



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur  
l'unité :

Laboratoire de Recherche en Nanosciences (LRN)

sous tutelle des

établissements et organismes :

Université de Reims Champagne-Ardenne

Février 2011



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

Section des Unités de recherche

## Rapport de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire de Recherche en Nanosciences (LRN)

sous tutelle des

établissements et organismes :

Université de Reims Champagne-Ardenne

Le Président de l'AERES

**Didier Houssin**

Section des unités  
de recherche

Le Directeur

**Pierre Glorieux**

Février 2011



## Unité

Nom de l'unité : Laboratoire de Recherche en Nanosciences

Label demandé : EA URCA et UMR CNRS

N° si renouvellement :

Nom du directeur : M. Jacques COHEN

## Membres du comité d'experts

Présidente :

Mme Catherine ROYER, INSERM, CBS, Montpellier

Experts :

Mme Laurence SALOME, IPBS, Toulouse

M. Pierre GOUNON, Université de Nice

M. Franck MOLINA, CNRS, SYSDIAG, Montpellier

M. Vuthien BINH, LPMCN, Lyon

## Représentants présents lors de la visite

Délégués scientifiques représentant l'AERES :

Mme Anne RENAULT

M. Jacques HAIECH

Représentant(s) des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Yannick REMION, Vice Président du Conseil Scientifique URCA



# Rapport

## 1 • Introduction

La visite s'est déroulée le 8 février 2011. Elle a débuté sur le site des Essillarts, où sont hébergées actuellement les équipes EA3799 (LMEN) et MEAT. Suivant la réunion du comité à huis clos, les bilans des trois équipes constitutives, EA3798 (PCIDH), EA3799 et MEAT, du laboratoire LRN proposé ont été présentés. Ensuite le comité a rencontré les personnels non-permanents de la nouvelle unité proposée, ainsi que le conseil de l'EA3799 (LMEN). A la suite de ces rencontres le comité a visité les locaux des équipes aux Essillarts et le site de l'équipe Elaboration. Dans l'après-midi, le comité s'est déplacé sur le site de la Faculté de Médecine, où est hébergée l'EA 3798 et a rencontré son conseil d'unité et a visité le site. M. COHEN a présenté, avec les responsables des trois thèmes du laboratoire, le projet du LRN et ceci a été suivi par la rencontre avec les tutelles (URCA et CNRS). En fin de journée le comité s'est réuni à huis clos afin de préparer son rapport. Le comité a apprécié la bonne organisation de la visite qui a permis d'avoir une vision globale complète, et des échanges avec le personnel.

Le projet LRN autour de l'élaboration et caractérisation de nanomatériaux et leurs applications, résulte de la fusion de deux EA (3798 et 3799) de l'URCA et de l'équipe MEAT de l'ancienne unité INSERM UMR S-926. L'expertise de l'EA 3799, le LMEN, se situe autour de l'élaboration et la caractérisation des nanomatériaux. Le PCIDH (EA 3798) était organisé autour des pathologies dysimmunitaires et le développement de nanobiotechnologies visant leur diagnostic. L'équipe MEAT est experte en l'application de la microscopie électronique à l'analyse des tissus biologiques. Le MEAT et le LMEN sont localisés dans le bâtiment INSERM du site des Essillarts, alors que le PCIDH se trouve dans les locaux de la Faculté de Médecine. Le projet du LRN se situe à l'interface Physique - Biologie Médicale.

- Equipe de Direction :

Le LRN sera dirigé par M. Jacques COHEN, PU-PH et ancien directeur du PCIDH. Etant donné la taille de l'unité, le Directeur sera directement secondé par le Conseil de Laboratoire formé du Directeur, M. EBOUHE, les 3 responsables d'équipes (M. GIRAUDET, M. MICHEL et M. NABIEV) et 5 élus des personnels.

- Effectifs de l'unité (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	17	13
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	0	0
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	5	4
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	7,3	6,3
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	9	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	11	9



## 2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global sur l'unité :

Le projet d'unité LRN résulte de la fusion de trois groupes ayant globalement un bon, voire très bon, niveau de publication dans le passé et une capacité importante à financer leurs projets. Le groupe est bien implanté dans le tissu local et joue un rôle important dans les projets de l'URCA. La conception d'un projet réunissant des recherches en nanomatériaux et nanobiotechnologies est intéressante. Néanmoins, le projet apparaît actuellement insuffisamment construit : il manque de précision dans ses objectifs et dans sa stratégie scientifique et opérationnelle.

