctionnalisées spécifiquement pour contrôler la géométrie et la différenciation cellulaire et mesurer les forces mécaniques.
- Un projet de recherche (Nanobiodrop, Nanodroplet chip for a controlled assembly of lipid layers and electrical detection of single-protein activity, 250 k€) conduit par Benjamin Cross (LEGI) et Michel Vivaudou (IBS) pour développer de nouvelles puces destinées à étudier des protéines membranaires, en particulier des canaux ioniques, qui sont physiologiquement insérées dans des bicouches lipidiques. Dans ce projet, la microfluidique sera utilisée pour reconstituer une bicouche à partir de deux gouttelettes contenant l'une la protéine à étudier, l'autre un éventuel ligand activateur. La mise en contact des microgouttelettes sera contrôlée par électromouillage et l'activation des canaux ioniques permettra le passage d'un courant à travers la bicouche reconstituée.

Par ailleurs, une bourse de thèse a été accordée à Mr Radoslaw Bombera (dir. Y Roupioz, INAC-SPRAM) pour développer l'analyse sur biopuces des cellules du sang et leur désorption spécifique contrôlée optiquement. Tous ces projets sont bien représentatifs des points forts des nanosciences grenobloises.

Enfin, la Fondation a contribué au développement des moyens communs de recherche en financement le développement de la plateforme de caractérisation de NanoBio-Chimie (20 k€ en complément des équipements financés en 2007) et l'acquisition d'un AFM en phase liquide couplé à un microscope de fluorescence (NanoBio-Physique, 287 k€). Elle a également soutenu fortement (20 k€) l'Ecole Européenne des Nanosciences et Nanotechnologies (ESONN), dont une des deux séries de cours est en nanobiosciences.

Evolution du domaine en 2008-09

En 2008, la fondation a organisé deux ateliers auxquels la communauté du groupe thématique "le vivant aux frontières de la nanoélectronique" était conviée :

- L'un intitulé "détection et analyse biologique" qui a mis en lumière les intérêts communs de plusieurs laboratoires pour le développement des moyens permettant d'amener les molécules d'intérêt au contact des détecteurs (microfluidique, forces électriques, magnétiques, optiques) et l'importance reconnue de la détermination des paramètres cinétiques (association, dissociation) pour améliorer la spécificité de détection des macromolécules.
- L'autre était consacré aux "applications des nanosciences en neurosciences". La communauté grenobloise est en effet fortement impliquée dans le développement de molécules ou de nanoparticules pour l'imagerie médicale (sondes peropératoires, molécules bi-fonctionnelles permettant d'associer les imageries, microscopie visible médicale notamment IR), le recueil de biopsies (nanoparticules magnétiques à ouverture contrôlée) et la thérapie (radiothérapie assistée par nanoparticules fonctionnalisées).

Pour la mise en place de l'appel d'offres 2009, la communauté du groupe thématique "le vivant aux frontières de la nanoélectronique" a été invitée à définir les axes thématiques novateurs du domaine et à valider les projets proposés au cours de trois réunions. Outre les thèmes d'excellence déjà mentionnés (manipulation de nano-objets, contrôle de l'environnement cellulaire, nanoparticules pour l'imagerie médicale), deux thèmes nouveaux suscitent l'attention de la communauté :

- l'imagerie super-résolue pour le vivant, qui permet d'atteindre l'échelle des assemblages moléculaires (20 nm) avec la lumière visible. Un atelier sur ce sujet est organisé le 19 Juin prochain sur ce sujet par JC Vial (LSP), D Bourgeois (IBS), A Grichine (IAB) et la Fondation Nanosciences qui permettra de mettre en place les coopérations nécessaires au développement de ces techniques.
- l'utilisation de nano-objets issus du vivant pour la microélectronique et la photonique. La spécificité de la reconnaissance entre des macromolécules biologiques permet en effet d'envisager les utiliser pour l'assemblage de nano-objets comme des nanotubes de carbone dans les dispositifs électroniques du futur. La complémentarité des deux brins de l'ADN, les couples anticorps-antigène sont des exemples de nano-assemblages extrêmement spécifiques. De plus, le vivant est capable d'utiliser l'énergie chimie pour contrôler la formation et la dissociation des assemblages moléculaires (moteurs moléculaires). Un atelier sur « l'auto-assemblage 2D et 3D » a été organisé le 19 janvier 2009 par T. Baron (LTM), R. Borsali (CERMAV), R. Calemczuk (INAC-SPRAM), O. Fruchart (Institut Néel), P. Labbé (DCM), N. Magnéa (INAC), F. Martin (LETI), M. Audier (LMGP) qui montre bien l'intérêt conjoint des groupes thématiques « nano-assemblage » et « vivant » pour ce domaine.

En conclusion, le groupe thématique "le vivant aux frontières de la nanoélectronique" est un groupe dynamique, très pluridisciplinaire, qui a l'habitude de travailler ensemble en dehors des appels d'offres de la fondation Nanosciences. La biologie, la pharmacie et la médecine sont, après la nanoélectronique, la spintronique, la photonique un domaine évident d'applications des nanosciences dont on peut attendre des retombées économiques fortes à relativement court terme. La rencontre organisée récemment par Minalogic sur les

"applications des nanotechnologies à la santé" l'a bien montré, en réunissant une bonne partie des laboratoires de notre groupe thématique et des entreprises de la région. Rhône-Alpes est en effet la première région de France pour la production de médicaments et de matériel médical. Ceci est très important pour la pérennité de la fondation nanosciences, car on peut espérer que le financement privé prendra le relais du financement public après 2011.

Cependant, il faut noter que Grenoble ne possède pas encore en nanobiosciences l'attractivité internationale qu'elle connaît en nanophysique ou en biologie structurale. Cela rend parfois difficile le recrutement de thésards satisfaisants aux critères d'excellence de la fondation. Les efforts de la Fondation pour améliorer son site web, soutenir la venue de chercheurs reconnus et la tenue de conférences internationales, le développement de relations visibles entre la fondation et les entreprises devraient développer rapidement la visibilité des nanobiosciences grenobloises.

NANOMODELISATION

La théorie et la simulation numérique regroupent au sein du RTRA environ 50 permanents théoriciens en physique, mathématiques et chimie. Une des caractéristiques de la communauté de théoriciens est le fort couplage théorie-expérience, traditionnel à Grenoble, que l'on retrouve dans pratiquement tous les laboratoires associés au RTRA. On peut noter aussi que la moitié environ des théoriciens permanents est fortement impliquée dans la simulation numérique. La communauté théorique grenobloise est engagée dans de nombreux réseaux aux niveaux nationaux et Européens notamment (Phantoms, ETSF, psi-k...)

Les activités scientifiques concernent les propriétés physiques, chimiques et structurales des matériaux, des interfaces, des nanostructures. Une activité importante concerne aussi les phénomènes de transport, du niveau atomistique au niveau mésoscopique et en allant jusqu'à la simulation de circuits élémentaires. L'apport des mathématiques appliquées se développe actuellement notamment au travers des thématiques de la nano optique, ou du micro magnétisme.

Les soutiens du RTRA :

Plusieurs théoriciens étrangers ont obtenu des chaires d'excellence de la Fondation. La liste donnée ci-dessous montre la diversité de ces actions dans le cadre des priorités du RTRA. Certaines de ces chaires se retrouvent aussi dans d'autres thématiques du RTRA puisque la théorie et naturellement en contact avec les thématiques expérimentales.

- Chaire d'excellence à temps plein :

Mairbek Chshiev, déjà cité dans la partie nanomagnétisme, est un théoricien du transport électronique et de la spintronique. Il est notamment spécialisé dans le calcul du transport électronique dans les composants à magnétorésistance géante (GMR) et à magnétorésistance tunnel (TMR) ainsi que dans la théorie quantique statistique du transport électronique polarisé en spin.

- Chaire d'excellence à temps partiel

Leonid Glazman est Professeur de théorie de la matière condensée à l'Université de Yale C'est un expert reconnu de la physique des systèmes mésoscopiques et notamment du transport balistique, des interactions dans les systèmes de basse dimensionnalité, des fluctuations mésoscopiques dans le régime de blocage de Coulomb et de l'effet Kondo en nanoélectronique. Il est également identifié comme relevant de la thématique Nanoélectronique quantique.

J. Fernandez-Rossier est Professeur à l'Université d'Alicante. C'est un théoricien de la spintronique, des semiconducteurs magnétiques et de la spectroscopie des états cohérents. L'objectif, durant son séjour est le contrôle de l'état quantique d'un atome magnétique unique

inséré à l'intérieur d'une boîte quantique et soumis à l'influence externe d'un circuit électrique et d'un faisceau laser. Son interaction est particulièrement étroite avec certaines équipes expérimentales du RTRA.

P. Wong est Professeur de Génie électrique à l'Université de Stanford. Il est spécialiste de la stratégie de développement des nanosciences et des nanotechnologies dans le cadre de la "roadmap" des composants électroniques. Il s'intéresse particulièrement au développement des outils de simulation capables de prévoir le transport quantique dans des composants dont la longueur de grille ne serait que de 10nm et de prendre en compte les effets de rugosité et les interactions coulombiennes localisées.

L. Fonseca est chercheur au Brésil dans le centre W. Von Braun. Il développe la simulation atomistique des nouveaux matériaux et des interfaces utilisés dans les composants électroniques ultra-miniaturisés. Son projet porte notamment sur des thématiques des matériaux high-K utilisés pour les grilles et sur la simulation du transport quantique dans des nano circuits.

- Soutien " jeune entrant "

Natalio Mingo a obtenu un soutien en tant que "jeune entrant" dans le cadre de l'appel à projets 2007. Il s'intéresse aux problèmes de modélisation des matériaux thermoélectriques et aux problèmes de conduction thermique. Son approche est basée sur des approches numériques et sur le formalisme des fonctions de Green hors équilibre qui lui permet une description fine de ces effets au niveau nanométrique.

Stéphane Labbé a obtenu lui aussi obtenu un soutien dans le cadre de l'appel à projets 2007. Il s'intéresse aux transitions entre les échelles atomistiques et les échelles mésoscopiques. Ces transitions qui intéressent beaucoup les physiciens n'ont pas été étudiées mathématiquement malgré leur importance, par exemple dans le passage entre les modèles atomistique des matériaux magnétiques et le micro magnétisme.

- Soutien à des projets de recherche

Le projet NanoSTAR regroupe 16 théoriciens numériques sur le transport quantique, l'optique et les spectroscopies. Ce projet a reçu un soutien pour deux bourses de thèse l'une pour le côté spectroscopie et l'autre pour le côté transport quantique. Pour les deux thèses les développements méthodologiques ont une place importante et bénéficient des nombreuses compétences regroupées au sein de la communauté des théoriciens numériques du RTRA. De plus le projet NanoSTAR a reçu un soutien pour la partie calcul numérique qui est investi dans la plateforme de calcul CIMENT (125k€) soutenue par le RTRA.

Les initiatives du RTRA :

Le RTRA a organisé une journée (23 Mars 2009) consacrée à la nanosimulation sur Grenoble. Cette conférence s'adressait à l'ensemble de la communauté scientifique et a permis de montrer à ce large public scientifique les enjeux, les réalisations et les perspectives pour la simulation numérique en nanosciences, notamment sur le site de Grenoble.

Les contributions ont concerné :

- l'apport des mathématiques : développement asymptotiques et applications à la propagation d'ondes, problèmes de convergences dans les description du micromagnétisme...
- l'apport de la chimie : chimie quantique moléculaire appliquée au études de systèmes à l'échelle nanométrique
- l'apport de l'ingénierie quantique, ses succès et ses limitations (une large part a été consacrée à la problématique du transport électronique)
- le transport électronique de l'ab-initio à la physique mésoscopique

- la description des phénomènes de spintronique par des méthodes paramétrisées ou ab-initio
- la modélisation du transport électronique dans les nanodispositifs semi-conducteurs

Cette journée a démontré les compétences larges de la simulation numérique en nanosciences sur Grenoble avec un impact particulièrement fort sur le transport électronique.

Conclusion.

La communauté de théorie et nanosimulation sur Grenoble possède un spectre large, une dynamique forte et un couplage efficace avec les expériences. Du côté de la simulation numérique, les développements méthodologiques jouent un rôle important depuis les approximations physiques (modèles) jusqu'au développement de codes en passant par les développements algorithmiques. Ces compétences larges en simulation numérique sur le plan universitaire pourraient à l'avenir se rapprocher d'autres activités plus liées au développement industriel sur le site de Grenoble.

Annexe 2 :
Le réseau des plateformes technologiques du RTRA
"Nanosciences aux frontières de la nanoélectronique"

Grâce au fort soutien de la Fondation, le réseau des plateformes technologiques et instrumentales joue désormais un rôle essentiel dans l'animation et la vie scientifique du RTRA "Nanosciences aux frontières de la nanoélectronique". Ouvertes à tous les chercheurs, post doc et étudiants du RTRA, ces plateformes largement mutualisées entre les organismes fondateurs (CEA, CNRS, Grenoble INP et UJF), offrent des moyens de très haut niveau en nanotechnologies, nanocaractérisation, nanochimie et biologie ainsi qu'en simulation numérique. Plus de 80% des projets et chaires soutenus en 2007 et 2008 par la Fondation ont utilisé les équipements et matériels de ces plateformes.

I. Animation du réseau des plateformes.

L'animation est faite par un comité rassemblant les responsables des différentes plateformes, sous la conduite d'un membre du Comité de Pilotage du RTRA. Ce comité discute des projets de chaque plateforme qui seront ensuite proposés au comité de Pilotage pour arbitrage. Toutes les propositions de gros équipements résultent d'actions et de discussions concertés entre les plateformes opérant dans des domaines proches et satisfaisant les besoins d'une large communauté, afin d'éviter la redondance. L'effet positif du réseau est de faire émerger des projets inter plateformes, comme par exemple la proposition commune faite par les plateformes de technologie et de nanocaractérisation d'acquérir en 2008 avec le soutien de la Fondation, un FIB double faisceau pour la mise en forme et la manipulation d'objets nanométriques. Les projets d'équipements présentés en 2009 résultent aussi d'une réelle concertation entre les plateformes

II Domaines couverts par le réseau des plateformes.

Les domaines couverts par les plateformes sont la **nanofabrication**, la **nanochimie et nanobiologie**, la **nanocaractérisation** et enfin la **simulation numérique**.

1. Nano fabrication

Ce domaine regroupe 3 salles blanches qui ont chacune une spécificité en termes d'équipements et de matériaux traités.

- la Plateforme de Technologie Amont (PTA) et le Centre Interuniversitaire de Microélectronique et Microtechnologie (CIME MicroTech) pour les nano structures et microsystemes de semi-conducteurs, métaux et isolants.
- Nanofab pour les nano structures de matériaux magnétiques et supraconducteurs.

2. Nano chimie et nano biologie

Ces plateformes fournissent à la communauté des outils pour la synthèse et la caractérisation de molécules ainsi que des équipements d'analyse d'hétérostructures et d'interfaces inorganique /organique ou vivant.

- la Plateforme Nanobio située sur le Campus de l'UJF offre des moyens de synthèse de molécules, greffage et fonctionnalisation de surfaces et de caractérisation.
- la Plateforme de Microscopie électronique de l'Institut de biologie Structurale (IBS) pour l'étude des matériaux fragiles (cellules vivantes, protéines,...) greffées sur des nano structures inorganiques.

3. Nanocaractérisation.

Ces plateformes rassemblent des équipements de pointes pour l'analyse par faisceaux d'électrons, d'ions et de rayons X de nano structures et nano composants.

- la PlateForme de Nano Caractérisation (PFNC) de MINATEC et le CMTC de Grenoble INP pour les analyses chimiques et structurales par Microscopie Electronique très Haute Résolution, faisceau d'ions, RX et Raman.
- Le CRG français de l'ESRF qui gère des équipements pour l'étude de nano objets et d'interfaces par diffraction et diffusion de RX durs.

4. *Nanosimulation.*

La plateforme de calcul Intensif, Modélisation, Expérimentation Numérique et technologique (CIMENT) fourni l'accès à des moyens mi-lourds pour calculer et simuler les propriétés physiques et chimiques des nano structures.

III. Soutien de la Fondation au réseau de plateformes.

Le soutien de la Fondation aux plateformes se fait sous la forme de participation totale ou partielle à l'acquisition d'équipements et par la participation aux dépenses de fonctionnement induites par les projets scientifiques du RTRA. Les propositions des plateformes sont étudiées par le Comité de Pilotage lors de l'appel d'offre annuel de la Fondation. La première évaluation des plateformes a eu lieu au printemps 2009.

Les tableaux suivants donnent la répartition en K€ de l'aide apportée par la Fondation aux plateformes du RTRA ainsi que la liste des équipements acquis en 2007 et 2008.