- Points forts et opportunités :

Les trois équipes qui se réunissent dans ce projet présentent des compétences uniques en innovation et maîtrisent des créneaux uniques en technologies, en nanomatériaux et en nanobiotechnologies. L'alliance de BioNano et Physique Nano est intéressante et souhaitable. Ces équipes ont par le passé fait preuve d'un bon niveau de publications et d'obtention de financement de leurs projets. Certains de leurs membres ont une reconnaissance nationale, voire internationale. Le regroupement des compétences en fabrication et analyse des nanomatériaux permettra un développement efficace de ces matériaux. L'intégration de l'ancien PCIDH permet un lien avec la clinique qui est primordiale pour les applications en diagnostic. Les fonds nécessaires à l'acquisition de l'instrumentation sont acquis. Des collaborations fructueuses existantes entre les équipes indiquent une bonne pratique de l'interdisciplinarité. Les personnels de toutes les équipes semblent enthousiastes et adhèrent au projet. Enfin, ces équipes ont su attirer un nombre important de doctorants et de post-doctorants motivés.

- Points à améliorer et risques :

Le groupe travaillant sur les applications diagnostiques des quantum dots (QD) apparaît relativement fragile, car reposant sur une seule personne. De même, l'avenir du savoir faire instrumental issu du LMEN n'apparaît pas totalement assuré. L'équipe de caractérisation des nanomatériaux semble orientée vers la recherche d'applications qui auraient besoin de leur savoir faire spécifique, plutôt que d'avoir posé une problématique scientifique intégrée par rapport au projet global proposé. Les méthodes d'observation, la qualité des appareils, évoluent très vite. Pour des équipes comme celle qui sont sur le site de l'université, il est crucial de maintenir le potentiel en ayant accès à des appareils modernes et de haut niveau. Ce sont des investissements extrêmement lourds mais la qualité des personnels et des équipes actuellement en place garantissent l'utilisation optimale de nouveaux appareils même s'ils représentent des investissements lourds. Enfin, les thématiques d'application sont relativement dispersées, et le lien entre les orientations dans le domaine de l'électronique organique et les autres projets n'est pas clair.

- Recommandations :

D'un point de vue opérationnel, et étant donné la dispersion géographique et thématique des personnels, il serait opportun de nommer un Directeur Adjoint sur le site de la Faculté des Sciences pour jouer le rôle de relais de la direction sur ce site. Il serait aussi souhaitable d'afficher des projets et objectifs fédérateurs clairement définis tournés vers les applications en biologie-santé. Le groupe d'électronique organique devra trouver des niches spécifiques dans lesquelles ses compétences pourront être reconnues, et orienter sa stratégie vers un travail en réseau avec les plus grands groupes. Son intégration dans un projet tourné vers les applications en biologie-santé devra se faire en tenant compte de l'état de l'art dans les bio-senseurs.



- Données de production :

(cf. [http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres\\_Identification\\_Ensgts-Chercheurs.pdf](http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres_Identification_Ensgts-Chercheurs.pdf))

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	13
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	4
A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$	1
A4 : Nombre d'HDR soutenues	1
A5 : Nombre de thèses soutenues	11

### 3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Les enseignants-chercheurs se regroupant dans le projet LRN ont un bon niveau de publication, en moyenne 4 articles par an par EC temps plein. Certains de ces articles ont été publiés dans des journaux de grande envergure scientifique, le reste paraissant dans des périodiques plus spécifiques aux développements technologiques.

Le bilan de l'équipe venant du LMEN fait état de résultats importants dans des domaines porteurs, en particulier des techniques de caractérisation et d'élaboration originales des nanomatériaux. Ce groupe représente un des fleurons de l'analyse ultrastructurale fine dans le domaine des matériaux. Les membres de ce groupe ont eu une activité instrumentale forte et continue, extrêmement originale, tout à fait rare voire unique dans le domaine. La portée de ces thèmes de recherche est attestée par un nombre de contrats locaux, nationaux et internationaux les soutenant. Trois sous-thèmes ont été développés par ce groupe.