Equipement (k€)	<i>Total</i>	<i>Nano fabrication</i>	<i>Nanochimie biologie</i>	<i>Nano caractérisation</i>	<i>Nano simulation</i>
2007	1.443	665	203	440	135
2008	2.027	420	307	1.300*	0

* : investissement FIB commun aux plateformes Nanocaractérisation et Nanofabrication

Fonctionnement des projets	<i>Total</i>	<i>Nano fabrication</i>	<i>Nanochimie biologie</i>	<i>Nano caractérisation</i>	<i>Nano simulation</i>
2007	332	300	32	0	0
2008	320	300	20	0	0

Soutiens aux équipements AAP 2007 :

- dépôt métaux
- lithographie UV
- ellipsomètre
- microsouduse
- détecteur UV pour peptides :
- scanner AFM
- microbalance quartz :
- ultra microtone
- spectromètre EELS
- réacteur CVD

Soutiens aux équipements AAP 2008 :

- FIB

- Microscope optique
- Lithographie laser :
- Four traitement thermique
- AFM Bio

IV. Evaluation en interne des plateformes.

L'évaluation des plateformes par le Comité de Pilotage est faite à partir d'une fiche d'évaluation fournie par chaque plateforme et d'une audition publique au cours de laquelle chaque animateur rapporte sur la façon dont le soutien financier de la fondation a été utilisé (fonctionnement et équipement) et sur les résultats scientifiques marquants des projets utilisant les moyens de la plateforme. Les points marquants qui ressortent de cette évaluation interne sont les suivants :

- Les fonds attribués par la fondation sont scrupuleusement utilisés pour les équipements demandés en respectant les budgets initiaux.
- La concertation entre les plateformes a été notablement renforcée comme en témoigne le projet commun des plateformes de nanofabrication et de nanocaractérisation d'acquérir un FIB en 2008.
- La fréquentation des plateformes a notablement augmenté d'une part grâce au démarrage des nombreux projets du RTRA (chaires d'excellence, thèses, projets scientifiques) faisant largement appel aux moyens techniques des plateformes et d'autre part grâce à une meilleure diffusion de l'information conduisant à l'accueil de nouveaux utilisateurs.
- Toutes les thématiques scientifiques du RTRA ont été impactées par ce développement des plateformes résultant du soutien financier de la Fondation.

Plateforme Technologique Amont (PTA)

1. Introduction :

La PTA, Plateforme Technologique Amont, est une salle blanche de classe 1000 issue de la mutualisation des moyens techniques et humains de l'INAC (Institut Nanosciences et Cryogénie du CEA) et de la FMNT (Fédération des Micro et Nano Technologies), regroupant des laboratoires CNRS, CEA, INP et UJF (LTM, IMEP, SPINTEC, LMGP, activités systèmes du G2E-lab). La salle blanche s'étend sur 700 m². Elle est localisée en parts relativement égales au bâtiment 10.05 du CEA et au bâtiment BCA-INP (dans la salle blanche du CIME, Centre Interuniversitaire de MicroElectronique et nanotechnologies). Ce projet, qui a démarré en 2004, a abouti à l'ouverture de la salle en mai 2007. La PTA est opérationnelle et ouverte aux utilisateurs depuis l'automne 2007. Elle a été officiellement inaugurée par les responsables de ses quatre organismes ou Universités de tutelle le 25 septembre 2008.

La PTA répond aux besoins spécifiques de la recherche amont grenobloise en termes de ressources technologiques et techniques, dédiées aux nanosciences et à la recherche exploratoire dans le domaine des micro-nanotechnologies. Elle permet ainsi de réaliser l'intégration de nano-objets et nano-matériaux ou encore de structurer les couches minces dans une gamme de dimensions nanométriques grâce à diverses méthodes et outils de lithographie, de dépôt ou encore de gravure. La souplesse d'utilisation, avec l'ouverture à une grande variété de matériaux dans le respect de règles raisonnables de non-contamination, et à un ensemble d'échantillons de morphologies et de dimensions très variées, est un point-clé de l'offre de la PTA. Pour cette raison, la plateforme accueille tous types de substrat, depuis l'échantillon de 5x5mm² jusqu'aux plaquettes de 100 mm.

L'équipement phare de la PTA est un masqueur électronique JEOL qui permet de définir des motifs dans une résine avec une résolution de 7 nm. Le **pôle lithographie** est complété par des outils de lithographie optique UV et DUV (Deep UV), et un système qui permet de faire de la lithographie électronique sur un microscope électronique à balayage. La PTA possède aussi divers équipements de dépôts de métaux et oxydes (pulvérisation, évaporation...) ainsi que des machines de gravure plasma de dernière génération.

Le **pôle caractérisation** regroupe les équipements nécessaires à l'analyse des objets ou étapes technologiques réalisées. Enfin, sont regroupés sur la partie localisée au BCA divers équipements qui constituent une filière technologique complète pour des applications **MEMS et NEMS**, avec par exemple une machine de planarisation mécano-chimique compatible avec les plaquettes de Silicium et avec les échantillons de petite taille.

Les thématiques développées sur la PTA sont nombreuses: nanoélectronique, MEMS & NEMS, magnétisme et spintronique, intégration de nano-matériaux et nano-objets, photonique... La plateforme a pour vocation d'accompagner les chercheurs non seulement dans les développements technologiques qui sont nécessaires à leurs recherches, mais aussi à promouvoir les collaborations et partenariats avec des laboratoires extérieurs au niveau national et international.

La **flexibilité, la souplesse d'accès et d'utilisation**, sont au cœur de la gestion de la PTA. Le modèle original de la PTA, de mutualisation des moyens entre les acteurs majeurs de la recherche amont sur Grenoble, nécessite la mise en place d'un système spécifique de gestion et d'administration de la plateforme. La PTA est ainsi cogérée par l'INAC et la FMNT. Les coûts de fonctionnement sont pris en charge, en partie par un soutien de la Fondation, et pour

la partie restante par les laboratoires utilisateurs, lesquels sont facturés au prorata du temps d'utilisation de la plateforme. Jusqu'à présent la plus grande part des équipements ont été financés par la subvention RTB (Recherche Technologique de Base).

Après l'ouverture de la PTA à l'automne 2007, l'activité a progressivement augmenté pour atteindre un nombre d'heures d'utilisation proche de 6000 en 2008. Fin 2008, les seuls projets alors enregistrés correspondent à une prévision d'utilisation supérieure à 9000 h en 2009. Il est dès lors raisonnable de prévoir une utilisation horaire de l'ordre de 10 000 heures en 2009.

2. Tableau récapitulatif des soutiens apportés par la Fondation

	2007	2008
Fonctionnement	300 k€	300 k€
Equipements	225 k€	70 k€*

Liste des équipements acquis avec le soutien de la Fondation :

2007 : Equipement de lithographie optique MJB4 de la société Süss Microtec

2008 : up-grade du masqueur pour préalignement des substrats, * : association de la PTA dans le projet FIB interplateformes (CMTC, PFNC, PTA)

3. Exemples de projets du RTRA utilisant les moyens de la plateforme :

- DC to THz cryogenic platform for new generation of nano-detectors / Alessandro Monfardini (Institut Néel)
- Thèse de Hervé Boukari (Institut Néel)
- POMME / Patrick Warin (INAC SP2M)
- NEP IV / Nicolas Pauc (INAC SP2M)
- Stronchip / Julien Claudon (INAC SP2M)
- Mécanique et Adhésion cellulaire / Alice Nicolas (LTM)

4. Exemples de projets nationaux (type ANR) utilisant les moyens de la plateforme.

- COSNI / Eva Monroy (INAC SP2M)
- BATMAG / G. Gaudin (Spintec)
- ANTARES / D. Peyrade (LTM)
- PRORESOL / J.H. Tortai (LTM)
- QUANTJO / O. Buisson (INéel)
- QSPIN / T. Meunier (INéel)
- SYNODOS / C. Gourgon (LTM)
- RAMAC / R. Sousa (Spintec)
- Dynawall / G. Gaudin (Spintec)
- GEMO / V. Baltz (Spintec)
- ISTRADE / JP Attané (INAC/SP2M)

4 projets Carnot utilisent également la plateforme

5. Evolution de la fréquentation de la plateforme suite au soutien RTRA .

La fréquentation a été en constante augmentation au cours de l'année 2008. Cette performance a été rendue possible par le soutien du RTRA, en particulier par la subvention accordée pour le fonctionnement. En effet, cette subvention a permis de situer à un niveau raisonnable le coût horaire d'utilisation de la plateforme (proche de 50 €) dans une phase de croissance de l'activité.

Ceci a permis aux chercheurs de développer dans des conditions favorables des projets exploratoires financés sur ressources propres, sur des thèmes liés aux priorités de la Fondation, mais qui ne bénéficient pas pour l'instant de ressources contractuelles. Actuellement, 26 projets non adossés à des financements contractuels sont ainsi réalisés sur la PTA.

Il est clair que la conduite de telles études exploratoires est extrêmement importante pour l'émergence de futurs projets de premier plan. Le financement de la Fondation trouve ici tout son sens en permettant le renouvellement des thématiques des équipes grenobloises, et l'émergence de nouveaux axes de recherche en nanosciences dans les meilleures conditions. **La Fondation contribue là fortement au maintien et à l'accroissement de la compétitivité des équipes actives en nanosciences à Grenoble.**

6. Faits scientifiques marquants associés à l'utilisation de la plateforme

Growth of 3D photonic crystals by photolysis of CrO₂Cl₂

A method of three-dimensional (3D) holography [1, 2] is used for the growth of photonic crystals of sub-micron cell parameters by gas decomposition in a 3D interference field of UV laser light. Either amorphous or crystalline chromium oxides are obtained by photolysis of chromyl chloride CrO₂Cl₂ for different experimental conditions [3]. The most interesting product is obtained for a photolysis of CrO₂Cl₂ at low pressure, on a cooled TiO₂ single-crystal substrate and for a higher beam energy .

The growth begins with the formation of epitaxial CrO₂ metastable phase which is partly transformed into Cr₂O₃ under UV irradiation. Due to crystallographic orientational relationships between CrO₂ and Cr₂O₃, the growth of a well organized 3D photonic crystal of Cr₂O₃ phase goes on according to the 3D periodic modulations of electromagnetic energy of the interference field. In the present case, the Cr₂O₃ phase exhibits 4 sets of equivalent crystallographic orientations with respect to the single-crystal substrate [4]. From such a result, one can expect to produce in a further work photonic crystals constituted of single-crystalline Cr₂O₃ phase in epitaxy onto a Cr₂O₃ or sapphire Al₂O₃ substrate.

[1] M. Campbell, N. Sharp, M. T. Harrison, R. G. Denning and A. J. Tuberfield, *Fabrication of photonic crystals for the visible spectrum by holographic lithography*, Nature **404**, (2000) 53 - 56.

[2] M. Duneau, F. Delyon, M. Audier, *Holographic method for a direct growth of three-dimensional photonic crystals by chemical vapor deposition*, J. Appl. Phys., **96** (2004) 2428 - 2436.

[3] M. Salaün, M. Audier, M. Duneau, F. Delyon, *Synthesis of 3 dimensional periodic nanostructures in an interference field of UV laser light*, Appl. Phys. A: Mater. Sci. Process., **93** (2008) 105 - 110.

[4] M. Salaün, *Croissance d'oxyde métallique par photolyse dans un réseau d'interférences 3D*, Thesis, INP Grenoble, 2008.

Self connected horizontal silicon nanowire field effect transistor

We present an original technique to fabricate self connected horizontal Si nanowires (NW) field effect transistors (FETs) by a self assembly mechanism. We show direct growth of SiNWs between two predefined metallic electrodes along the SiO₂ gate oxide using the Vapour Liquid Solid (VLS) growth mode. In our approach, the gold catalyst layer is covered by the contact metal, giving rise to selective and localized catalytic activity and growth of nanowires from the gold edges. The diameter of the NWs can be adjusted by the thickness of the catalyst layer. Using such a process, we demonstrate field effect operation on the conductivity of a non-intentionally doped 20 nm diameter Si NW. This technique can be implemented in three dimensions, paving the way to 3D integration using vertical stacks of self-connected FETs.

1-B. Salem et al. Accepted in Solid State Communications (2009)

2-B. Salem, T. Baron, P. Gentile, P. Ferret, T. Ernst , "Procédé d'élaboration, sur un matériau diélectrique, de nanofils en matériaux semi-conducteur connectant deux électrodes".

Patent PA2541FR : Self connected horizontal Si nanowires (NW) field effect transistors (FETs) and the electrical characterization

Magnetic nanopillars

There is great interest in the magnetic and electrical properties of nanopillars, since these elements are the cornerstone for many spintronic devices and applications. The electrical resistance of the pillar depends on the relative orientation of two magnetic layers separated by a thin insulating barrier inside the pillar. The resistance changes between two well separated levels allowing for the realization of magnetic random access memories, magnetic oscillators and reprogrammable logic circuits, magnetic sensors, etc... In collaboration with LETI and

Crocus Technology we have developed a nano-fabrication process to realize nanopillars of sub-100nm dimensions. The main steps of the fabrication are: E-beam lithography, reactive ion etching (RIE), ion beam etching (IBE), and the use of a planarizing dielectric. This process will allow in the end the fabrication of pillars smaller than 50nm lateral size. Samples fabricated with this process have already allowed us to demonstrate spin polarized current writing in MRAM cells and also the first ever demonstration of thermally assisted spin polarized current writing.

Multifunctional single Silicon nanowire device

In collaboration with the CEA/INAC/SP2M, the CEA/LETI and the CNRS/LTM, we have realized a multifunctional device based on a single silicon nanowire (20 nm). This new prototype can be either used as a Field Effect Transistor, a Schottky diode or a p-n diode.

This prototype is realized using local gates to control the contact between the metallic electrodes and the semiconducting nanowire.

The nanowires, obtained using CVD techniques are first connected to Nickel contacts pads and then annealed to 500 °C. At high temperature the nickel diffuses along the nanowire and forms a metallic alloy (nickel silicide). The extension of the nickel silicide along the wire is controlled by the annealed time. Two local gates are then fabricated at the metal/semiconductor interface allowing a local control of the Schottky barrier.

When the two local gates GS and GD are not polarized, the nanowire channel is in an “off” state because the two Schottky barriers at the metal / semiconductor interface dominate the resistance of the device. Each of these barriers can be selectively addressed by applying a voltage at the selected local gate. When the two gates are kept at the same potential, the device acts as a transistor). When only one gate is addressed, we obtain a Schottky diode and when opposite potential is applied to the two gates, a p-n junction is realized.

7. Conclusion et perspectives

La superficie de la PTA est passée de 500 à 700 m² au 1^{er} janvier 2009, avec son extension dans la salle blanche du CIME. Cette extension permet la mutualisation de moyens technologiques importants entre la PTA et le CIME. Pour les chercheurs, elle permet de constituer un point d'entrée unique vers une offre technologique plus complète et très séduisante.

Elle conduira de toute évidence à un accroissement substantiel de l'activité de la PTA, tout particulièrement avec la finalisation de filières technologiques MEMS/NEMS, et d'autres équipements très attendus par la communauté des nanosciences sur des verrous technologiques spécifiques.

Ainsi, après une année 2008 marquée par le début de la montée en puissance de l'activité sur la partie 10.05 au CEA, l'année 2009 verra une évolution similaire sur la zone du BCAi. Tous les équipements qui sont en cours d'installation au BCAi sont fortement attendus pas les utilisateurs de laboratoires très divers, incluant ceux des nanosciences. La PTA poursuit donc ainsi au meilleur niveau sa mission, **offrir à l'ensemble des laboratoires Grenoblois un plateau technologique souple et performant, adressant particulièrement l'ensemble des technologies génériques requis par les programmes en nanosciences.**

Fin 2008, plus de 60 projets étaient en cours sur la plateforme, rassemblant plus de 100 utilisateurs différents titulaires d'un badge PTA.

1-Introduction

Née des recherches effectuées en mésophysique dans les années 1980, la plateforme Nanofab (<http://neel.cnrs.fr/nanofab>) s'est développée depuis 25 ans au cœur des laboratoires de physique CNRS du polygone scientifique de Grenoble.

Son évolution de "manip de labo" à centrale de proximité reconnue par le MRES (<http://www.nanomicro.recherche.gouv.fr/fr/cen-proxi.html>) a été soutenue par les partenaires académiques et institutionnels locaux (UJF/INPG via 2 PPF, Région, département, ville de Grenoble via le CPER, Fondation Nanosciences) et nationaux (CNRS, MRES via les ACI, ANR "Pnano") à partir de 2001. La montée en puissance des besoins a toujours été accompagnée par une ouverture importante et croissante vers les laboratoires extérieurs et vers de nouvelles thématiques.

Les objectifs clairement définis de la plateforme sont les suivants :

- accompagner les programmes de recherche dans les domaines des nanosciences mais aussi d'autres domaines (Physique du solide, bio, Basses Températures) en privilégiant un accès aux équipements sur la gamme horaire la plus large possible.
- contribuer à l'enseignement des nanosciences et au développement d'une culture nanotechnologie dans les laboratoires de recherches

Une centaine de chercheurs ou d'étudiants (dont une cinquantaine de doctorants ou de post-doc, et des stagiaires de Master 2 utilisent la salle blanche. Ces chercheurs proviennent principalement de l'Institut Néel, mais aussi via une collaboration scientifique, une mise à disposition des équipements, ou des actions de service, de plusieurs autres laboratoires grenoblois ou lyonnais (FMNT, INAC, LEGI, LPSC, LPMCN, G2Elab, GIN, SPECTRO, LETI).