#### *1- Développement d'un système couplé microscopie à champ proche (AFM) - microscopie électronique à balayage*

Ce premier thème, basé sur une approche instrumentale originale développée par ce groupe, consiste en un couplage entre un microscope à force atomique à l'intérieur d'un microscope électronique à balayage. Ceci a permis à cette équipe de développer des analyses en cathodoluminescence (CL) et en courant induit (EBIC - Electron beam induced current) en champ proche. En CL, les études expérimentales et théoriques menées par cette équipe ont montré une résolution spatiale de l'ordre de 100 nm, ce qui est un ordre de grandeur meilleure que dans le cas d'une détection classique. La limite de résolution est dépendante de la taille de la sonde AFM. Cette technique d'analyse est actuellement utilisée pour l'étude des semiconducteurs à grand gap dans une collaboration avec une start-up et l'UTT. Cette collaboration est consolidée dans un projet CPER, « MATISSE », à partir de Janvier 2010. La technique EBIC en champ proche, développée en parallèle, a aussi permis non seulement d'atteindre une résolution spatiale de l'ordre de 10 nm, mais aussi de moduler la nature du contact pointe sonde -surface en utilisant soit une pointe métallique soit une pointe en diamant dopé p. Ces études sont menées en collaboration avec le LPN de Marcoussis et l'IN2MP de Marseille sur de boîtes quantiques, en vue de caractériser le transport électronique de nano-objets individuels. Le développement d'une instrumentation originale est une orientation de recherche peu développée en France. Cette orientation, initiée par M. Michel TROYON, a montré toutes ses potentialités comme l'attestent les résultats obtenus. Ces résultats prouvent aussi le savoir faire technologique unique qu'a pu acquérir ce groupe. Cette expertise lui a permis d'être partenaire dans un projet européen du 7<sup>è</sup> PCRD, « FIBLYS », pour le développement d'un système original d'analyse globale incluant dans un même appareillage les techniques suivantes : MEB, FIB, AFM, EDX, EBDS et TOFMS. Ce projet européen prouve le dynamisme de cette équipe et son ambition de repousser les limites d'un couplage instrumental pour des applications et des analyses en nanotechnologie.



## *2- L'élaboration de nanomatériaux et l'étude de nanostructures*

Deux orientations relativement différentes : d'une part l'élaboration de nanomatériaux (nanofils semiconducteurs et couches minces de Ni) et d'autre part la caractérisation par des techniques de champ proche (AFM) de structures biologiques, des propriétés mécaniques de nanoobjets et des propriétés optiques de couches minces. Pour la synthèse de nanofils semiconducteurs CdSe, l'objectif était d'obtenir un rendement élevé de luminescence à l'ambiante pour ce nano-objet. Le procédé électrochimique développé a permis d'exalter cette luminescence par l'adjonction d'une couche superficielle de ZnS dont le rôle est de modifier la structure électronique de surface du CdSe. Un procédé de synthèse par électrodéposition de nanofils de Si (Ge) a été développé, suivi d'une caractérisation structurale systématique. L'objectif premier étant de les utiliser pour développer des composés hybrides organiques/inorganiques dans le cadre de l'orientation Electronique organique. Enfin un troisième travail de synthèse concerne l'élaboration de couches minces de Ni par électrodéposition. Le but de ce travail était de corrélérer la topographie des couches minces obtenues avec la croissance du dépôt. La synthèse des nanofils de Si (Ge) s'intègre dans l'orientation Electronique organique qui vient d'être implantée au Laboratoire. Les deux autres travaux concernant l'élaboration de nanofils de CdSe et de couches minces de Ni semblent, à priori, sans liaison étroite avec d'autres orientations du laboratoire. Sont-ils développés dans le cadre de collaborations externes ?

Concernant l'étude de nanostructures par AFM, la caractérisation de structures organiques et biologiques est en complète adéquation avec l'expertise acquise par le laboratoire en AFM et la thématique biologique initiée par le regroupement des laboratoires. Ce regroupement de compétences doit créer une synergie potentiellement favorable à la mise sur pieds d'une expertise de niveau international en analyses locales d'objets organiques (biologiques et polymères) par des techniques de champ proche.

Pour la partie caractérisation des propriétés mécaniques de nano-objets par AFM sous MEB, ces travaux s'intègrent bien dans l'optique d'analyse des propriétés de surface pour la biocompatibilité des implants, d'une part et d'autre part de l'exploitation de l'expertise du groupe et de son appareillage unique pour une collaboration étroite avec des collègues colombiens.

Enfin, leur expertise unique dans l'utilisation des techniques de champ proche pour relier la nanostructuration de surface avec les propriétés optiques et de catholuminescence a donné lieu à de nombreuses et fructueuses collaborations internationales pour l'étude de couches minces d'Or et d'Argent ainsi que des couches minces semiconductrices telles que ZnO, ZnS et In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Ces différentes études s'intègrent bien dans les compétences du groupe et les nouvelles orientations suite au regroupement de laboratoires. Elles ont suscité de nombreuses collaborations internationales et ont donné lieu à de nombreux résultats.