2-Soutien apporté à la plateforme Nanofab par la Fondation Nanosciences

Les demandes faites par Nanofab à la Fondation Nanosciences dans le cadre du soutien aux plateformes sont préparées en concertation étroite avec la PTA et le CIME, et visent à une complémentarité des équipements entre les trois plateformes. Le tableau 1 résume les soutiens financiers accordés par la Fondation Nanosciences à la plateforme NANO FAB :

NanoFab	2007	2008
Fonctionnement (k€)	0	0
Equipements (k€)	340 k€	250 k€

Cette aide a permis le financement des équipements suivants :

2007: Commande d'un bâti de pulvérisation cathodique à la société Alliance Concept, coût : 335,7 k€, livraison : juillet 2009

Participation à l'achat d'une microsouduse à Ultrasons West-Bond, coût : 27 k€ (participation RTRA 4,3 k€), livraison : décembre 2008

2008 : Participation à l'achat d'une machine de lithographie laser, coût approximatif : 350 k€ (participation RTRA 250 k€), appel d'offre en cours de rédaction

3-Projets soutenus par la Fondation Nanosciences utilisant les moyens de la plateforme

La plateforme Nanofab est au service de la communauté des laboratoires participant au RTRA. Il est parfois difficile d'identifier l'origine des soutiens apportés aux projets de recherche. On citera toutefois les projets suivants :

- **Projets : RTRA**
 - NeuroFET (projet 2007)
 - An AC-DC to Thz Cryogenic Platform (projet 2007)
 - NanobioDrop (projet 2008)
- **Doctorants /Post Doc salariés de la Fondation**
 - T. Quaglio, J-S Hwang, S. Datta, A. Hrabec, Liu Peng
 - A. Dubreynin, L. Swenson, L. Addad, ...

4- Projets nationaux utilisant la plateforme

La plateforme est actuellement utilisée par près de 25 projets ANR identifiés.

ANR2005	ANR2006	ANR2007	ANR2008
MOMES (Pnano)	MOLSPINTRONICS (Pnano)	DYNAWALL (Pnano)	DeltaDiam (blanc)
Nanotubes suspendus(Pnano)	MESOGLASS (Blanc)	GEMO (Pnano)	Su-Si (Pnano)
TSF (Blanc)	DOPEN (Blanc)	ELEC-EPR (Pnano)	Newmicrosquid (Blanc, interdiscip)
	TERIBOL (Blanc)	X-P GRAPHENE (Pnano)	QuantJO (blanc)
NANOFAB2005	NANOFRIDGE (NanoSci-Era)	SENSOCARB (Blanc)	Quantherm (blanc)
	NANOFABMEBFEG	NEUROFET (PCV)	DYSC (Pnano)
			Molnanospin (Pnano)
			SuperNEMS (Pnano)

La plateforme est d'autre part utilisée par divers contrats européens, dont :

- l'ERC "senior" de Wolwang Wernsdorfer
- EuroSQIP –(IPProject, O.Buisson)
- MIDAS (Strep, W.Guichard)

5- Evolution de la fréquentation de la plateforme suite au soutien de la Fondation

L'impact du soutien de la Fondation sur la fréquentation de Nanofab a été important, tant au niveau de la nature des projets soutenus que par la manière de fonctionner en salle blanche :

Deux des trois projets soutenus sont des projets liés à la biologie. Si l'action de Nanofab est plus la réalisation de capteurs pour la biologie que de la biologie, ces projets nous ont amené :

- à rencontrer des chercheurs d'autres horizons (GIN, Legi, Spectro..)
- à identifier de nouveaux besoins de fonctionnalisation de surface
- à mettre au point des procédés de lithographie spécifiques (par ex : lithographie par projection en fond de boîtes de pétri)

Le soutien apporté par la Fondation Nanosciences via des contrats de doctorant ou de Post-Doc à de nombreux jeunes chercheurs non francophones nous a amené à revoir nos modes de fonctionnement, en généralisant l'anglais tant au niveau des formations aux équipements qu'à la rédaction des procédures de fabrication.

6- Faits scientifiques marquants associés à la plateforme.

L'annexe 2 donne les publications obtenues en 2007-2008 sur des échantillons ou circuits réalisés complètement ou principalement sur Nanofab. Ces publications sont représentatives des différents modes de fonctionnement de la salle blanche :

- réalisations de circuits par les personnels ITA de Nanofab pour des chercheurs peu familiers aux techniques de nanofabrication.
- mise à disposition d'équipements à des chercheurs ou étudiants
- collaboration scientifique entre chercheurs de l'Institut et chercheurs d'autres laboratoires.

L'annexe 3 donne une liste d'étudiants en thèse ayant eu une activité significative en salle blanche.

7 - Conclusion et perspectives

Le soutien apporté par la Fondation Nanosciences à Nanofab permet à la centrale de proposer à la communauté des équipements de nanofabrication de qualité et d'usage commun. L'intérêt de ces financements de type plateforme est évident : ils permettent de mutualiser des équipements trop onéreux pour être acquis sur des projets de recherche individuels.

Les deux principaux équipements achetés grâce au soutien de la Fondation permettront un progrès qualitatif et quantitatif des services proposés par la plateforme : le bâti multi cibles de pulvérisation cathodique permettra d'offrir une gamme étendue de multicouches magnétiques, métalliques ou isolantes. La machine de lithographie laser, seul outil de ce type disponible sur Grenoble offrira des possibilités de réalisations rapides de masques optiques, mais aussi de réalisation de lithographie rapide sur des échantillons uniques.

Les sujets de thèses ou de séjour post-doc soutenus par la Fondation Nanosciences sont non seulement sources d'activité supplémentaire, mais aussi de dynamisme et de développement de savoir-faire supplémentaire.

Au delà de l'aspect "matériel", le RTRA a été l'occasion de créer une communauté de plateformes et les a amenées à échanger et à proposer des projets communs. Les liens naturels tissés avec le CIME et la PTA se sont naturellement renforcés.

Pour 2009, Nanofab rompt avec les projets d'équipements antérieurs traditionnels de technologie "dure" en s'adaptant, entre autres, aux projets à nature biologique soutenus par la Fondation Nanosciences et intervenant sur la salle blanche. Ce projet d'équipement d'un bâti de "silanisation" est en effet cohérent avec les projets NeuroFET et Nanobiodrop, mais aussi avec les projets de spintronique moléculaire qui se développent à l'Institut Néel. Il intéresse d'autre part le LMGP, et potentiellement tous les laboratoires utilisant une silanisation de paillasse.

Nanofab évoluera dans les années à venir en s'adaptant aux besoins toujours plus exotiques de la recherche fondamentale, et en concertation étroite avec la PTA et le CIME. Un Ingénieur de Nanofab est à plein temps sur la PTA, plusieurs projets de recherche ont été redirigés vers la PTA, des procédés mis au point initialement sur Nanofab sont transférés sur la PTA ; inversement, Nanofab s'est ouvert encore plus vers les laboratoires du RTRA. Les centrales de proximités doivent pouvoir répondre rapidement et de manière flexible à de nouveaux sujets en rupture, peu ou pas financés dans une première phase. Cette nécessaire souplesse s'appuie toutefois sur une jouvence et un développement des technologies de base de salle blanche et de lithographie.

8 - Résultats scientifiques publiés en 2007 et 2008 issus de réalisations effectuées en salle blanche Nanofab

Supraconductivité, physique mésoscopique (Institut Néel, CEA-INAC, LPMMC)

Senzier J , Luo PS , Courtois H, *Combined scanning force microscopy and scanning tunneling spectroscopy of an electronic nanocircuit at very low temperature*, APPLIED PHYSICS LETTERS 90 (4): Art. No. 043114 JAN 22 2007

Rajauria S , Luo PS , Fournier T , Hekking FWJ , Courtois H , Pannetier B, *Electron and phonon cooling in a superconductor-normal-metal-superconductor tunnel junction*, PHYSICAL REVIEW LETTERS 99 (4): Art. No. 047004 JUL 27 2007

Lhotel, E , Coupiac, O , Lefloch, F , Courtois, H , Sanquer, M *Divergence at low bias and down-mixing of the current noise in a diffusive superconductor-normal-metal-superconductor junction - art. no. 117002*, PHYSICAL REVIEW LETTERS 99 (11): 7002-7002 SEP 14 2007

Ong FR , Bourgeois O , Skipetrov SE , Chaussy J , Popa S , Mars J , Lacoume JL, *Fine frequency shift of single vortex entrance and exit in superconducting loops*, PHYSICA C-SUPERCONDUCTIVITY AND ITS APPLICATIONS 466 (1-2): 37-45 NOV 1 2007

Ong FR , Bourgeois O, *Topology effects on the heat capacity of mesoscopic superconducting disks*, EPL 79 (6): Art. No. 67003 2007

Pop IM, Hasselbach K, Buisson O, et al, *Measurement of the current-phase relation in Josephson junction rhombi chains*, PHYSICAL REVIEW B Volume: 78 Issue: 10 Article Number: 104504 Published: SEP 2008

Conductivité thermique de nanofils de silicium (Institut Néel, coll CEA/LETI)

Bourgeois O , Fournier T , Chaussy J, *Measurement of the thermal conductance of silicon nanowires at low temperature*, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 101 (1): Art. No. 016104 JAN 1 2007

Héron JS, Fournier T, Bourgeois O, *Surface effect on the phonon transport of silicon nanowire*, Journal of Physics : Conference Series 92 (2007) 012088

Circuits Q-Bits (Institut Néel)

Claudon J, Fay A, Hoskinson E , Buisson O, *Nanosecond quantum state detection in a current-biased dc SQUID*, PHYSICAL REVIEW B 76 (2): Art. No. 024508 JUL 2007

Fay A, Hoskinson E, Lecocq F, et al., *Strong tunable coupling between a superconducting charge and phase qubit*, PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: 100 Issue: 18: Published: MAY 9 2008

Pop IM, Hasselbach K, Buisson O, et al, *Measurement of the current-phase relation in Josephson junction rhombi chains*, PHYSICAL REVIEW B Volume: 78 Issue: 10 Article Number: 104504 Published: SEP 2008

Claudon, J; Zazunov, A; Hekking, FWJ, et al., *Rabi-like oscillations of an anharmonic oscillator: Classical versus quantum interpretation*, PHYSICAL REVIEW B Volume: 78, Issue: 18 Article Number: 184503 Published: NOV 2008

Electronique moléculaire (Institut Néel, IMEP, LEOPR)

Nicolas Roch, Serge Florens, Vincent Bouchiat, Wolfgang Wernsdorfer & Franck Balestro, *Quantum Phase in a single-molecule quantum dot*, Nature **453**, 633-637 (29 May 2008)

Winkelmann CB , Ionica I , Chevalier X , Royal G , Bucher C , Bouchiat V, *Optical switching of porphyrin-coated silicon nanowire field effect transistors*, NANO LETTERS 7 (6): 1454-1458 JUN 2007

Roch, N; Winkelmann, CB; Florens, S, et al. *Kondo effects in a C-60 single-molecule transistor*, PHYSICA STATUS SOLIDI B-BASIC SOLID STATE PHYSICS Volume: 245 Issue: 10 Pages: 1994-1997 Published: Oct 2008

Microfluidique, électrorhéologie (Institut Néel, LPCML)

Chevalier J, Tillement O, Ayela F, *Rheological properties of nanofluids flowing through microchannels* , Applied Physics Letters 91, 233103 (2007)

Chevalier J, Ayela F, *Microfluidic on chip viscometers* REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, Volume: 79 Issue: 7 Article Number: 076102 Published: JUL 2008

Capteurs, Electrotechnique supraconductrice (Institut Néel, INAC, G2Elab, CRETA)

Thibault P , Diribarne P , Fournier T , Perraud S , Puech L , Wolf PE , Rousset B , Vallcorba R, *On the design of capacitive sensors using flexible electrodes for multipurpose measurements*, REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS 78 (4): Art. No. 043903 APR 2007

Tixador P , Cointe Y , Villard C , Usoskin A , *Limiting experiments with coated conductors*, IEEE Transactions On Applied Superconductivity 17 (2): 3467-3470 Part 3, Jun 2007

Collin E, Filleau L, Fournier T, et al., *Silicon vibrating wires at low temperatures*, JOURNAL OF LOW TEMPERATURE PHYSICS, Volume: 150 Issue: 5-6 ,739-790,MAR ~2008

Lithographie Polymere di-Bloc (LTM)

Aissou, K , Kogelschatz, M , Baron, T , Gentile, P, *Self-assembled block polymer templates as high resolution lithographic masks*, SURFACE SCIENCE 601 (13): 2611-2614 JUL 1 2007

Aissou, K , Baron, T , Kogelschatz, M , Pascale, A., *Phase behavior in thin films of cylinder-forming diblock copolymer: Deformation and division of heptacoordinated microdomains*, MACROMOLECULES 40 (14): 5054-5059 JUL 10 2007

Ondes densités de charges (IRE Moscou, Institut Néel)

Latyshev YI , Monceau P , Orlov AP , Brazovskii SA , Fournier T., *Interlayer tunnelling spectroscopy of charge density waves*, SUPERCONDUCTOR SCIENCE & TECHNOLOGY 20 (2): S87-S92 Sp. Iss. SI, FEB 2007

Latyshev YI, Kosakovskaya ZY, Orlov AP, et al., *Nonlinear interlayer transport in the aligned carbon nanotube films and graphite* Conference Information: 8th Biennial International Workshop on Fullerenes and Atomic Clusters (IWFAC 2007), JUL 02-06, 2007 St Petersburg, RUSSIA, FULLERENES NANOTUBES AND CARBON NANOSTRUCTURES Volume: 16 Issue: 5-6 Pages: 344-351 Published: 2008

Enregistrement magnétique (Spintec)

P. Zermatten, G. Gaudin, G. Maris, M. Miron, A. Schuhl, C. Tiusan, F. Greullet, and M. Hehn., *Experimental evidence of Interface Resonance State in State in Single Crystal Magnetic Tunnel Junctions.*" – Physical Review Letter 2008

B. Carvello, C. Ducruet, B. Rodmacq, S. Auffret, G. Gaudin, B. Dieny, and E. Gautier, *Sizeable room-temperature magnetoresistance in cobalt based perpendicular magnetic tunnel junctions with out-of-plane anisotropy*". APPLIED PHYSICS LETTERS Volume: 92 (2008)

Ducruet C, Carvello B, Rodmacq B, et al., *Magnetoresistance in Co/Pt based magnetic tunnel junctions with out-of-plane magnetization*, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS Volume: 103 Issue: 7 Article Number: 07A918 Published: APR 1 ~2008

1 - Introduction :

Le Centre Interuniversitaire de Microélectronique a été créé par Grenoble INP et l'UJF en 1981. Tout d'abord localisé sur le site de l'avenue Félix Viallet, il a été installé sur le site de Minatec en 2006, pour devenir le CIME Nanotech (Microélectronique et Nanotechnologies). Le CIME Nanotech est une plateforme technologique ouverte à la formation (initiale et continue) et à la recherche des laboratoires académiques du site de Grenoble (et de Lyon) qui offre des moyens de nanofabrication et de caractérisation en salle blanche.

En dehors du soutien de la Fondation, le Centre est financé par les contrats quadriennaux des établissements fondateurs (Grenoble INP et Grenoble Universités), le CNFM (Coordination Nationale de la Formation en Microélectronique) et par les utilisateurs (tarification horaire).

Plus d'une centaine de chercheurs des laboratoires de Grenoble (et de Lyon) l'utilisent

2 - Tableau récapitulatif des soutiens apportés par la Fondation

CIME Nanotech	2007	2008
Fonctionnement		
Equipements	100 k€	100 k€

Liste des équipements acquis avec le soutien de la Fondation :

AAP 2007	Equipement	Coût projet	soutien RTRA
Recherche	Réacteur PECVD (Si amorphe, nitrures et oxynitrures)	250 k€	50 k€
Formation Doctorale	Nanomanipulateur à retour d'effort	100 k€	25k€
Formation Doctorale	* Lecteur de biopuces ADN *Lecteur de plaque multi- technologies	65 k€	25 k€
	Total	415 k€	100k€
AAP 2008			
Recherche	Batterie de fours de diffusion	350 k€	100

3 - Projets utilisant les moyens de la plateforme.

L'équipement recherche concerné par le soutien 2007 est installé au CIME Nanotech depuis janvier 2008. Celui du programme 2008 (batterie de fours de diffusion) est en cours d'acquisition. Le rapport concerne donc l'équipement de PECVD acquis au titre du soutien RTRA 2007.

- Bassem Salem (FMNT / LTM), Projet : Transistor à nanofils de silicium :

Opération : dépôt LTO sur un échantillon à nanofils. Les fils sont élaborés à partir d'un catalyseur Au et la structure est couverte par une couche d'Al.

- Jean-Claude Villegier et Paul Cavalier (CEA/INAC), Projet : ANR-Minalogic 'HyperSCAN' Dispositifs Supraconducteurs.

Le projet porte sur la conception, la réalisation et la caractérisation d'un mini-spectromètre optique à transformée de Fourier (SWITTS) à faisceau de ~16 nano-fils détecteurs à comptage de photons en NbN supraconducteur (SSPD).

Opération : dépôt d'un guide de lumière en SiN par PECVD. Ce guide est ensuite partiellement gravé et situé au dessus des nano-fils SSPD NbN épitaxiés sur saphir au CEA/INAC, puis insolé par masqueur e-beam et gravé à la PTA. Le test des détecteurs à 4K est réalisé au CEA/ INAC/SPSMS.

- Jean-Paul Mazelier (CEA LETI D2NT), Projet : ANR Extrada concernant l'étude de nitrure comme couche enterrée pour le SOI.

Opération : dépôt de LTO (oxyde à basse température). Ce dépôt en particulier était nécessaire pour des mesures de contraintes.

- Sébastien Boisseau (CEA/LETI/DCIS/SMOC/LCARE), Projet : Réalisation des électrets.

Opération : Dépôts de matériaux dans le but de fabriquer des électrets SiN et dépôt, sur les électrets, d'une couche de SiO₂ de protection contre l'humidité.

- Yoann Arthaud (Laboratoire TIMA), Projet : Réalisation d'un dispositif pour le bio-médical (sonde acoustique).

Opération : Dépôt de SiN comme masque pour gravure KOH dans le but de réaliser une membrane servant de support pour recevoir de la résine épaisse.

- Laurent Vila (CEA/INAC/SP2M/NM), Projet : Structures magnétiques pour manipulation des parois de domaine.

Opération : Dépôt de membrane SiN pour l'étude par TEM de structures en multicouches magnétiques.

- Laurent Montès et Youla Morfouli (FMNT/IMEP), Projet : composants MEMS et NEMS

Opération : dépôt LTO pour la réalisation de dispositifs MEMS.

- Lionel Bastard (FMNT/IMEP), Projet : Optique intégrée sur verre

Opération : dépôt SiN sur verre pour l'étude du potentiel du nitrure de silicium comme couche masquante pour le procédé d'échange d'ions sur verre.

- Jean-Christophe Crébier et Kremena Vladimirova (G2Elab), Projet : Electronique de puissance. Projet ANR MOBIDIC

Opération : dépôt de couches LTO pour isolation des composants intégrés.

- Maryline Roumanie et Guillaume Lafitte (FMNT/LTM et INL-Lyon), Projet : ANR SYNODYSS systèmes nanofluidiques utilisant du nano-imprint pour le transport ionique

Opération : dépôt LTO 80nm sur wafers Si 4 pouces pour nano-imprint.

Par delà le site de Grenoble, utilisateur privilégié de l'équipement de PECVD, des laboratoires lyonnais ont également fait appel à cet équipement pour des projets souvent en partenariat avec des laboratoires grenoblois.

- Pierre Brosselard (INL-Lyon), Projet : Electronique de puissance.

Opération : dépôt couche d'oxyde pour passiver des diodes bipolaire en SiC-4H.

- Julien Dupuis et Barbara Bazer Bachi (INL-Lyon), Projet : composants photovoltaïques (Projet ANR INFIME).

Opération : Dépôt LTO qui a servi de barrière de diffusion pour réaliser des cellules photovoltaïques, ces cellules servant à étudier la passivation de la face arrière des cellules à l'aide de couches de diélectriques.

- Anne Kaminski (INL-Lyon), Projet : composants photovoltaïques.

Opération : Dépôt LTO pour barrière de diffusion.

Une dizaine de nouveaux projets ont utilisé en 2008 le CIME Nanotech grâce à l'installation de l'équipement co-financé par le RTRA.

4 - Conclusion et perspectives

L'installation du réacteur PECVD au CIME Nanotech a répondu à une réelle attente de la communauté des nanosciences de Grenoble pour des moyens de dépôt de couches minces diélectriques à base du silicium. En effet, dès sa mise en service en janvier 2008, de nombreux projets ont fait appel à cet équipement. Ces derniers concernent plusieurs thématiques du RTRA parmi lesquelles on trouve la nanoélectronique, le nanomagnétisme, la nanophotonique et la nanostructuration. Tous ces projets sont nouveaux pour le CIME Nanotech, ce qui montre de façon évidente l'évolution de la fréquentation induite par le soutien du RTRA.

Le CIME Nanotech (via ses tutelles) et la Plateforme Technologique Amont (PTA) ont décidé de "*fusionner*" dès 2009 leurs moyens de recherche en nanosciences. Cette association nous amène dorénavant à faire une seule demande commune CIME Nanotech/PTA. Cette décision a été mise en pratique dès la campagne d'appel d'offre du RTRA 2009, puisque les deux plateformes se sont associées pour demander le soutien de la fondation pour l'acquisition d'un équipement de LPCVD (dépôt chimique en phase vapeur et à basse pression). Cet équipement sera localisé à la PTA (mais à proximité du CIME Nanotech) et accessible non seulement aux utilisateurs des deux plateformes, mais au-delà à l'ensemble de la communauté du RTRA.

Fréquentation 2008 des salles blanches du CIME Nanotech

	Laboratoires ou entreprises	Ecole / Tutelle	Nb de chercheurs	Nb heures recherche	% heures recherche
1	LITEN / DTS / LCS	INES / CEA Grenoble	1	18	0,90%
2	Laboratoire biopuces	IRSTV / CEA Grenoble/ UJF	1	8	0,40%
3	SPINTEC	CEA Grenoble	2	3	0,15%
4	LCMI / GHMFL	CNRS, associé UJF	2	16	0,80%
5	Institut Néel / CRETA	CNRS, associé UJF	2	1	0,05%
6	Institut Néel	CNRS	5	11	0,55%
7	LPSC / IN2P3	CNRS-INPG-UJF	2	6	0,30%
8	LTM	CNRS-INPG-UJF	1	4	0,20%
9	LTPCM	ENSEEG - Grenoble INP-CNRS-UJF	1	9	0,45%
10	IMEP	ENSERG - Grenoble INP-CNRS-UJF	15	107	5,34%
11	G2Elab	ENSIEG - Grenoble INP-CNRS-UJF	1	12	0,60%
12	ENSPG	ENSPG - Grenoble INP	1	7	0,35%
13	LMGP	ENSPG - Grenoble INP-CNRS	11	36	1,80%
14	LCIS	ESISAR - Grenoble INP	3	13	0,65%
15	SIMAP	Grenoble INP-CNRS-UJF	1	2	0,10%
16	TIMA	Grenoble INP-CNRS-UJF	4	16	0,80%
17	Polytech	Polytech Savoie	1	12	0,60%

	Laboratoires ou entreprises	Ecole / Tutelle	Nb de chercheurs	Nb heures recherche	% heures recherche
18	INL	INSA de Lyon	13	165	8,23%
19	LPM	INSA de Lyon	16	42	2,10%
20	INL / UMR 5270	Ecole centrale de Lyon	1	3	0,15%
21	LMI / UMR 5615	Université Claude Bernard	1	3	0,15%
22	IUT Mesure Physiques	UJF	1	20	1,00%
23	Laboratoire spectrométrie	UJF- CNRS	3	29	1,45%
24	LTM	UJF- CNRS	1	4	0,20%
25	IUT GEII	Université Jean Monnet	1	6	0,30%
26	Institut d'Electronique du Sud	Université Montpellier 2	1	2	0,10%
27	Labo. de microélec. de puissance	Université de Tours	1	20	1,00%
28	G2Elab	Grenoble INP-CNRS-UJF	2	535	26,70%
29	LMGP / Biotechnologies	Grenoble INP-CNRS	2	800	39,92%
30	SOITEC		6	94	4,69%
		TOTAL 2007/2008	103	2004	100,00%

On distinguera la partie NanoBio-Chimie, mise en place en 2006, de la partie NanoBio-Physique, bien plus récente et encore en cours d'installation

NanoBio-Chimie

1 -Introduction :

La plateforme Nanobio-Chimie a été mise en place au cours de l'année 2006 grâce à une 1^{ère} tranche de financement multi partenarial (2 315K€ TTC) dans le cadre du Pôle d'Innovation en Biotechnologie "Nanobio" : collectivités locales (METRO), Université Joseph Fourier, CNRS, Unités de recherche partenaires. L'université et le CNRS ont fléché sur cette opération des moyens en chercheurs, enseignant-chercheurs et personnels techniques, tandis que l'Université met à disposition des locaux et la logistique de l'UMR 5250 pour le fonctionnement de ces plateaux dans l'attente de la construction du bâtiment Nanobio-Campus (6 100 K€, financé par la METRO, livraison prévue en 2009). Cette plateforme est présentée en détail sur le site web suivant : <http://www.nanobio.fr/>

Pierre Labbé représente la plateforme NanoBio-Chimie au niveau de la Fondation Nanosciences. Jocelyne Yvert (T UJF, UMR 5250) assure la gestion administrative de la plateforme.

La plateforme est composée de trois plateaux techniques :

- Plateau synthèse :
Responsable scientifique : Prof. Eric Defrancq
Responsable technique : Remi Lartia (IR UJF)
- Plateau fonctionnalisation et transduction :
Responsable scientifique : Dr. Serge Cosnier
Responsable technique : Arielle Le Pellec (T UJF)
- Plateau Caractérisation des interactions :
Responsable scientifique : Prof. Pierre Labbé
Responsable technique : Ludovic Guillard (AI CNRS)

Les thématiques qui relèvent de la plateforme concernent :

- Conception & Fabrication de molécules et de macromolécules à fonction biologique dédiée
- Imagerie de surfaces fonctionnalisées. Etude cinétique et thermodynamique des interactions (bio)moléculaires et des transferts d'électron.
- Surface pour la détection analytique. Méthodes de transduction de la reconnaissance.

La plateforme Nanobio-Chimie est une plateforme ouverte à la communauté scientifique grenobloise selon des modalités décrites sur le site web de la plateforme (<http://www.nanobio.fr/>).

2 - Tableau récapitulatif des soutiens apportés par la Fondation

NanoBio-Chimie	2007	2008
Fonctionnement	20 k€	
Equipements	215 k€	20 k€

Le soutien attribué par la Fondation Nanosciences à la plateforme Nanobio-Chimie correspond à :

Équipement :

- système nanogravimétrique QCMD multicanal (130.277 €)
- microscope optique à contraste interférentiel (26.047 €)
- scanner 10 µm pour AFM (23.641 €)
- détecteur UV kit 433 pour synthétiseur peptides (23.035 €)

Fonctionnement:

- installation et environnement des nouveaux équipements (6.112 €)
- subvention accès aux plateaux techniques (6.627 €)
- soutien fonctionnement plateforme NanoBio-Chimie (16.738 €)

3 Projets du RTRA utilisant les moyens de la plateforme :

- "Development of nanometer scaled affinity biosensors". 2007-2010.(bourse de thèse) pour Xue Wang.Responsables M. Holzinger et S. Cosnier (DCM).
- MekaNo, D. Martin : (TIMCE, DCM, TIMA, LETI)
- MOLSWIT, G. Royal (DCM, SCIB, LETI)

4 Projets nationaux (type ANR) utilisant les moyens de la plateforme.

ANR « E-DETACHPEM - *Détachement de films nanométriques par application d'un stimulus électrochimique agissant sur un complexe hôte-invité*, Responsable du projet : Liliane Guérente (UMR 5250)

ANR Chimie et procédés pour le développement durable 2008-2011 :*Le dioxyde de carbone une source de carbone durable pour les procédés de synthèse catalysés par des complexes de métaux de transition*. Porteurs du projet : Dr A. Deronzier, Université de Grenoble, Département de Chimie Moléculaire (laboratoire de Chimie Inorganique Rédox), CNRS UMR 5250 ; Dr M. Haukka Department of Chemistry, University of Joensuu, P.O. box 111, 80101, Joensuu, Finland.

ANR jeunes chercheuses et jeunes chercheurs 2005-2008 : *Polymères de coordination multifonctionnels structurés autoassemblés (Polycomsa)*.Porteuse du projet : Dr M.N. Collomb, Université de Grenoble, Département de chimie moléculaire (laboratoire de Chimie Inorganique Rédox), CNRS UMR 5250.

ANR Blanc 2007 “ *MOlecules for Spin Electronics : MOSE*” Janvier 2008-décembre 2010, Partenaire responsable scientifique et technique: S. Chardon, UMR-5250 Grenoble, *Coordinateur du projet : Pr B. Doudin, UMR-7504 IPCM Strasbourg* en partenariat avec Dr J.-F. Létard (UPR-9048 ICMC Bordeaux), et Pr P. Braunstein (UMR-7177, ULP Strasbourg)

5 Evolution de la fréquentation de la plateforme suite au soutien RTRA.

La plateforme Nanobio-Chimie monte en puissance et le nombre de demandes d'accès est en augmentation régulière. L'unicité des équipements disponibles sur le site de Grenoble ainsi que l'environnement scientifique sont à l'origine de ce succès. L'installation de la plateforme dans les futurs locaux du bâtiment Nanobio-Campus devrait encore renforcer cette attractivité.

6 Faits scientifiques marquants associés à l'utilisation de la plateforme (publications, prix , thèses, etc.).

Les recherches qui font l'objet des publications suivantes ont utilisé les équipements de la plateforme Nanobio-Chimie :

J. Lombard, J. Chauvin, J.-C. Leprêtre, M.-N. Collomb, A. Deronzier, Dalton Trans., 2008, 658-666.

- E. David, J. Lejeune, S. Pellet-Rostaing, J. Schulz, M. Lemaire, J. Chauvin, A. Deronzier, *Tet. Lett.*, 2008, 49, 1860-1864.
- S. Dumas, I. Grabchev, P. Stoikova, J. Chauvin, J.-M. Chovelon, *J. Photochem. and Photobiol. A*, 2009, 201, 237-242.
- C. Aronica, A. Venancio-Marques, J. Chauvin, V. Robert, G. Lemerrier, *Chem. Eur. J.*, 2009 15, 5047-5055.
- N. Dendane, A. Hoang, L. Guillard, E. Defrancq, F. Vinet, P. Dumy, *BioConjugate Chem.* 2007, 18, 671-676.
- S.-N. Ding, S. Cosnier, M. Holzinger, X. Wang, *Electrochem. Commun.* 10 (2008) 1423-1426.
- M. Villien, S. Deroo, E. Gicquel, E. Defrancq, C. Moucheron, A. Kirsch-De Mesmaeker, P. Dumy, *Tetrahedron*, 2007, 63, 11299-11306.
- B. Laudet, C. Barette, V. Duléry, O. Renaudet, P. Dumy, A. Metz, R. Prudent, A. Deshiere, O. Dideberg, O. Filhol, C. Cochet. *Biochem. J.*, 2007, 408, 363-373.
- S. Foillard, Z. Jin, E. Garanger, D. Boturnyn, M. Favrot, J.-L. Coll, P. Dumy *ChemBioChem*, 2008, 9, 2326-2332.
- M. Ahmadi, L. Sancey, A. Briat, L. Riou, D. Boturnyn, P. Dumy, D. Fagret, C. Ghezzi, J.-P. Vuillez *Cancer Biother. Radiopharm.*, 2008, 23, 691-700.
- S. Foillard, L. Sancey, J.-L. Coll, D. Boturnyn, P. Dumy *Org. Biomol. Chem.*, 2009, 7, 221-224.
- N. Dendane, A. Hoang, E. Defrancq, F. Vinet, P. Dumy *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2008, 18, 2540-2543.
- S. Cosnier, S. Ding, K. Gorgy, A. Pellissier, M. Holzinger, B. Pérez López, A. Merkoçi, *Electroanalysis.*, 21 (2009) 887-890.
- P. Murat, D. Cressend, N. Spinelli, A. Van Der Heyden, P. Labbé, P. Dumy, E. Defrancq *ChemBioChem*, 2008, 9, 2588-2591.
- N. Dendane, A. Hoang, O. Renaudet, F. Vinet, P. Dumy, E. Defrancq *Lab-on-a Chip*, 2008, 8, 2161-2163.
- V. Duléry, O. Renaudet, M. Wilczewski, A. Van der Heyden, P. Labbé, *P. J. Comb. Chem.* 2008, 10, 368-371.
- M. Wilczewski, A. Van der Heyden, O. Renaudet, P. Dumy, L. Coche-Guérente, P. Labbé *Org. Bioorg. Chem.*, 2008, 6, 1114-1122.
- O. Renaudet, L. BenMohamed, G. Dasgupta, I. Bettahi, P. Dumy *ChemMedChem*, 2008, 3, 737-741.
- V. Duléry, N. A. Uhlich, N. Maillard, V. S. Fluxa, J. Garcia, P. Dumy, O. Renaudet, J. -L. Reymond, T. Darbre *Org. Bioorg. Chem.*, 2008, 6, 4134-4141.
- S. Deroo, S. Le Gac, S. Ghosh, M. Villien, P. Gerbaux, E. Defrancq, C. Moucheron, P. Dumy, A. Kirsch-De Mesmaeker *Eur. J. Inorg. Chem.* 2009, 524-532.
- S. Le Gac, S. Rickling, P. Gerbaux, E. Defrancq, C. Moucheron, A. Kirsch-De Mesmaeker *Angew. Chemie Int. Ed.* 2009, 48, 1122-1125.
- S. Foillard, L. Sancey, J.-L. Coll, D. Boturnyn, P. Dumy. *Org. Biomol. Chem.*, 2009, 7, 221-224.
- O. Renaudet, D. Boturnyn, P. Dumy. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 2009, doi:10.1016/j.bmcl.2009.03.119 (Symposium-in-Print for the 2009 Tetrahedron Young Investigator Award in Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters).
- S. Ghosh, I. Pignot-Paintrand, P. Dumy, E. Defrancq *Org. Biomol. Chem.*, 2009, sous presse.

7 Conclusion et perspectives

Deux années après sa création, la plateforme NanoBio-Chimie poursuit son développement. Le soutien apporté par le RTRA a permis l'acquisition d'un système de nanogravimétrie performant. Le couplage de cet équipement avec la microscopie optique ouvre de nouvelles perspectives dans l'étude des processus d'adhésion cellulaire tandis que son couplage aux techniques électrochimiques permet la caractérisation de matériaux électrostimulables. Le RTRA a également financé l'acquisition d'un scanner haute résolution pour la microscopie à force atomique, ce qui devrait encore favoriser sur le plateforme le développement des

mesures par spectroscopie de force. Enfin le financement d'un détecteur UV-visible complète les équipements du plateau "Synthèse" de la plateforme.