## *3- Electronique organique*

Une équipe de 3 enseignants chercheurs a démarré l'orientation « Electronique organique » avec un financement important venant de deux CPER. L'activité de cette équipe a pour finalité la fabrication de transistors par impression jet d'encre. C'est une approche technologique qui présente un fort caractère applicatif et de développement instrumental. Cette orientation, bien que nécessitant la mise en place d'équipements complexes, utilise cependant une compétence reconnue du laboratoire : la maîtrise de l'AFM équipé d'une sonde de Kelvin (KPFM). De plus, l'équipe a su mettre sur pieds une étroite collaboration avec des collègues de la même université et experts en synthèse organique. Cette synergie permet donc d'envisager avec optimisme l'implantation et le développement de cette orientation. Néanmoins la production scientifique de cette équipe est restée assez modeste.

Les personnels venant du MEAT apportent un savoir faire important en microscopie électronique et corrélative.

L'EA PCIDH à la genèse de l'équipe Nanobiotechnologies du LRN était composée de deux équipes développant des thématiques complémentaires : DAT dans le domaine des nanotechnologies et PPDIH dans les domaines des biotechnologies et du biomédical. L'activité de recherche de DAT est centrée sur l'ingénierie de nanocristaux semiconducteurs (QD) pour le développement de matériaux hybrides pour des applications opto-électronique ou photovoltaïques à base de nanocristaux fluorescents et de protéines photo-chromiques mais aussi, s'appuyant sur la collaboration avec PPDIH, la mise au point de nanoparticules conjuguées pour la détection ultra-sensible et le diagnostic dans les domaines du cancer, de l'immunité et de l'inflammation. Pionnière dans ce dernier domaine, l'équipe a des compétences remarquables en fonctionnalisation et couplage de QDs avec des biomolécules reconnues sur le plan national et international et ses travaux visant à développer des outils de détection performants qui s'inscrivent dans un contexte extrêmement compétitif sont très prometteurs pour le domaine du diagnostic. La



production de l'équipe est importante et les résultats sont publiés dans des journaux de grande qualité et fort impact. Un brevet est enregistré mais non encore exploité (?) et une demande a été déposée en 2009 sans information supplémentaire sur son devenir. Trois projets collaboratifs à visée applicatives associant partenaires académiques et privé soutenus par l'ANR sont en cours. L'équipe PPDH développe deux thématiques. D'une part, un projet de recherche technologique en protéines recombinantes visant à appliquer le concept de redirection d'une réponse immune vaccinale vers une autre cible dont ils ont montré la faisabilité à un modèle tumoral et la prévention de l'immunisation Rhésus. D'autre part, des travaux de recherche anatomo-pathologique et fondamentale s'intéressant à la relation entre polymorphismes génétiques (récepteur érythrocytaire CR1 CD 35 / CMH A29) et pathologies (paludisme/chlorodiorétinopathie de type Birdshot). Ces derniers s'étendent à des études dans la cadre de réseaux mondiaux. En plus de publications nombreuses et de bon niveau, une demande de brevet a été déposée en 2006 sans que soit indiqué son devenir.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

Les membres de l'unité proposée ont une visibilité internationale relativement bonne. Les responsables des équipes proposés, ainsi que le directeur sont invités régulièrement à faire des conférences nationales ou internationales et font partie de nombreux comités d'évaluation ou de lecture au niveau national et international. Les membres des trois équipes du projet ont montré leur capacité à obtenir des financements, de manière régulière, des sources nationales (ANR, ARC, Ligue, etc), locales (CPER, URCA) et internationales (Europe). Les EC venant du LMEN et de PCIDH ont établi un nombre important de collaborations avec des laboratoires étrangers. Néanmoins, la capacité des ces équipes à recruter des personnels de haut niveau et en particulier étrangers reste faible.

Disposant d'un appareillage original, les chercheurs venant du LMEN ont pu développer des recherches originales et de qualité, attestées par un nombre de publications important (3,8 articles/an/EC), 6 thèses et 1 brevet. Cette orientation de recherche est soutenue par 1 contrat CPER pour la mise en place de l'orientation « Electronique organique » et de 1 contrat ANR, 1 contrat C'Nano et surtout de 1 contrat européen pour le développement instrumental. L'équipe est un élément moteur dans la structuration des activités en nanotechnologie de la région (plateforme Nano'mat, C'Nano grand est, et 2 pôles de compétitivité). Au niveau international, l'équipe est membre participant d'un programme européen (FIBLYS) et de collaborations bi-latérales essentiellement avec des universités polonaises. Les chercheurs sont régulièrement invités à faire des exposés dans des conférences internationales (16 conférences invitées), ils sont aussi organisateurs d'une conférence internationale à Reims et sont membres de divers comités scientifiques internationaux.

L'équipe venant du PCIDH, et en particulier son responsable, a une notoriété de niveau international dans le domaine des nanobiotechnologies attestée par l'attribution de prix scientifiques internationaux et de nombreuses invitations comme conférencier dans des congrès internationaux. L'équipe est impliquée dans de nombreux projets internationaux comme pilote pour une partie, lui assurant un bon niveau de financement de ses travaux et la capacité à recruter des chercheurs contractuels. A noter le bon niveau de ce recrutement puisque l'un d'eux a été distingué par un prix de la FEBS. Les enseignants -chercheurs de l'équipe sont impliqués dans les 2 premiers cycles de Pharmacie, un master 2 et contribuent de façon active à l'augmentation de la part dédiée aux nanotechnologies dans les enseignements. Un effort de valorisation des recherches est poursuivi au travers de plusieurs partenariats avec des entreprises privées.

- **Appréciation sur la gouvernance et la vie de l'unité :**

Etant donné la petite taille de la structure proposée, une organisation en trois équipes semble raisonnable. Bien qu'une gouvernance légère via le conseil de laboratoire semble aussi assez pertinente, le leadership du laboratoire n'apparaît pas convaincant. En effet, un certain nombre de seniors dont le directeur Michel Troyon du LMEN sont amenés à faire valoir prochainement leurs droits à la retraite, et le porteur du projet n'est pas meneur des projets scientifiques. Il faudrait que la tutelle (université de Reims Champagne-Ardenne) soit d'ores et déjà très sensible à prévoir la mise à disposition de postes de professeurs et d'effectuer avec l'aide de l'unité d'accueil la recherche et le recrutement de nouvelles personnes. De plus, la cohésion de l'ensemble nécessiterait un lien plus concret entre les chercheurs du PCIDH où se trouve le porteur du projet et ceux de l'ancien LMEN et MEAT. Par ailleurs, l'articulation des organigrammes rend la lisibilité et l'implication de chaque personne dans le fonctionnement commun extrêmement compliqué. Cependant, cela ne semble pas avoir d'effet particulier sur le travail et sur l'organisation journalière. Tous les chercheurs permanents du laboratoire sont des enseignants chercheurs, qui ont



donc des relations étroites avec l'Université et une forte implication dans l'enseignement. La structure proposée est aussi fortement impliquée dans la structuration de la recherche locale autour des nanosciences, l'imagerie et leurs applications. Les doctorants et post-doc ont exprimé une grande satisfaction pour l'accueil, l'encadrement, les échanges et collaborations entre équipes et paraissent relativement sereins vis-à-vis leur avenir. Toutefois, ils ne semblaient pas envisager d'autres projets professionnels que ceux très ciblés sur les carrières académiques.

- **Appréciation sur la stratégie scientifique et le projet :**

La fusion des trois équipes s'est faite en diminuant le nombre de sujets de recherche. Toutefois ce nombre de sous thématiques reste très important par rapport au nombre de personnes opérationnelles. Comme la plupart des membres du laboratoire sont des enseignants chercheurs qui doivent donc se consacrer pour une part importante de leur temps à l'enseignement, la multiplication des thématiques conduits à une certaine dispersion et non disponibilité. Par ailleurs, et bien que des collaborations existent entre les personnels des deux sites, la cohésion du projet scientifique reste parcellaire.

Le projet impliquant les physiciens du LMEN et du MEAT propose deux orientations majeures, d'une part le développement d'une instrumentation originale et d'autre part élaboration de nano-objets dont l'analyse et les caractérisations font appel à cette instrumentation. L'approche instrumentation est pertinente et couronnée de succès. Cette orientation est renforcée par une collaboration européenne au sein d'un contrat du 7<sup>e</sup> PCRD, et on ne peut que s'en féliciter. Dans l'orientation élaboration de nano-objets, si la pertinence pour certains d'entre eux est justifiée par leur complémentarité avec d'autres études de l'équipe (par exemple les nanofils pour l'électronique organique), d'autres semblent être des tentatives d'approches dont le projet à moyen terme mérite d'être mieux préciser (par exemple certaines couches minces métalliques). Le groupe d'électronique organique a reçu des soutiens forts et financiers importants, elle a pu s'équiper et mettre en place les outils du projet. Pourtant sa productivité scientifique est restée extrêmement modeste. Il faudrait que cette équipe définisse le projet ou le thème fort qu'ils veulent poursuivre, les buts à atteindre. Ces applications sont valorisables mais cette valorisation n'est pas clairement exprimée dans le projet de cette équipe d'électronique organique. Le rôle et l'apport technique scientifique et thématique de ce groupe dans le cadre général du projet de laboratoire proposé n'est pas apparue clairement.