Bien que plus modeste que certains soutiens attribués par le RTRA à d'autres plateformes, ce financement peut être considéré comme très positif non seulement en terme d'acquisition d'équipements performants, mais également en regard du soutien en fonctionnement qui a permis d'abaisser, pendant une année, les coûts d'accès à la plateforme.

NanoBio-Physique

1 - Introduction :

Initiée par la mise en place du programme "Nanobio" en 2004, la plate-forme Physique de Nanobio, appelée "Centre de développement de méthodes spectroscopique, optique et mécanique" et placée sous la responsabilité d'Antoine Delon (Prof. UJF), comprend actuellement **trois plateaux instrumentaux hébergés au Laboratoire de Spectrométrie Physique** : *Micro-imagerie et micro-spectroscopie* ; *Micro et nano-mécanique* ; *Micro-fabrication (SIMBiO)*.

La plateforme Nanobio-Physique a été financée par diverses sources (Laboratoire, contrats ACI et ANR, financement Nanobio 160k€ TTC). Un financement récent a été obtenu (287k€ TTC) pour l'achat d'un AFM sur microscope inversé, en cours d'acquisition.

La description des plateaux est la suivante :

Plateau Micro-imagerie et Micro-spectroscopie:

Responsable scientifique : A. Delon

Assistance technique : I. Wang, P. Moreau

- Microscopie biphotonique et optique non linéaire intra vitale pour petit animal (J.C. Vial)
- Imagerie de molécules fluorescentes uniques sur substrat (J.Derouard)
- Microscopie de milieux diffusants par rétro injection laser (O.Hugon)
- Microscopie et spectroscopie à corrélation de fluorescence spatiale et temporelle (A.Delon)
- Banc de micro-spectroscopie non linéaire et tests de photo physico-chimie en milieu biologique (P. Baldeck)

Plateau Micro-Nanomécanique :

Responsable scientifique : C. Verdier

Assistance technique : M. Betton

- Micro et nanorhéologie (C. Verdier)
- Pincés optique et magnétique (J. Bednar)
- Microscopie à force atomique (AFM) pour les systèmes biologiques (C. Verdier), en cours d'acquisition « AFM-Bio » (financement RTRA)

Plateau microfabrication :

Responsable scientifique : Ph. Marmottant, M. Balland

Responsable technique : M. Bouriau

Assistance technique : D. Centanni

- Micro-fabrication de structures polymères 2D et 3D (P. Marmottant et M. Balland), à rénover, projet non financé par le RTRA.

La plateforme Nanobio-Physique est une plateforme ouverte à la communauté scientifique grenobloise (voir site <http://www.nanobio.fr/>).

2 Tableau récapitulatif des soutiens apportés par la Fondation RTRA

Le soutien attribué par la Fondation Nanosciences à la plateforme « Nanobio-Physique » concerne uniquement le projet AFM-Bio dont le montage est le suivant :

NanoBio-Physique	AFM	Microscope	Total
Fonctionnement	239k€	48k€	287k€

3 Projets RTRA utilisant les moyens de la plateforme :

- Projet RTRA de Martial Balland sur la mécano-transduction et l'adhésion cellulaire (projet MECCA)
- Equipes ayant montré un intérêt pour le plateau « AFM-Bio »:
 - C. Verdier/V. Laurent/J. Etienne (Spectro)
 - L. Blanchoin/R. Boujemaa-Paterski (iRTSV)
 - H. Guillou (Néel/MCBT)
 - A. Duperray (CR INSERM u823 équipe 8)
 - C. Albigès-Rizo/M. Block/E. Planus (CR INSERM u823 équipe 1)
 - D. Boturyn/P. Dumy (LEOPR)
 - D. Roux (Rhéologie)
 - F. Dubreuil (CERMAV)

4 Evolution de la fréquentation de la plateforme suite au soutien RTRA

La plateforme Nanobio-Physique débute, et verra son utilisation augmenter dès lors que l'AFM sera installé en juin-juillet 2009.

5 Faits scientifiques marquants associés à l'utilisation de la plateforme (publications, prix, thèses, etc.).

Verant P, Serduc R, van der Sanden B, Chantal R, Ricard C, Coles JA, Vial JC, *Subtraction method for intravital two-photon microscopy: intraparenchymal imaging and quantification of extravasation in mouse brain cortex*, J Biomed Optics, 13(1), 011002 (2008)

Blancquaert Y., Gao J., Derouard J. and Delon A., *Spatial fluorescence cross correlation spectroscopy by means of a spatial light modulator*, J Biophoton, 1, 408-418 (2008)

Jacquin O, Heidmann S, Lacot E, Hugon O, *Self-aligned setup for laser optical feedback imaging insensitive to parasitic optical feedback*, Applied Optics, 48(1), 64-68 (2009)

R. Chotard-Ghodsnia, O. Haddad, A. Leyrat, A. Drochon, C. Verdier, A. Duperray, *Morphological analysis of tumor cell/endothelial cell interactions under shear flow*, J. Biomechanics, 40(2), 335-344 (2007)


A. Iordan, A. Duperray, C. Verdier, *Fractal approach to the rheology of concentrated cell suspensions*, Phys. Rev. E, 77, 011911 (2008)

Dollet B, van Hoeve W, Raven JP, Marmottant P, Versluis M, *Role of the channel geometry on the bubble pinch-off in flow-focusing devices*, Phys Rev Letters, 100(3) 034504 (2008)

Raven JP, Marmottant P, *Microfluidic Crystals: Dynamic Interplay between Rearrangement Waves and Flow*, Phys Rev Letters 102(8) 084501 (2009)

6 Conclusion et perspectives

La plateforme Nanobio-Physique poursuit son développement. Le soutien apporté par le RTRA a permis l'acquisition d'un AFM sur microscope inversé, pour l'investigation des propriétés mécaniques et physiques de systèmes cellulaires. Cet appareil est en cours d'installation. Ce projet permettra notamment à d'autres équipes de Grenoble et de l'extérieur d'interagir fortement avec le LSP à l'avenir. Le RTRA a aussi soutenu le projet MECCA de M. Balland.



1 Introduction :

Créée en 2006 au sein de Minatec, la PFNC rassemble des moyens de caractérisation et des équipes de trois Instituts du CEA/Grenoble : le LETI et le LITEN, qui appartiennent à la Direction de la Recherche Technologique, et l'INAC de la Direction des Sciences de la Matière. Cet outil, unique en Europe, développe les nouvelles techniques de caractérisation physico-chimiques autour des domaines scientifiques tels que : micro et nanotechnologie, nanomatériaux, matériaux pour les nouvelles technologies de l'énergie, biotechnologies, etc.

Cette plateforme a les caractéristiques suivantes :

- environ 60 personnes dont 35 permanents CEA (ingénieurs-chercheurs, techniciens) et environ 25 doctorants et post doctorants,
- 40 équipements lourds de caractérisation,
- locaux de 2 000m² au sein de Minatec.

En optimisant les synergies entre les moyens et les compétences des 3 Instituts, la PFNC propose plusieurs approches pour répondre au développement des programmes en recherche appliquée et fondamentale, et aux besoins de ses partenaires industriels :

- réaliser des prestations de caractérisation nécessaires à l'avancement des programmes du CEA et de ses partenaires,
- développer des compétences et savoir-faire dans de nouvelles techniques de caractérisation et les valoriser au travers de publications et brevets,
- mettre en œuvre des programmes conjoints nationaux ou internationaux pour financer les développements de techniques de caractérisation,
- assurer et mobiliser une expertise sur un domaine ou une technique pour répondre aux besoins approfondis des programmes du CEA et de ses partenaires dans le cadre de projets, de thèses...,
- permettre l'accès aux équipements de caractérisation après une formation,
- former les partenaires aux techniques de caractérisations,
- permettre la formation par la recherche en accueillant un grand nombre d'étudiants et thésards.

La PFNC a eu en 2008 un budget de fonctionnement (hors personnels permanents et non permanents) d'environ 1,3 M€ dont 600k€ liés au fonctionnement et au développement des bâtiments de la plate-forme et 700 k€ liés au coût de fonctionnement des équipements.

Outre les personnels permanents et non permanents affectés à la PFNC, la plate-forme est ouverte à un fonctionnement libre service ou libre service expert, en fonction des équipements considérés, qui concerne plusieurs dizaines de chercheurs et jeunes chercheurs des trois instituts associés et de leurs partenaires.

2 Tableau récapitulatif des soutiens apportés par la Fondation :

Liste des équipements acquis avec le soutien de la Fondation :

Les financements 2008-2009-2010 prennent en charge l'achat et l'installation d'un équipement Focused Ion Beam (FIB) en collaboration avec la plateforme CMTC et la PTA.

PFNC	2007	2008	2009	2010
Fonctionnement	-	-		
Equipements	90 k€	1.300 k€ *		

- versements répartis en 400 k€ en 2008, 400 k€ en 2009 et 500 k€ en 2009-05-20

- Soit, dans le cadre de l'AAP 2007 :
- mise à niveau du Filtre d'imagerie Gatan (Gatan Image Filter) qui équipe le microscope électronique à transmission JEOL 3010 de la PFNC – investissement de 74 760,76 k€, aide RTRA 45K€
- achat d'un appareil d'ultra-microtomie – investissement de 62 255,15 k€, aide RTRA 45 k€

Dans le cadre de l'AAP 2008 :

- achat commun avec la plate-forme CMTC d'un FIB (installation prévue sur MINATEC fin juin 2009)

3 Projets nationaux (type ANR) utilisant les moyens de la plateforme.

Pour l'ultramicrotome

- DVD-AME (ANR H-PAC) : avec l'INAC, portant sur l'analyse à l'échelle nanométrique de la dégradation des cœurs de pile PEMFC ; des résultats marquants ont été obtenus dans l'observation des dégradations des catalyseurs de platine (3nm de diamètre environ) supportés sur carbone (particules de 50nm environ) sur des échantillons vieillis en conditions réelles d'utilisation.
- CHAMEAU (ANR H-PAC) : avec le SIMAP et les sociétés Paxitech, Héliion et PSA), portant sur la compréhension du lien entre la structure des composants PEMFC et leurs propriétés de gestion de l'eau. Il s'agit notamment de comprendre la structure de double porosité à l'échelle nanométrique des électrodes de pile à combustible
- SOLAMON (ANR HABISOL) : cellules composites contenant des nanoparticules métalliques à effet plasmonique.

Pour le GIF/JEOL3010

- ANR-CartoDop (ANR-06-NANO-046-03) : Développement de métrologies 2D et 3D pour la cartographie des dopants dans des nanostructures de SC.
- ANR- GeMO (ANR-07-NANO-003-01) : Germanium Manganèse nanOcolumns. LE GIF permet l'étude de la distribution chimique de nanocolonnes de GeMN dans une matrice de Ge. Ces matériaux sont étudiés dans le cadre de l'électronique de spin, elles ont des propriétés ferromagnétiques remarquables.

4 Faits scientifiques marquants associés à l'utilisation de la plateforme

GIF : collaboration LMGP/Inac : Cartographie chimique sur des films minces La₂Zr₂O₇/LaAlO₃ Cette étude a donnée suite à une publication :

HRTEM observations of La₂Zr₂O₇ thin layers on LaAlO₃ obtained by chemical methods by Rapenne, Laetitia; Jimenez, Carmen; Caroff, Tristan; Millon, Cyril; Morlens, stephanie; Bayle-Guillemaud, Pascale; Weiss, Francois, Journal of Materials Research (2009), Vol 24, No 4, 1480-1491

GIF : Collaboration INAC/Institut Néel : Imagerie magnétique de nanostructure et étude dynamique de retournement d'aimantation. Publication :

F. Cheynis, A. Masseboeuf, O. Fruchart, N. Rougemail, JC Toussaint, R. Belkhou, P. Bayle-Guillemaud, A. Marty *Controlled switching of Néel Caps in flux closure Magnetic dots*, Phys Rev Letters 102, 107201 (2009)

Ultramicrotome : thèse en cours LITEN/LEPMI (CNRS-INPG) sur le vieillissement des électrodes de piles à combustible

8. Conclusion et perspectives

La PFNC poursuit son développement avec comme objectif de devenir une des premières plate-formes mondiales de nanocaractérisation, au service des programmes du CEA Grenoble et de ses partenaires académiques et industriels au premier rang desquels on compte les laboratoires grenoblois membres du RTRA.

L'aide du RTRA permet de compléter la palette d'outils de préparation d'échantillons, avec un ultramicrotome unique sur le polygone scientifique et indispensable à la préparation de matériaux polymères en fort développement (filrière hydrogène, solaire organique, électronique organique) et un FIB partagé avec la plate-forme CMTC. Ce FIB couplé à une colonne MEB sera le premier outil de ce type accessible par les laboratoires du RTRA (mis à part celui déjà présent sur la PFNC datant de 2003). Il permettra aux chercheurs du RTRA de manipuler des nano objets à l'aide de nanopinces et nanopointes, d'usiner des couches et motifs à l'aide du faisceau d'ions focalisés, de déposer localement des matériaux (buses de gaz C, Si, SiO₂, Pt), et enfin de reconstruire à l'échelle du nanomètre des volumes 3D. C'est donc un outil idéal et surtout indispensable à mettre au service des chercheurs en nanosciences.

Le RTRA, par la remise à niveau du GIF du MET JEOL 3010 de la PFNC qui datait de 1996, origine de l'acquisition du microscope, a permis de changer le capteur CCD, son électronique et informatique de pilotage permettant ainsi une utilisation plus aisée du système et une amélioration de la vitesse d'acquisition des images. Une conséquence immédiate de cette opération est une meilleure ouverture de l'équipement grâce à une interface plus conviviale ce qui n'était pas le cas avant et rebutait bon nombre d'utilisateurs. Ce système d'imagerie chimique est présent uniquement sur la PFNC. Cette amélioration a remis l'équipement à niveau et permet l'imagerie chimique EELS avec une résolution sub-nanométrique.

La PFNC poursuivra son développement en recherchant les synergies et projets communs avec les autres plateformes du RTRA chaque fois que cela sera possible et bénéfique pour la communauté scientifique grenobloise.

1 Introduction :

Créé en 1977 au sein de l'Institut Polytechnique de Grenoble, le Consortium des Moyens Technologiques Communs (CMTC) est une plateforme universitaire de caractérisation des Matériaux. Elle met à la disposition des chercheurs des instruments de caractérisation de haute technicité dans le domaine de l'analyse physico-chimique et microstructurale. Depuis sa création, la plateforme CMTC est ouverte à d'autres établissements et centres de recherche publics ou privés : Université Joseph Fourier, CNRS, CEA ...

La plateforme CMTC est dotée de moyens de caractérisation répartis dans quatre centres de compétences : la microscopie électronique et les techniques d'analyse associées, l'analyse par rayons X, la caractérisation par spectrométrie Raman et la préparation d'échantillons.

La plateforme CMTC a le statut d'un service commun à vocation scientifique au sein de Grenoble INP. Elle est reconnue comme une unité budgétaire et dispose de personnels propres.

Cette plateforme a les caractéristiques suivantes :

- 13 ingénieurs-techniciens,
- 17 équipements mi-lourds de caractérisation,
- Locaux de 700 m² au sein de Minatec et sur le Domaine Universitaire de Saint-Martin d'Hères.

Elle est localisée sur le site de Minatec et sur le Domaine Universitaire de Saint-Martin d'Hères.

Les missions du CMTC sont d'apporter aux laboratoires les moyens les plus performants et les compétences en caractérisation contribuant ainsi à renforcer leur compétitivité en matière de recherche. Depuis plus de 30 ans, la plateforme CMTC propose plusieurs approches pour répondre à la demande de ses partenaires dans le domaine de la caractérisation :

- assurer la caractérisation nécessaire à l'avancement des programmes de recherche de Grenoble INP et de ses partenaires,
- développer de nouvelles techniques de caractérisation, des compétences et des savoirs faire,
- former aux techniques de caractérisation,
- permettre l'accès aux équipements de caractérisation après formation,
- réaliser des expertises et des études.

Depuis sa création, le modèle économique de la plateforme CMTC est le suivant :

- En ce qui concerne les dépenses de fonctionnement, la plateforme CMTC s'autofinance et s'équilibre financièrement. Les travaux sont facturés aux utilisateurs de la plateforme. Le coût d'utilisation des équipements est calculé chaque année en fonction des dépenses de fonctionnement et du taux d'utilisation des appareils.
- En ce qui concerne les investissements, la plateforme CMTC s'appuie sur des subventions : Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, ANR, Instituts Carnot, Clusters Régionaux, projets Européens, et Fondation Nanosciences.

Fréquentation (origine des utilisateurs et nombre) :

Le noyau dur des utilisateurs de la plateforme CMTC représente environ 200 chercheurs et 200 doctorants. Ces utilisateurs sont issus principalement des laboratoires SIMaP, LMGP et LEPMI, tous membres du RTRA. A cela s'ajoute une vingtaine de laboratoires de recherche du bassin Grenoblois (UJF, CNRS..), de la région Rhône Alpes ou nationaux qui font appel chaque année à la plateforme CMTC.

2 Tableau récapitulatif des soutiens apportés par la Fondation

CMTC	2007	2008
Fonctionnement	-	-
Equipements	100 k€	1300 k€*

* projet inter plateformes CMTC, PFNC et PTA

Liste des équipements acquis avec le soutien de la Fondation :

- Diffractomètre de rayons X 3 axes - incidence rasante et réflectométrie X, Bruker D8 Advance. Montant total du projet : 264 k€ - subvention de 100 k€ du RTRA - marché public Grenoble INP.
- Cross Beam SEM-FIB ZEISS NVision 40. Montant total du projet 1300 k€ - marché public CEA. Il s'agit d'un projet d'envergure inter plateformes (CMTC, PFNC, PTA) entièrement financé par le RTRA.

Remarque : Compte tenu des délais liés aux marchés publics et des délais de livraison, ces deux équipements seront installés en juin 2009.

3 Projets du RTRA utilisant les moyens de la plateforme :

- TECHNOGRAPH (LMGP, IMEP-LHAC, I. NEEL)
- NANO FILS (CEA-INAC, LTM, LMGP, IMEP-LHAC, I. NEEL)

4 Projets nationaux (type ANR) utilisant les moyens de la plateforme :

Quelques exemples d'ANR :

- ELOGE-3D : Electrolyte optimisé pour géométrie 3D (CEA-LITEN, LMGP, Univ-TOULOUSE, ST- Tours, Annealsys, Biophy research),
- ASYSCOL (INSA-LYON, LMGP, IM2NP, LTM, LCMTR),
- CarNiCub : le Carbure de Silicium Cubique : un tremplin vers les Nitrures Cubiques à Grand Gap : AlN, GaN (LMGP, LMI),
- ACOM : Méthode et appareillage pour cartographier les orientations cristallographiques et les phases par diffraction d'électrons (SIMaP),
- Corrélations entre structure à l'échelle atomique et ductilité des verres métalliques - VMM Ductile (SIMaP),
- Micro caractérisations mécaniques et électriques des matériaux en films minces sur silicium pour les applications MEMS et microélectroniques (SIMaP),
- Versatilité de réseaux auto-organisés de nano structures et matériaux magnétiques VERNANOMAG (SIMaP),
- Contrôle microstructural des métaux aux dimensions nanométriques. Application à la maîtrise de la résistivité dans les interconnexions en microélectronique CRISTAL (SIMaP).

5 Evolution de la fréquentation de la plateforme suite au soutien RTRA.

Actuellement, deux projets soutenus par le RTRA utilisent les moyens existants de la plateforme CMTC. L'arrivée prochaine des deux nouveaux équipements soutenus par le RTRA et notamment du FIB se traduira par une hausse prévisible de la fréquentation de la plateforme CMTC. En effet, en ce qui concerne le projet FIB, les trois plateformes PFNC, CMTC et PTA ont clairement identifié de nombreux programmes de recherche dont

l'ambition dépendait de manière cruciale d'une capacité jusqu'à présent absente de nano-usinage, de nano-manipulation, de nano-déposition contrôlée de matière, et d'imagerie par reconstruction 3D. Ce projet d'envergure, véritablement fédérateur à l'échelle du site grenoblois portera bénéfice à une large communauté scientifique impliquée dans les programmes de recherche en nanosciences et en nanotechnologies.

6 Faits scientifiques marquants associés à l'utilisation de la plateforme

Développement de l'imagerie Raman dans l'UV profond , publication:

A. Crisci, M. Mermoux, B. Saubat, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 47, No. 12 (2008) pp 8868-8870). Application à des micro fils de Si (collaboration CEA/LETI, LEPMI, CMTC).

9. Conclusion et perspectives

Créée en 1977, la plateforme CMTC a connu une évolution scientifique et technologique qui se caractérise par une course aux échelles ultimes c'est-à-dire vers la nano caractérisation. Devenue partenaire du RTRA, la plateforme CMTC a mis naturellement ses moyens de caractérisation existants à la disposition des projets de recherche soutenus par le RTRA.

Depuis 2007, le RTRA a soutenu deux projets d'équipement sur la plateforme CMTC dont un projet majeur inter plateformes de FIB. L'arrivée en juin prochain de ces deux équipements apportera une réelle ouverture sur de nombreux programmes de recherche en permettant des avancées jusqu'alors hors de portée.



1 Introduction :

La ligne CRG française BM 32 est opérée par le CEA/INAC et le CNRS/I Neel depuis sa création dans les années 90 . cette ligne est dédiée à la diffraction et diffusion des RX pour étudier les solides avec une composante importante pour l'étude des nanostructures.

2 Tableau récapitulatif des soutiens apportés par la Fondation

CRG	2007	2008
Fonctionnement		
Equipements	250 k€	

Adaptation de la machine SUV à la CVD de composé SiGe . mise en sécurité de l'installation

3 Projets du RTRA utilisant les moyens de la plateforme :

Projet "jeune entrant" de T. Schulli sur l'étude in situ de la croissance de nanofils Si/Ge.

4 Publications associées à l'utilisation de la plateforme

[1] G. Renaud, Surf. Sci. Rep. 32, 1 (1998).

[2] G.Renaud et al., Science 300, 1416 (2003).

[3] J. Coraux, H. Renevier, V. Favre-Nicolin, G. Renaud, B. Daudin, Appl. Phys. Lett. 88 153125 (2006).

[5] T. U. Schulli, M.-I. Richard, G. Renaud et al., Appl. Phys. Lett. 89, 143114 (2006).

[6] M.-I. Richard, V. Favre-Nicolin, G. Renaud, T. Schüllli, et al. Appl. Phys. Lett. **94**, 013112 (2009).

[7] T. U. Schüllli, G. Vastola, M.-I. Richard, A. Malachias, G. Renaud, et al. Phys. Rev. Lett. **102**, 025502 (2009)

[8] P. Nolte, A. Stierle, N.Y. Jin-Philipp, N. Kasper, T.U. Schüllli and H. Dosch et al. Science **321**, (2008).

5 Conclusion et perspectives

Jusqu'à présent, les études concernent des nano-objets élaborés par épitaxie par jets moléculaires (EJM). La deuxième partie du financement RTRA (150 k€), obtenu dans le cadre du projet « jeune entrant » de T. Schüllli, va permettre l'étude de nano-objets à base de germanium, de silicium et de carbone, élaborés par UHV-CVD. Cette technique utilisant des flux de gaz interdit l'utilisation d'un grand nombre d'outils utilisés en EJM pour suivre la croissance.

Ce développement unique va donc apporter la puissance des techniques rayons X à l'étude de la croissance par CVD de nano-objets tels les nanofils de semi-conducteurs. La réalisation de l'installation de CVD, une première à l'ESRF, n'aurait pas été possible sans l'extension préalable de la cabane SUV. Elle a requis par ailleurs l'élaboration d'un document très complet de sécurité, qui a été validé par la direction de l'ESRF. L'appel d'offre pour la réalisation du matériel est en-cours et nous comptons l'installer avant fin 2009.

1. Introduction :

CIMENT (Calcul Intensif, Modélisation, Expérimentation Numérique et Technologique) est né grâce à un appel à projet du Ministère en 98-99 pour l'équipement en matériel informatique de calcul (Guy René Perrin, budget obtenu 0,3M€) et s'est poursuivi dans le cadre du CPER (2000-2006, budget d'équipement 2,3M€) puis du CPER CIRA (Calcul Intensif en Rhône Alpes, 2007-13, budgets 1,37M€ dont 0,6M€ sur Grenoble).

CIMENT est le mésocentre de calcul de Grenoble (cf. liste des mésocentres en France, sur le site du groupe calcul (<http://calcul.math.cnrs.fr/>), labélisé plateforme de calcul intensif du RTRA nanoscience. Les machines de calcul de CIMENT sont principalement hébergées à la DSI mais aussi dans les salles machine de l'Observatoire de Grenoble, du CECIC et de l'INRIA à Montbonnot. Les ingénieurs de CIMENT sont localisés au RdC de la tour IRMA, mais aussi à proximité des utilisateurs (F. Berthoud, LPMMC Polygone, Françoise Roch, Observatoire de Grenoble, Sébastien Morin au CECIC). Le nouveau responsable de CIMENT est Emmanuel Chaljub LGIT, Observatoire de Grenoble).

En dehors de la fondation Nanoscience, CIMENT est financé par le CPER CIRA 2007-13 (pilote par L.Desbat, précédent responsable de CIMENT) à hauteur de 600k€ d'équipement sur 2007-2013 mais aussi par l'ANR (projets de chercheurs) et de soutiens de laboratoire 130k€ et 125 k€ respectivement en 2006. Son fonctionnement est assuré par le PPF CIMENT 12k€ UJF et 5k€ INPG par an jusqu'en 2008 et 20k€ de l'UJF à partir de 2009 ainsi que 16 k€ des laboratoires en 2008 (pour payer l'hébergement de machines à la DSI) et 700€ de la CPU en soutien à des missions pour expertise.

CIMENT rassemble 2000 cœurs de calcul environ dont le taux d'utilisation varie de 50% à 80% (ce qui est légèrement inférieur au taux d'utilisation des machines de centre de calcul nationaux, mais les mésocentres se caractérisent bien sûr par leur dimension inférieure par rapport aux centres de calcul nationaux mais aussi par une plus grande souplesse d'utilisation : mise au point et portage de code, formation, etc.).

La plateforme CIMENT compte actuellement environ 320 utilisateurs. La physique numérique qui s'intéresse aux nanotechnologies est très active et développe des collaborations avec les informaticiens du parallélisme (projet MUSCADE) mais aussi avec les numériciens du LJK. La Physique numérique compte environ 20% dans utilisateurs de CIMENT. Les autres pôles sont MIRAGE (mécanique, environnement et climat)=26%, SCCI(Sciences de l'Univers et de la terre)=31%, BIOIMAGE(Biologie et Santé)=10%, ID(informatique distribuée)=4%, CECIC(Chimie)=10%.

2. Tableau récapitulatif des soutiens apportés par la Fondation

CIMENT	2007	2008
Fonctionnement	0	0
Equipements	135 k€	

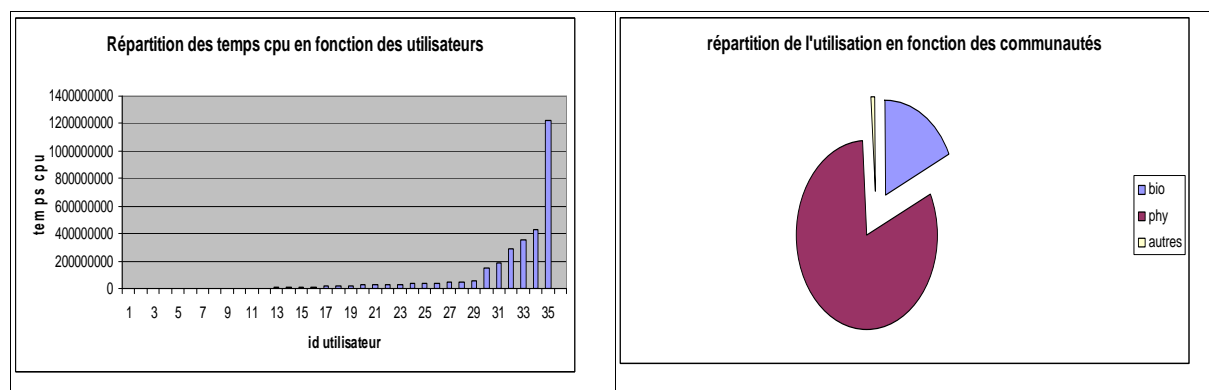
Liste des équipements acquis avec le soutien de la Fondation :

Le projet Nanostar a mis en place avec les crédits du RTRA (et des compléments du PPF CIMENT) une grappe de calcul haute performance (appelée Nanostar) au sein de la plateforme de calcul intensif CIMENT. La grappe Nanostar est dédiée aux calculs intensifs pour les nanosciences. Elle est incluse dans la Grille CIMENT GRID. Cette plateforme est de type SGI Altix ICE 8200 LX d'une capacité mémoire de 512Go qui comporte **256** coeurs Intel Harpertown 2.5 GHz LV basse consommation (50W). Le réseau reliant les noeuds de

calcul est de type InfiniBand1 4X DDR et de topologie Hypercube. Les noeuds de calcul (lame) sont de type diskless, le système étant chargé par le réseau infiniband. A titre de comparaison, cette grappe contient de l'ordre de 2% environ du nombre de coeurs du même type que le cluster national Jade du CINES (SGI Altix ICE 8200 **12288** coeurs répartis sur **1536** noeuds, Jade est au 14ème rang mondial, 2ème rang européen, 1er rang français au TOP500 des supercalculateurs)

Ce système à été acquis dans le cadre d'une procédure d'appel d'offre de l'UJF pour un coût total de 161400,2€ TTC (financé par les 135 k€ HT pvenant de la Fondation Nanosciences). Cette machine est installée à la DSI. Les coûts d'installation (environ 3k€ sur des travaux communs avec une autre plateforme) ont été pris en charge par le PPF CIMENT. Les coûts de fonctionnement (hébergement à la DSI) d'environ 6k€/an (la puissance de la machine est d'environ 8kVA) seront pris en charge par le PPF CIMENT. Enfin, la plateforme bénéficie du réseau d'ingénieurs CIMENT (tout particulièrement Françoise Berthoud et Bruno Bzeznik) pour son administration, la formation des utilisateurs, mais aussi de l'environnement scientifique pluridisciplinaire favorisant le développement de nouveaux projets scientifiques.

La plateforme Nanostar a été mise en route en janvier 2009 et nous ne disposons pas du recul suffisant pour fournir des statistiques d'utilisation de cette machine. Cependant, les équipes du projet Nanostar calculent sur d'autres grappes de la plateforme CIMENT (principalement MedEtPhy et HealthPhy) depuis plusieurs années. Ces machines sont partagées par les communautés du pôle biologie et santé d'une part et du pôle physique d'autre part. Nous ne fournissons que des statistiques d'utilisation de la machine la plus récente, HealthPhy une SGI Altix 450 hybride 100 coeurs.



Les deux premiers utilisateurs font parti du projet Nanostar (Alain Pasturel et Xavier Blase). Les applications en Physique Numérique sont principalement des applications de nanomodélisation.

3. Projets du RTRA utilisant les moyens de la plateforme :

Le projet NanoStar dédié à l'étude des propriétés (électronique, optique, magnétique...) des nanomatériaux regroupe plus de 15 chercheurs permanents des quatre tutelles (CEA, CNRS, UJF et G-INP). La reconnaissance par le RTRA de nos activités nous a permis d'être un noeud du réseau européen ETSF (European Theoretical Spectroscopy Facility : <http://www.etsf.eu>) en Novembre 2008. L'objectif de cette année est d'établir des relations privilégiées avec des équipes expérimentales et théoriques des instituts européens installés à Grenoble (ILL, ESRF).

4. Projets nationaux (type ANR) utilisant les moyens de la plateforme.

Dans le domaine des nanotechnologies et de la physique des matériaux, la plateforme CIMENT fournit des moyens de calcul intensif aux Projets

- ✓ ANR BLANC VMM Ductil (2007) et Strudylys (2009) PNANO Filemon (2007) (nanostructuration dans les systèmes désordonnés) utilise Phynum-CIMENT.

- ✓ Projet ANR Blanche GRAPHISIC (2007), RTRA DISPOGRAPH (2008), Cible Région (2007 et 2008, bourse de F.Hiebel) : Phynum-CIMENT
- ✓ Projet ANR PNANO Accent (2008 –2010) : Phynum-CIMENT

mais la plateforme est aussi le support calcul d'un très grand nombre de projets ANR et européens dans d'autres disciplines que celle des Nanosciences (par exemple, projet ANR BLANC ToRIID (Tomographie, Reconstruction 3D pour l'Imagerie Interventionnelle et Dynamique) qui utilise la grille CIMENT GRID pour des problèmes d'imagerie nucléaire).

5. Evolution de la fréquentation de la plateforme suite au soutien RTRA .

Nous ne disposons pas du recul suffisant pour mesurer l'évolution de la fréquentation de la plateforme suite au soutien du RTRA car la plateforme de calcul intensif NanoStar n'a été mise en service que depuis janvier 2009. Cependant, le fait le plus marquant concernant l'évolution de la fréquentation de CIMENT directement induit par les soutiens du RTRA est l'entrée des laboratoires SP2M et LSCDP dans la plateforme CIMENT, d'une part avec des expérimentations préliminaires de calcul sur GPU des équipes du CEA (Thierry Deutsch) en collaboration avec le LIG (Jean-François Méhaut, Matthieu Ospici). Ces travaux ont conduit à la construction du projet MUSCADE qui devrait permettre d'acquérir une plateforme de calcul hybride (GPU+CPU) semblable à celle mise en place en 2009 par le CCRT (Centre de Calcul Recherche et Technologie du CEA) et co-financée par le CPER CIRA (Calcul Intensif en Rhône Alpes).