En ce qui concerne les QD et les applications en santé, de façon cohérente avec les thématiques du LRN, seuls les membres de l'équipe PCIDH impliqués dans les travaux sur les nanocristaux intègrent ce laboratoire. Les projets sont focalisés sur l'optimisation des performances de nouveaux nanocapteurs pour la détection ultra-sensible de marqueurs biologiques par leur fonctionnalisation avec des anticorps à domaine simple qui ouvrent des perspectives prometteuses de part la réduction de taille et leur application en matière de diagnostic. Un objectif, crucial pour la valorisation future des résultats de l'équipe, est de devenir autonomes dans la synthèse des QD, fournie jusque là par des partenaires, ce en quoi le rapprochement avec l'équipe « élaboration de nanomatériaux » du LRN les aidera. La collaboration avec une équipe hospitalière voisine est tout à fait pertinente pour assurer la validation des systèmes mis au point dans des conditions pertinentes pour les applications visées. Le développement de matériaux hybrides se poursuit en collaboration avec l'équipe « nanocaractérisation ». Les compétences et moyens financiers sont réunis pour assurer le bon déroulement des projets avec déjà des éléments de preuve de faisabilité des applications diagnostiques fort encourageants.

- **Conclusion :**

- Avis global sur l'unité :

Le projet d'unité LRN résulte de la fusion de trois groupes ayant globalement un bon, voir très bon, niveau de publication dans le passé et une capacité importante à financer leurs projets. Le groupe est bien implanté dans le tissu local et joue un rôle important dans les projets de l'URCA. La conception d'un projet réunissant des recherches en nanomatériaux et nanobiotechnologies est intéressante. Néanmoins, le projet apparaît actuellement insuffisamment construit et manque de précision dans ses objectifs et dans sa stratégie scientifique et opérationnelle.

- Points forts et opportunités :

Les trois équipes qui se réunissent dans ce projet présentent des compétences uniques en innovation et maîtrise des créneaux uniques en technologies en nanomatériaux et en nanobiotechnologies. L'alliance de BioNano et Physique Nano est intéressante et souhaitable. Ces équipes ont par le passé fait preuve d'un bon niveau de publications et d'obtention de financement de leurs projets. Certains de leurs membres ont une reconnaissance



internationale. Le regroupement des compétences en fabrication et analyse des nanomatériaux permettra un développement efficace de ces matériaux. L'intégration de l'ancien PCIDH permet un lien avec la clinique qui est primordiale pour les applications en diagnostique. Les fonds nécessaires à l'acquisition de l'instrumentation sont acquis. Leurs collaborations existantes indiquent une bonne pratique de l'interdisciplinarité, et les personnels de toutes les équipes semblent enthousiastes et adhèrent au projet. Enfin, ces équipes ont su attirer un nombre important de doctorants et de postdoctorants motivés.

– Points à améliorer et risques :

Le groupe travaillant sur la diagnostique par QD apparaît relativement fragile, car reposant sur une seule personne. De même, l'avenir du savoir faire instrumental issu du LMEN n'apparaît pas totalement assuré. L'équipe de caractérisation des nanomatériaux semble orientée vers la recherche d'applications qui auraient besoin de leur savoir faire spécifique, plutôt que d'avoir posé une problématique scientifique intégrée par rapport au projet global proposé. Les méthodes d'observation, la qualité des appareils, évoluent très vite. Pour des équipes comme celles qui sont sur le site de l'université il est crucial de maintenir le potentiel en ayant accès à des appareils modernes et de haut niveau. Ce sont des investissements extrêmement lourds mais la qualité des personnels et des équipes actuellement en place garantissent l'utilisation optimale de nouveaux appareils mêmes s'ils représentent des investissements lourds. Enfin, les thématiques d'application sont relativement dispersées, et le lien entre les orientations dans le domaine de l'électronique organique et les autres projets n'est pas clair.

– Recommandations :

D'un point de vue opérationnel, et étant donné la dispersion géographique et thématique des personnels, il serait opportun de nommer un Directeur Adjoint sur le site de la Faculté des Sciences pour jouer le rôle de relais de la direction sur ce site. Il serait aussi souhaitable d'afficher des projets et objectifs fédérateurs tournés vers les applications en biologie-santé. Le groupe d'électronique organique devra trouver des niches spécifiques dans lesquelles ses compétences pourront être reconnues, et orienter sa stratégie vers un travail en réseau avec les plus grands groupes. Son intégration dans un projet tourné vers les applications en biologie-santé devra se faire en tenant compte de l'état de l'art en bio-senseurs. Il serait important d'envisager des recrutements au niveau professeur afin de renforcer le leadership du laboratoire.



Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
Laboratoire de Recherche en Nanosciences (LRN)	A	A	C	B	B

C1 - Qualité scientifique et production

C2 - Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement

C3 - Gouvernance et vie du laboratoire

C4 - Stratégie et projet scientifique

## Statistiques de notes globales par domaines scientifiques

(État au 06/05/2011)

### Sciences et Technologies

Note globale	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	Total
A+	6	9	12	8	12	11	58
A	11	17	7	19	11	20	85
B	5	5	4	10	17	8	49
C	2	1	2				5
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>39</b>	<b>197</b>
A+	25,0%	28,1%	48,0%	21,6%	30,0%	28,2%	29,4%
A	45,8%	53,1%	28,0%	51,4%	27,5%	51,3%	43,1%
B	20,8%	15,6%	16,0%	27,0%	42,5%	20,5%	24,9%
C	8,3%	3,1%	8,0%				2,5%
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>						

## Intitulés des domaines scientifiques

### Sciences et Technologies

ST1 - Mathématiques

ST2 - Physique

ST3 - Sciences de la terre et de l'univers

ST4 - Chimie

ST5 - Sciences pour l'ingénieur

ST6 - Sciences et technologies de l'information et de la communication

Reims, le 15 Avril 2011

Le Président de l'Université de Reims  
Champagne-Ardenne

à

Mesdames, Messieurs les Membres du  
Comité de l'AERES

Référence à rappeler  
Secrétariat de la Présidence  
presidence@univ-reims.fr  
N/Réf. : 91 /11/PRES/RV/MG

Objet : S2UR120001883 - Laboratoire de Recherche en Nanosciences (LRN) - 0511296G

Mesdames, Messieurs,

Nous remercions les membres du comité d'évaluation pour leurs analyses détaillées et leurs recommandations visant (i) à faire évoluer la gouvernance du laboratoire (ii) à mettre plus en évidence l'émergence du projet scientifique ainsi que les objectifs de ce nouveau laboratoire pluridisciplinaire.

En préambule, nous sommes satisfaits que les compétences de l'équipe en nanomatériaux, en nanobiotechnologies, en instrumentation, ainsi que son bon niveau de publications en nombre comme en qualité, sa capacité à s'insérer dans des projets d'envergure internationale aient été soulignés par le comité d'évaluation. Nous apprécions également le fait que le comité ait jugé pertinent la création de ce laboratoire par l'alliance entre « BioNano » et « Physique Nano » et souligné l'intérêt du regroupement des différents acteurs du futur LRN.

#### 1°/ Réponses aux principaux commentaires de l'AERES

##### *a- Objectif fédérateur du projet*

Le principal commentaire du rapport concerne la mise en valeur de l'objectif scientifique principal de l'unité, autour duquel se retrouveront les différents groupes composant le LRN.

A la relecture de notre document, il apparaît effectivement que l'objectif fédérateur principal du LRN n'a pas été suffisamment mis en relief. La volonté des acteurs composant le LRN est bien de se construire une spécificité scientifique au niveau national et international, à partir de ses thématiques d'excellence, en développant des partenariats forts, visant **le développement et la mise au point de nano- et bio-capteurs visant à la détection spécifique et ultra-sensible de molécules, d'agents chimiques et de bio-marqueurs pathologiques dans des systèmes biologiques.**

##### *b- Gouvernance et ressources humaines*

La recommandation du comité de nommer un directeur-adjoint sur le site de l'UFR Sciences facilitera effectivement le fonctionnement du laboratoire au jour le jour : les personnels du LRN ont décidé que M. Molinari assurerait cette fonction au vu de ses activités à l'interface avec les différentes thématiques, aussi bien en physique que côté biologie/santé, de son implication comme porteur et responsable scientifique de tâches dans plusieurs projets PCRD, ANR ou CPER du laboratoire, ainsi que de sa participation à la vie de l'URCA.