6. Faits scientifiques marquants associés à l'utilisation de la plateforme (publications, prix , thèses, etc.).

Nous ne listons que les faits scientifiques concernant l'activité autour des nanosciences

Thèses , Postdoctorants :

Etudiants en thèse : F. Gupta, P. Violet, R. Daudin, P. Darancet, F. Varchon et F. Hiebel

Postdoctorants : Y. Nassour, A . Gheribi, M. Palumbo, P.E Trevisanutto, R. Margine

Publications :

- [1] F.Varchon et al. , Phys. Rev. B **77**, 235412 (2008).
- [2] J.Hass, et al. Phys. Rev. Lett. **100**, 125504 (2008).
- [3] Margine et al. Nano Lett., 3315-3319 (2008).
- [4] P. Darancet et al. accepted on Phys. Rev. Lett.
- [5] N. Jakse et al. Phys. Rev. Lett. **99**, 205702 (2007)
- [6] N. Jakse et al. J. Chem. Phys. **129**, 104503 (2008)
- [7] N. Jakse et al. Phys. Rev. B **79**, 144206 (2009)
- [8] D. Price et al. Phys. Rev. B **79**, 134201 (2009)

7. Conclusion et perspectives

La Fondation Nanosciences a apporté un soutien financier important à l'équipement de la plateforme (plus du tiers des acquisitions en 2008). Il a directement contribué à la structuration locale en incitant les partenaires CEA/CNRS/INPG/INRIA/UJF à proposer en 2009 un projet commun (le projet MUSCADE) qui prévoit l'acquisition d'une architecture hybride similaire à celle qui sera installée au CCRT à base de CPU et de GPU. Le projet muscade utilisera une partie de machine co-financée par le CPER INRIA [300k€] (la partie INRIA pourrait être moins hybride). L'ensemble de la plateforme devrait entrer au TOP 500 des supercalculateurs les plus puissants. De fait et grâce au RTRA, le CEA est entré dans le bureau de CIMENT.

Au delà de 2009, et conformément au rapport 2008 du CSCI (Comité Stratégique du Calcul Intensif) le mésocentre CIMENT poursuivra son soutien aux projets scientifiques nécessitant des moyens de calcul intensif en apportant et développant son expertise sur les méthodes

modernes du calcul intensif (par exemple, nous avons introduit dans nos formations doctorales 2009, une présentation de calcul sur grille avec application à la grille CIMENT GRID et une introduction au calcul hybride avec un TP sur une petite architecture CPU+GPU).

Un projet de maison de la modélisation à Grenoble est en cours de gestation. Elle s'inscrirait dans un réseau national lié à la « *Maison de la Simulation*, qui sera construite sur le Plateau de Saclay. Ouverte notamment aux universités et à des organismes de recherche, cette initiative du CEA et du CNRS vise non seulement à renforcer la diffusion du calcul haute performance dans la communauté scientifique nationale mais aussi à développer des coopérations au sein de l'Europe ». La maison de la modélisation à Grenoble serait le noeud Grenoblois des maisons la modélisation ou de la simulation. Le noeud grenoblois serait couplé au noeud Lyonnais (Centre Blaise Pascal et FLCHP) [le couplage existe déjà à travers les projets CIRA et le projet CHP-ID du cluster ISLE] Le noeud Grenoblois serait centré sur les Nanosciences et les sciences de l'environnement. Un des objectifs serait d'héberger des projets sur ces thèmes en favorisant des collaborations entre physiciens, mécaniciens, chimistes, mathématiciens, informaticiens afin de produire des codes qui exploitent de nouvelles méthodes numériques et de nouvelles technologies du calcul intensif. La vocation de ces codes serait de passer à l'échelle des machines des très grands centres de calcul et donc de tourner efficacement sur les machines nationales et internationales (comme les machines de PRACE téraflopiques). CIMENT sera fortement couplé à la maison de la modélisation et offrira son expertise et ses moyens de calcul comme tremplin vers les machines nationales.

Nom Nationalité durée	Thématique.	Sujet	Origine	Début du séjour
Recrutés sur APPEL à PROJETS 2007				
Temps plein				
M. Chshiev Russe 3 ans	Nanomagnétisme	Simulation magnétisme nanostructures pour créer un noyau théorique en électronique de spin et nanomagnétisme à Grenoble	Université d'Alabama (USA)	Mai 2008
D.Martin Australien 3 ans	Vivant aux limites de la nanoélectronique	Biomimetic artificial membrane. Pour créer avec, et autour de D. Martin, un groupe dédié à la création de biogénérateurs électriques implantables	University of Technology de Sydney Australie	Janvier 2009
Temps Partiel				
L. Glazman Américain 2m/an x3	Nano Electronique quantique	Quantum coherent phenomena L. Glazman est un leader en de nombreux domaines de la physique mésoscopique théorique	Yale University USA	Juillet 2008
V. Bayot Belge 3 m/an x3	Nano Caractérisation	Scanning-gate nanoelectronics spécialiste du transport quantique dans les systèmes de basse dimensionalité (nano-dispositifs III-V)	Université Catholique de Louvain	Avril 2008
P. Wong USA 1m/an x3	NanoElectronique quantique Nanosimulation	Transport in core/shell devices new concepts in circuit and system designs, explorations into device-driven circuits and systems	Stanford University USA	Juin 2008
J. Fernandez-Rossier Espagnol 1,5 m/an x3	NanoElectronique quantique Nanosimulation	Downsizing nanospintronics Control of the quantum state of a single magnetic atom sitting in a II-VI semiconductor quantum dot.	Université d'Alicante Espagne	Septembre 2008
V. Holy Tchèque 1 m/an x3	Nano Caractérisation	Interaction RX avec surface et nanoparticules spécialiste des techniques de diffraction de rayons X par les nanostructures. : définition et analyse d'expériences de diffraction sur des nanostructures à l'ESRF.	Université de Masarik République Tchèque	Juillet 2008
M. Roukes 3 m/an x 4 Américain	Nano Electronique quantique	VLSI of NEMS un des spécialistes mondiaux des NEMS pour créer une forte dynamique locale multidisciplinaire sur ce thème.	Californian Institute of Technology USA	Mai 2008
Recrutés sur APPEL à PROJETS 2008				
Temps plein				
T. Aksenova Russe 3 ans	Vivant aux limites de la nanoélectronique	Interface cerveau machine Spécialiste du développement d'algorithmes auto-adaptatifs pour le traitement en ligne des signaux neuronaux.	Institut d'Analyse Appliquée des Systèmes Ukraine	Novembre 2008
Temps Partiel				
A. Zaslavsky 3m/an x3 Américain	Nano Electronique quantique	Tunneling-based nano-FET développe des nanocomposants basés sur l'effet tunnel compatibles avec la technologie SOI.	Brown University USA	Juin 2009
M. Franca Santos Brésilien 3m/an x3	Nanophotonique	Emission properties of a semiconducting cavity coupled to an artificial atom spécialiste de la modélisation des propriétés émissives d'une boîte quantique en cavité.	Université de Belo Horizonte Brésil	2 ^{ème} Semestre 2009
L. Fonseca Brésilien 2m/an x 3	Nanosimulation	Nanometric Devices calculated ab initio simulation atomistique des nouveaux matériaux et des interfaces utilisés dans les composants électroniques ultra miniaturisés	W. von Braun Center Brésil	2 ^{ème} Semestre 2009

(arrivées à Grenoble prévues en cours d'année 2009)

Les doctorants salariés de la Fondation au 31 décembre 2008

Nom	Natio- nalité	Début contrat	Sujet	Labo
QUAGLIO Thomas "fil de l'eau"	Français	octobre 2007	Spectroscopie locale de nano-structu supraconductrices hors équilibre	Institut Néel
WANG Xu "fil de l'eau"	Chinoise	octobre 2007	Développement de biocapteurs à l'éche nanométrique basé sur des dérivés de nanotu de carbone	Département de Chimie Moléculaire
DATTA Subhadeep "fil de l'eau"	Indien	octobre 2007	Molecular spintronics using single-molecule magnets	Institut Néel
HWANG Jun-Seok "fil de l'eau"	Coréen	novembre 2007	Transport and optics of single nanowires	Institut Néel
KUSTOV Michael "fil de l'eau"	Russe	décembre 2007	Micro manipulation de nano particules lévitation diamagnétique	G2ELAB
AGNIHOTRI Sandeep "fil de l'eau"	Indien	mars 2008	Electronique de spin à base de semiconducte II-VI : hétérostructures à courant tunnel dépend du spin	Institut Néel/ INAC
MEDEIROS SOARES Marcio "fil de l'eau"	Brésilien	mai 2008	Growth, structure and magnetism in perpendicu coupled systems.	Institut Néel
HRABEC Ales "fil de l'eau"	Tchèque	septembre 2008	Déplacement des parois de domaines par courant polarisé dans des allia ferromagnétiques compensés	Institut Néel
LIU Peng <i>Chaire Vincent Bayot</i>	Chinois	septembre 2008	Nanoelectronics by scanning probe microscopy	Institut Néel
NATARAJAN Bharathi <i>Projet Nanostar</i>	Indienne	septembre 2008	Development of New Functionals and Algorith for Time Dependent Density Functional Theory and Implementaion in Gaussian - a Wavelet based	INAC
MALIK Nitin Singh <i>Projet "Jeune entrant" Julien CLAUDON</i>	Indien	septembre 2008	Couplage fort entre lumière et matière sur puce	SP2M-INAC
CAO Chonglong <i>Chaire Fernandez- Rossier.</i>	Chinois	septembre 2008	Modélisation des propriétés optiques magnétiques de boîtes quantiques dopées Mn	Institut Néel
DEB Arpan Khrisna "fil de l'eau"	Indien	octobre 2008	Multiscale study of the charge effect on the diffusion in silicon	SP2M-INAC
BOMBERA Radoslaw "fil de l'eau"	Polonais	octobre 2008	Développement de nouvelles biopuces dédiée la caractérisation	INAC CREAB
GROZA Irina "fil de l'eau"	Roumaine	octobre 2008	Effet spin-torque dans des particu nanométriques magnétiques	SP2M-INAC
CHAKRABORTY Akash "fil de l'eau"	Indien	octobre 2008	Non magnetic impurity induced ferromagneti and effects of nanoscale inhomogeneities	Institut Néel
CHEN Xiaojun "fil de l'eau"	Chinois	octobre 2008	Croissance sélective de nanofils de nitrures p la photonique	SP2M-INAC

Annexe 5 :

Post - Doctorants salariés de la Fondation au 31 décembre 2008

Nom	Nationalité	Dates contrat	Sujet	Labo
WEGE Hartmut <i>Projet "jeune entrant"</i> <i>Douady</i>	Allemand	31 mars 2008 - 30 septembre 2009	Imagerie par génération de seconde harmonique des potentiels dendritiques	Spectro
LIGUORI Lavinia <i>Chaire Don MARTIN</i>	Italienne	1 ^{er} juillet 2008 - 30 juin 2010	Biometric artificial membrane systems for generating electrochemical energy	TIMC
SWENSON Loren <i>Projet "Jeune entrant"</i> <i>Monfardini</i>	Américain	1 ^{er} juillet 2008 - 30 juin 2010	A DC-to-THz cryogenic platform for new generations of nano-detectors	Institut Néel
DOBRYNIN Alexey <i>Projet POMME</i>	Russe	1 ^{er} juillet 2008 - 30 juin 2010	Properties of magnetic metals under electric field	Institut Néel
ABAD MUNOZ Libertad <i>Projet NeuroFET</i>	Espagnole	3 novembre 2008 - 2 mai 2010	Couplage de neurones avec des nanotransistors à effet de champ	Néel/CRETA

Liste des Laboratoires du RTRA "Nanosciences aux limites de la nanoélectronique"

LES UNITES DE RECHERCHE DU RESEAU	Directeur	Tutelles	Identification
Centre de Recherche sur les Macromolécules Végétales	Redouane BORSALI	CNRS/ UJF	UPR 5301
Département de Chimie Moléculaire	Pascal DUMY	CNRS/UJF	UMR5250
Département de Réponse et Dynamique Cellulaires (biopuces) (IRTSV)	Marc FONTECAVE	CEA/UJF	IFR27
Institut Nanosciences et Cryogénie (INAC)	Engin MOLVA	CEA	
INAC – Service de Chimie Inorganique et Biologique	Pascale MALDIVI	CEA/UJF	UMR-E 3
INAC – Service de Physique des Matériaux et Microstructures	Jean-Michel GERARD	CEA/UJF	UMR E - 9002
INAC – Service de Physique Statistique, Magnétisme et Supraconductivité	Jean-Pascal BRISON	CEA/UJF	UMR-E 9001
INAC - Structure et Propriétés d'Architectures Moléculaires	Jean-Pierre TRAVERS	CEA/CNRS/UJF	UMR 5819
INAC - Spintronique et Technologie des Composants	Alain SCHUHL	CEA/CNRS/UJF	URA 2512
Grenoble Electrical Engineering Laboratory	James ROUDET	CNRS/INPG/UJF	UMR5269
Grenoble Institut des Neurosciences	Claude FEUERSTEIN	UJF/INSERM/CEA /alpha	U836-UJF-CEA-CHU
Institut Albert Bonniot	Christian BRAMBILLA	UJF/INSERM / alpha	U823
Institut de Biologie Structurale	Eva PEBAY-PEYROULA	CEA/CNRS/UJF	UMR5075
Institut Fourier	Michel BRION	CNRS/ UJF	UMR 5582
Institut de Microélectronique, Electromagnétisme et Photonique	Gérard GHUIBAUDO	CNRS/INPG/UJF	UMR 5130
Institut Néel	Alain FONTAINE	CNRS/UJF	UPR2940
Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses	Geert RIKKEN	CNRS/UJF	UPR 5021
Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels	Alain CARTELLIER	CNRS/INPG/UJF	UMR 5519
Laboratoire de Biologie structurale des interactions virus cellule hôte	Stephen CUSACK	CNRS/EMBL/UJF	UMR 5233
Laboratoire d'Astrophysique de l'Observatoire de Grenoble	Jean Louis MONIN	CNRS/UJF	UMR 5571
Laboratoire d'Electro et Physico-chimie des Matériaux et Interfaces	Eric VIEIL	CNRS/INPG/UJF	UMR 5631
Laboratoire d'Electronique et de Technologie de l'Information	Laurent MALIER	CEA	
Laboratoire d'Informatique de Grenoble	Brigitte PLATEAU	CNRS/ INPG / UJF	UMR 5217
Laboratoire d'Innovations pour les Technologies des Energies nouvelles et les Nanomatériaux	Didier MARSACQ	CEA	
Laboratoire Jean Kuntzmann	Georges-Henri COTTET	CNRS/ INPG / UJF /UPMF	UMR 5224.
Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique	Bernard CHENEVIER	CNRS/INPG	UMR 5628
Laboratoire de Physique et Modélisation des Milieux Condensés	Bart VAN TIGGELEN	CNRS/UJF	UMR 5493
Laboratoire de Spectrométrie Physique	Thierry DOMBRE	CNRS/UJF	UMR 5588
Laboratoire des Technologies de la Microélectronique	Olivier JOUBERT	CNRS/INPG/UJF	UMR 5129
Science et Ingénierie des Matériaux et Procédés	Michel PONS	CNRS/UJF/INPG	UMR 5266
Techniques de l'Imagerie, de la Modélisation et de la Cognition	Jacques DEMONGEOT	CNRS / UJF / INPG	UMR 5525
Technique de l'Informatique, de la Microélectronique pour l'Architecture des ordinateurs	Dominique BORRIONE	CNRS / UJF / INPG	UMR5159

Indicateurs académiques des Laboratoires du RTRA

Nom du Laboratoire	CERMAV
Identification	UPR 5301
Directeur	Redouane BORSALI

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	32	33
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	20%	30%
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	35	30
1.4	Nbre total de doctorants	33	33
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	23	23
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation		
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	0	1
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	7	7
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?		
2.4	Nbre de publications dans l'année	69	96
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?		
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	0	0
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	0	0
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)	0	1
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux	3	2
3.0	RESSOURCES	€	€
3.1	Budget total hors salaires	931889	1138445
3.2	total des ressources contractuelles	953508	824799
3.3	dont ANR	278914	251791
3.4	dont Europe	410445	198519
3.5	dont Région	88302	134794
3.6	dont Industrie	147272	240105
3.7	dont Fondation Nanosciences : Projet RTRA retenu en 2008 et financé en 2009; Copolymères Hybrides; Resp: R. Borsali	0	0
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	566419	163854
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	0	0

Nom du Laboratoire	Département de Chimie Moléculaire (DCM)		
Identification	UMR 5250		
Directeur	Pascal DUMY		

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	22/41	20/39
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	21%	22%
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	5	5
1.4	Nbre total de doctorants	39	35
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	14	15
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation	1	2
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	0	0
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	9	8
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	3	0
2.4	Nbre de publications dans l'année	83	86
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	5	9
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	1	2
2.7	Nbre de licences dans l'année ?		
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)		1*
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux		1**
3.0	RESSOURCES	€	€
3.1	Budget total hors salaires	2773773	2498529
3.2	total des ressources contractuelles	2422473	2169529
3.3	dont ANR	223545	241082
3.4	dont Europe	9302	51492
3.5	dont Région	37048	18579
3.6	dont Industrie		40000
3.7	dont Fondation Nanosciences	223000	20000
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	370227	560433
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	9500	50667

- * 5th France-China Workshop on Surface Electrochemistry of Molecules of Biological Interest & Biosensor Applications, Changsha, 17-20 mai 2008
- ** XI Colloque National du Groupe Français de Bioélectrochimie, Lacanau, 29 septembre-2 octobre 2008

Nom du Laboratoire	GRENOBLE INSTITUT DES NEUROSCIENCES (GIN)		
Identification	Unité Inserm U 836		
Directeur	Claude FEUERSTEIN		