Le rapport AERES, souligne le risque que le départ prochain (dans 3 ans néanmoins) du Pr M. Troyon puisse perturber l'activité instrumentation. Il est évident que le départ de toute personnalité de haut niveau nécessite une transmission des connaissances. Conscient de ce fait, et avec le soutien des instances de l'URCA, M. Troyon a depuis quelques années délégué et transmis son savoir faire aux jeunes EC du LMEN : du côté caractérisation électrique (Nano-EBIC), Abdelillah El Hdiy promu récemment au grade de Professeur, prendra entre autres la responsabilité des expériences développées dans le cadre du projet européen FP7 Fibly; du côté caractérisation optique (cathodoluminescence), de nombreux projets sont en cours ou vont débiter sous la responsabilité de M. Molinari et un poste de Professeur vient d'être mis au concours pour cette activité.



Le poids d'un chercheur principal reconnu internationalement dans l'activité basée sur les applications diagnostiques par QDs a été également souligné comme un risque. Nous en sommes conscients. Néanmoins, l'arrivée du Pr J.M. Millot, l'implication progressive d'EC de l'ex-LMEN et la priorité donnée au recrutement d'un EC ou d'un IR pour cette activité permettront de la conforter.

Le choix d'un Directeur du LRN qui ne soit pas investigateur principal d'un groupe, même s'il vient inévitablement d'une discipline et non des autres, nous a paru plutôt qu'une faiblesse, un atout fédérateur, sa position lui permettant un regard plus global sur l'activité du LRN.

### ***c- Réponses spécifiques aux 3 thématiques***

#### ***→ Insertion de l'électronique organique***

Le groupe d'électronique organique compte bien se focaliser sur l'application biocapteurs sur la base de ses compétences dans les transistors organiques. Dans le document et lors de la présentation, ce point a été clairement abordé, mais sans doute insuffisamment développé. Rappelons toutefois que le LRN est une unité en formation, et que certaines thématiques sont naturellement émergentes.

#### ***→ Perspectives de l'activité « nanocaractérisation et développement méthodologique »***

Cette activité reste bien centrée sur l'amélioration et le développement des techniques de microscopies « haute résolution » (champ proche et électronique) et des spectroscopies associées, dans un cadre d'interface physique-biologie, afin d'optimiser les informations disponibles et de mettre en place des fonctionnalités originales. L'amélioration de la résolution des techniques de caractérisations optiques et électriques couplant MEB et microscopie champ proche reste un point clé de cette activité, point nécessaire à la mise en œuvre des nano-capteurs et à l'augmentation de leurs performances.

## **2°/ Insertion des thématiques dans l'objectif fédérateur**

### ***a- Thème « élaboration de nanomatériaux et applications » :***

Ce thème est compétent dans la croissance de nanostructures (nanofils, nanotubes semiconducteurs de Si et de CdSe/ZnS, nanostructures métalliques) et dans le contrôle de leurs propriétés optiques ou électriques nécessaires à la mise au point des bio-capteurs. Comme souligné dans le rapport, ce groupe élaborera aussi, à terme, les nanoobjets de la thématique nanobiotechnologie, QDs ( QDs CdSe/ZnS, actuels ou systèmes alternatifs plus efficaces, nanofils/nanotubes comme surface active par exemple)).

### ***b- Thème « nanocaractérisations et développements méthodologiques »***

Ce thème a bien pour priorité de développer de nouveaux outils et méthodologies visant l'optimisation (i) des performances des biocapteurs par la compréhension des mécanismes de conduction ou de luminescence/fluorescence à l'échelle d'un nano-objet unique en lien avec sa structure, (ii) du couplage entre nano-objets « sonde » et molécules capteurs ou cellules. En MET analytique, les développements méthodologiques envisagés seront aussi des outils clés pour la nanocaractérisation/nanodistribution des nanocapteurs (QDs ...) dans leur environnement cellulaire.

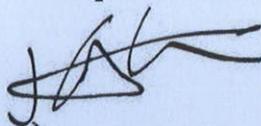
### ***c- Thème « nanobiotechnologies »***

Il se chargera principalement de l'aspect biomédical et clinique des biocapteurs et se focalisera sur le développement des molécules-capteurs, du « nano-tracking » des antigènes marqués par les nano-capteurs, et du diagnostic clinique des maladies auto-immunes, inflammatoires et des cancers.

**En conclusion**, nous tenons le rapport AERES comme un élément de référence très constructif pour le développement de ce nouveau laboratoire LRN et de sa politique de recherche. La direction du LRN s'engage à suivre les recommandations des experts et à veiller à ce que les thématiques convergent progressivement vers l'objectif principal du projet.

Nous vous prions d'agréer, Mesdames, Messieurs, l'expression de nos sincères salutations.

**Porteur du Projet**  
**Jacques COHEN**



**Richard VISTELLE**  
Président de l'Université  
de Reims