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	72	81
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	NC	NC
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	1	1
1.4	Nbre total de doctorants	41	45
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?		5
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation		
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	1	2
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	11	8
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	NC	NC
2.4	Nbre de publications dans l'année	156	111
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	NC	NC
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?		
2.7	Nbre de licences dans l'année ?		
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)		
2.9	Événements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux		
3.0	RESSOURCES	€	€
3.1	Budget total hors salaires	1233000	1102000
3.2	total des ressources contractuelles	2553593	3371728
3.3	dont ANR		792078
3.4	dont Europe		371731
3.5	dont Région		927414
3.6	dont Industrie		10000
3.7	dont Fondation Nanosciences		
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles		
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences		

Nom du Laboratoire	Institut de Biologie Structurale
Identification	UMR 5075
Directeur	Eva PEBAY-PEYROULA

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	90	101
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	7%	7%
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	32	25
1.4	Nbre total de doctorants	29	32
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	7	11
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation		
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	2	3
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	11	12
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	2	2
2.4	Nbre de publications dans l'année	127	141
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	12	14
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	2	1
2.7	Nbre de licences dans l'année ?		1
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)		1
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux		
3.0	RESSOURCES	€	€
3.1	Budget total hors salaires	4 509 799	4 321 767
3.2	total des ressources contractuelles	2 831 799	2 743 167
3.3	dont ANR	665 154	1 048 930
3.4	dont Europe	931 978	606 417
3.5	dont Région	155 670	67 500
3.6	dont Industrie	302 032	336 588
3.7	dont Fondation Nanosciences		
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	1 577 550	1 666 000
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences		

Nom du Laboratoire	Institut Fourier
Identification	UMR 5582
Directeur	Michel BRION

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	14/69	15/69
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	1,2	1,2
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	7 11	7 11
1.4	Nbre total de doctorants	29	35
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	10	10
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation	0	0
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	3	5
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	7	5
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	0	0
2.4	Nbre de publications dans l'année	86	89
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	0	0
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	0	0
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	0	0
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)	2	1
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux	1	1
3.0	RESSOURCES	€	€
3.1	Budget total hors salaires	296000	518000
3.2	total des ressources contractuelles	51000	245000
3.3	dont ANR	39000	105000
3.4	dont Europe	0	125000
3.5	dont Région	12000	0
3.6	dont Industrie	0	0
3.7	dont Fondation Nanosciences	0	4000
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	0	0
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	0	0

Nom du Laboratoire	Institut de Microélectronique, Electromagnétisme et Photonique et Laboratoire d'Hyperfréquences et de Caractérisation (IMEP-LAHC)
Identification	UMR 5130
Directeur	Gérard GHIBAUDO

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	59	57
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	60	60
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	10	10
1.4	Nbre total de doctorants	85	80
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	45	40
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation		1
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	0	0
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	22	21
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	16	12
2.4	Nbre de publications dans l'année	80	75
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	60	55
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	3	3
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	0	0
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)	3 (ECS SOI, MIGAS, UWB, Optique)	3 (ECS SOI, MIGAS, Supra)
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux	0	0
3.0	RESSOURCES	€	€
3.1	Budget total hors salaires	2500000	2500000
3.2	total des ressources contractuelles	2200000	2200000
3.3	dont ANR	440000	450000
3.4	dont Europe	1450000	1490000
3.5	dont Région	50000	40000
3.6	dont Industrie	240000	200000
3.7	dont Fondation Nanosciences	20000	20000
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	400000	400000
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	0	0

Nom du Laboratoire	Institut Nanosciences et Cryogénie (INAC)
Identification	CEA/DSM-Direction des Sciences de la Matière
Directeur	Engin MOLVA

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	230	230
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	140	140
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	25	26
1.4	Nbre total de doctorants	86	100
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	20	34
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation	1	4
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	1	8
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	27	20
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	19	14
2.4	Nbre de publications dans l'année	342	356
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	205	214
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	17	22
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	0	0
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)	0	1 Elecml'08
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux	2 Fête de la sciences Débat NS&NT	2 Fête de la sciences Débat NS&NT
3.0	RESSOURCES		
3.1	Budget total hors salaires	15 M€	15.3 M€
3.2	total des ressources contractuelles	11 M€	11.9 M€
3.3	dont ANR	3.2 M€	2.9 M€
3.4	dont Europe	2 M€	2.6 M€
3.5	dont Région	0.2 M€	0.2 M€
3.6	dont Industrie	1 M€	0.3 M€
3.7	dont Fondation Nanosciences	0,8 M€	0,2 M€
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	0	0
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	0,15 M€	0,15 M€

Nom du Laboratoire	INSTITUT NEEL
Identification	UPR 2940
Directeur	Alain FONTAINE

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	170	169
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	2/3	2/3
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	62	68
1.4	Nbre total de doctorants	105	106
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	30	22
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation	3	5
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	0	3
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	33	28
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	70%	70%
2.4	Nbre de publications dans l'année,	340	360
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	210	225
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	12	8 *
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	4 ou 5	3 ou 4 **
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)		SFO-SFP-JISI-Electmol
2.9	Événements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux	ESONN-HERCULES	ESONN-HERCULES-Voyage dans le cristal
3.0	RESSOURCES		
3.1	Budget total hors salaires	9,3M€	9,57 M€
3.2	total des ressources contractuelles	4,05M€	6,27 M€
3.3	dont ANR	2,5 M€	3,45 M€
3.4	dont Europe	1,00M€	1,12 M€
3.5	dont Région	0,35 M€	0,3 M€
3.6	dont Industrie	0,2 M€	0,7 M€
3.7	dont Fondation Nanosciences	0	0,42 M€
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	0,84 M€	1,1 M€
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	0,02M€	0,129M€

* actifs : 30 cumulés

** actives : 20 cumulées

Nom du Laboratoire	Laboratoire d'Informatique de Grenoble
Identification	UMR 5217
Directeur	Brigitte PLATEAU

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	51/124	49/131
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	6	6
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	11	14
1.4	Nbre total de doctorants	228	204
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	105	94
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation	0	0
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	7	3
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	32	46
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	0	0
2.4	Nbre de publications dans l'année	463	478
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	0	0
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	N/A	N/A
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	N/A	N/A
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)	2*	2**
2.9	Événements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux		
3.0	RESSOURCES	€	€
3.1	Budget total hors salaires	490959	644492
3.2	total des ressources contractuelles	6621170	5056982
3.3	dont ANR	1634550	2396526
3.4	dont Europe	591509	553472
3.5	dont Région	409101	331098
3.6	dont Industrie	149700	294371
3.7	dont Fondation Nanosciences	N/A	N/A
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	2376146	2995739
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	N/A	N/A

* 1/ Plate-forme AFIA 2007 (association française pour l'intelligence artificielle), 2/ICFI 2007 (Feature Interactions in Software and Communication Systems)

** : 1/ Ecole d'été Web Intelligence, 2/ CFIP 2008 (Colloque francophone sur l'ingénierie des protocoles)

Nom du Laboratoire	Laboratoire Jean Kuntzmann (LJK)
Identification	UMR 5224
Directeur	Georges-Henri COTTET

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	111	111
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	7	7
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)		
1.4	Nbre total de doctorants	85	84 *
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?		23
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation		1
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	3	4
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	20	26
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	1	2
2.4	Nbre de publications dans l'année	442	405
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	25	25
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	3	
2.7	Nbre de licences dans l'année ?		
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)	2 (SMAI2007, EGCR2007)	2 (ECCV2008, VIRPHYS 2008)
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux		
3.0	RESSOURCES	k€	k€
3.1	Budget total hors salaires	2196	2348
3.2	total des ressources contractuelles	1923	2041
3.3	dont ANR	376	527
3.4	dont Europe	407	395
3.5	dont Région		
3.6	dont Industrie	78	338
3.7	dont Fondation Nanosciences		40
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	NC	NC
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences		40

* dont 4 sur la thématique Nanosciences

Nom du Laboratoire	Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses (LNCMI)
Identification	UPR 5021
Directeur	Geert RIKKEN

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	11/3	10/2
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	2	2
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	4 /12	4/8
1.4	Nbre total de doctorants	5	5
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	5	5
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation	0	0
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année		
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	3	1
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	1	0
2.4	Nbre de publications dans l'année	103	70
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	13	15
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	1	0
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	0	0
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)	1 Ecole Magnétique Fields for Sciences Cargèse 2007	1 ESF MFFM - ILL Grenoble 2008
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux		
3.0	RESSOURCES	€	€
3.1	Budget total hors salaires	3 321 712	3 544 111
3.2	total des ressources contractuelles	507 212	646 611
3.3	dont ANR	164 245	222 112
3.4	dont Europe	275 000	154 725
3.5	dont Région	8 402	8 024
3.6	dont Industrie	59 565	261 750
3.7	dont Fondation Nanosciences	0	0
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	300 941	181 699
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	0	0

Nom du Laboratoire	Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels (LEGI)		
Identification	UMR 5519		
Directeur	Christophe BAUDET		

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	49	50
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	10	10
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	5	6
1.4	Nbre total de doctorants	51	52
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	13	13
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation	0	0
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	0	0
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	15	4
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	4	1
2.4	Nbre de publications dans l'année	57	51
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	3	1
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	7	3
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	0	0
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)	2	0
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux	1	0
3.0	RESSOURCES		
3.1	Budget total hors salaires	2109243	2067962
3.2	total des ressources contractuelles	1695896	1679731
3.3	dont ANR	487308	244493
3.4	dont Europe	177736	264370
3.5	dont Région	53126	25843
3.6	dont Industrie	479742	412217
3.7	dont Fondation Nanosciences	0	0
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	490003	?
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	0	0

Nom du Laboratoire	Laboratoire d'Electronique et de Technologies de l'Information (LETI)		
Identification	CEA		
Directeur	Laurent MALIER		
		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Ingénieurs (yc CDD; PostD et thèses)	723	757
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	10%	11%
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	54	50
1.4	Nbre total de doctorants	175	173
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	32	36
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation		
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	6	4
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	33	57
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	6	14
2.4	Nbre de publications dans l'année (d'après Web of Science)	236	249
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	61	52
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	205	258
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	31 *	21 *
2.8	Organisation de grandes conférences internationales		8
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux		
3.0	RESSOURCES	M€	M€
3.1	Budget total hors salaires	130,3	120,1
3.2	total des ressources contractuelles	152,2	152,8
3.3	dont ANR (hors abondement Carnot et Réseau Grandes Centrales)	4,1	7,4
3.4	dont Europe	21,8 **	24,8 ***
3.5	dont Région (hors Nano2008 et 2012)	0,9	1,0
3.6	dont Industrie	69,2	64,0
3.7	dont Fondation Nanosciences		0,042
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	Ne s'applique pas (personnel dans les ressources contractuelles)	
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences		

* Licences ayant généré un retour financier dans l'année

** PCRD (9,2 M€) ; Eureka (12,6 M€)

*** PCRD (10,3 M€) ; Eureka (14,5 M€)

Nom du Laboratoire	Laboratoire des MATERIAUX et du GENIE PHYSIQUE (LMGP)
Identification	UMR 5628
Directeur	Bernard CHENEVIER

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	12 / 12	12 / 14
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	20	30
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	3	4
1.4	Nbre total de doctorants	22	20
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	8	7
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation	-	-
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	1	-
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	8	4
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	4	3
2.4	Nbre de publications dans l'année	48	52
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	20	26
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	2	2
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	-	-
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)	2 *	3 **
2.9	Événements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux	***	***
3.0	RESSOURCES		
3.1	Budget total hors salaires	1 751 915	1 495 834
3.2	total des ressources contractuelles	1 315 633	983 322
3.3	dont ANR	160 582	59 942
3.4	dont Europe	231 956	167 226
3.5	dont Région	123 283	38 270
3.6	dont Industrie	154 250	185 375
3.7	dont Fondation Nanosciences	-	-
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	255 526	360 377
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	-	-

* June 28-29, 2007: ORG HETERO-SiC'07 - Workshop on 3C-SiC hetero-epitaxy; July 2-6, 2007 ORG European School on Multiferroics (ESMF)

** 6-19 mars 2008, Workshop ORG "Oxydes fonctionnels pour intégration en micro et nano-électronique"; May 26-30, 2008, E-MRS SYMPOSIUM F ORG "Multiferroics and magnetoelectric materials", Strasbourg; September 1-5, 2008: ORG ESMF 2008, 2nd European School on Multiferroics

*** Très nombreuses visites de laboratoires (Lycées, Collèges, organismes socio-économiques), écoles thématiques, participations aux MIDI-MINATEC, Coordination Fete de la Science sur MINATEC, débat ETHIQUE

Nom du Laboratoire	Laboratoire de Physique et de Modélisation des Milieux Condensés (LPMMC)
Identification	UMR 5493
Directeur	Bart VAN TIGGELEN

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	11	13
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	75	75
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	1	3
1.4	Nbre total de doctorants	9	8
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	3	3
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation	0	0
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	1	0
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	1	2
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	1	1
2.4	Nbre de publications dans l'année	34	27
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	85%	85%
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	0	0
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	0	0
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)*	2	2
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux	0	0
3.0	RESSOURCES	€	€
3.1	Budget total hors salaires		220330
3.2	total des ressources contractuelles*		144800
3.3	dont ANR		77600
3.4	dont Europe		37500
3.5	dont Région		0
3.6	dont Industrie		5060
3.7	dont Fondation Nanosciences	0	0
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles		184000
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	0	0

* La localisation forte d'Anderson IHP, Mesoscopic physics of quantum gazes CNRS Grenoble, GDR meeting IMCODE Grenoble

Nom du Laboratoire	LABORATOIRE de SPECTROMETRIE PHYSIQUE (SPECTRO)
Identification	UMR 5588
Directeur	Thierry DOMBRE

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	53	57
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	51%	49%
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents)	8	10
1.4	Nbre total de doctorants	21	20
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	16	15
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation	0	0
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année		3
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	10	8
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	4	4
2.4	Nbre de publications dans l'année	83	102
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	34	40
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?		
2.7	Nbre de licences dans l'année ?		1
2.8	Organisation de grandes conférences internationales	1*	1**
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux	Fête de la Science	
3.0	RESSOURCES	€	€
3.1	Budget total hors salaires	1 088 817	1 400 387
3.2	total des ressources contractuelles	311 007	415 718
3.3	dont ANR	123 032	192 954
3.4	dont Europe	128 103	79 307
3.5	dont Région	20 328	30 622
3.6	dont Industrie	39 544	100 835
3.7	dont Fondation Nanosciences	0	12 000
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	14 571	78 954
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	0	43500 ***

*Congrès de la Société Française d'Optique (Grenoble, juin 2007)

** Workshop sur "Multiscale approaches in cell mechanics" dans le cadre du Réseau Européen Marie Curie "Modelling of tumor growth and therapy (Autrans, janvier 2008)

** * Salaire de Hartmut WEGE, post doc recruté sur le projet de Julien Douady

Nom du Laboratoire	Laboratoire des Technologies de la Microélectronique (LTM)
Identification	UMR 5129
Directeur	Olivier JOUBERT

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	21	22
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	10%	14%
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	0	0
1.4	Nbre total de doctorants	27	31
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	7	8
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation	0	0
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	2	2
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	6	6
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	2	2
2.4	Nbre de publications "article comité de lecture" dans l'année	32	35
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	10	12
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	0	0
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	0	0
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)	0	0
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux	0	0
3.0	RESSOURCES	€	€
3.1	Budget total hors salaires	408 600	497 553
3.2	total des ressources contractuelles	822 153	1 052 301
3.3	dont ANR	96 968	250 199
3.4	dont Europe	146 404	173 410
3.5	dont Région	373 621	128 870
3.6	dont Industrie	205 160	499 822
3.7	dont Fondation Nanosciences	0	0
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	548 330	720 020
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	0	0

Nom du Laboratoire	Science et Ingénierie des Matériaux et Procédés (SIMAP)		
Identification	UMR 5266		
Directeur	Michel PONS		

		2007	2008
1.0	EFFECTIFS		
1.1	Nbre Chercheurs / Enseignants chercheurs	64	62
1.2	dont quel % dans la thématique "Nano" ?	18	18
1.3	Nbre chercheurs étrangers (permanents/visiteurs)	12	10
1.4	Nbre total de doctorants	81	83
1.5	Dont combien de doctorants étrangers ?	24	28
1.6	Nbre de doctorants employés par la Fondation	0	0
2.0	PRODUCTION SCIENTIFIQUE / RAYONNEMENT		
2.1	Nbre de HDR soutenues dans l'année	3	0
2.2	Nbre de thèses soutenues dans l'année	21	23
2.3	dont combien dans la thématique "Nano" ?	3	2
2.4	Nbre de publications dans l'année	153	132
2.5	dont combien dans la thématique "Nano" ?	25	32
2.6	Nbre de brevets dans l'année ?	1	4
2.7	Nbre de licences dans l'année ?	0	1
2.8	Organisation de grandes conférences internationales (Nbre et noms)		
2.9	Evénements de dissémination culture scientifique/débats sociétaux		
3.0	RESSOURCES	€	€
3.1	Budget total hors salaires	4305000	3920312
3.2	total des ressources contractuelles	3557662	3172812
3.3	dont ANR	634312	802693
3.4	dont Europe	978580	272724
3.5	dont Région	151651	72546
3.6	dont Industrie	1508662	1775854
3.7	dont Fondation Nanosciences	0	8866 *
3.8	Part salariale (CDD "de fait") des ressources contractuelles	611530	590600
3.9	Part salariale du soutien Fondation Nanosciences	0	0

* Investissement RX géré par le CMTC non comptabilisé