



**HAL**  
open science

## L2C - Laboratoire Charles de Coulomb

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. L2C - Laboratoire Charles de Coulomb. 2010, Université Montpellier 2. hceres-02033229

**HAL Id: hceres-02033229**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02033229>**

Submitted on 20 Feb 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur  
l'unité :

Laboratoire Charles de Coulomb

sous tutelle des

établissements et organismes :

Université Montpellier 2

CNRS

Juillet 2010



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

Section des Unités de recherche

## Rapport de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire Charles de Coulomb

## Sous tutelle des établissements et organismes

Université Montpellier 2  
CNRS

Le Président  
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités  
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Juillet 2010



# Unité

Nom de l'unité : Laboratoire Charles de Coulomb

Label demandé : UMR

N° si renouvellement :

Nom du directeur : M. Jean-Louis SAUVAJOL

## Membres du comité d'experts

### Présidente :

Mme Claudine NOGUERA, Université de Jussieu

### Experts :

M. Jean-François LEGRAND, Université de Strasbourg

M. Georges CALAS, Université de Jussieu

Mme Pascale LAUNOIS, Université Paris 11

M. Victor ETGENS, Université de Jussieu

M. Dominique MASSIOT, Université d'Orléans

M. Pierre PFEUTY, CEA

M. Paul VOISIN, LPN, CNRS

M. Anand SRINIVASAN, Royal Institute of Technology (KTH), Suède

M. Yvan KOSTOV, CEA

M. Massimo VERGASSOLA, Institut Pasteur

Expert(s) proposés par des comités d'évaluation des personnels (CNU, CoNRS, CSS INSERM, représentant INRA, INRIA, IRD...) :

M. Jérôme VASSEUR, CNU

M. Etienne BUSTARRET, CoNRS



# Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Claude LECOMTE

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

M. Giancarlo FAINI, CNRS- INP

M. Patricio LEBOEUF, CNRS-INP

M. Eric BUFFENOIR, UM2-VPCA

M. Christian PERIGAUD, UM2-VPCS



# Rapport

## 1 • Introduction

La visite pour l'évaluation du laboratoire Charles Coulomb (L2C) s'est tenue à Montpellier les 19, 20 et 21 janvier 2010. Il s'agissait d'évaluer les activités passées de trois laboratoires : le Groupe d'Etude des Semi-conducteurs (GES), le Laboratoire des Colloïdes, Verres et Nanomatériaux (LCVN) et une partie du Laboratoire de Physique Théorique et Astroparticules (LPTA) dans la perspective d'une fusion entre ces trois entités, de taille comparable, pour créer le L2C. Les domaines d'activité sont la physique de la matière condensée et la physique théorique, avec des focalisations thématiques inscrites dans les intitulés des composantes.

Le comité a auditionné les trois directeurs, ainsi que les responsables de lignes thématiques dans les trois laboratoires. Il a également visité les équipes de recherche, et a rencontré les représentants des chercheurs, des enseignants-chercheurs et des ITA/IATOS, ainsi que les représentants des doctorants, les ACMO, les correspondants formation et un correspondant communication.

Le comité souhaite remercier le porteur de projet, les trois directeurs ainsi que tous les membres des laboratoires pour l'accueil qu'il a reçu lors de sa visite, pour la disponibilité dont chacun a fait preuve, pour la qualité des présentations, et enfin pour l'intérêt des discussions lors des rencontres.

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

Les effectifs de la future unité sont indiqués dans le tableau ci-dessous. Dans la colonne « bilan » ont été inscrits les effectifs des trois laboratoires qui fusionnent, étant toutefois entendu que seule une partie du LPTA intégrera le L2C.

	bilan	projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	61	56
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	46	33
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	7	8
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	56.9	49.1
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	3	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier bilan de l'unité et formulaire 2.7 du dossier projet de l'unité)	47	46
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	68	58



## 2 • Appréciation sur l'unité

Le Laboratoire Charles Coulomb regroupera un nombre important parmi les équipes physiciennes du paysage universitaire Montpellierain. La fusion lui assurera une bonne visibilité et a pour but d'aider à coordonner les activités de recherche et les moyens techniques et rendre plus efficaces les interactions scientifiques au moment où la physique connaît des mutations importantes. Elle en fera un interlocuteur de poids dans des collaborations aux interfaces avec d'autres départements de l'université (électronique, biologie, santé, chimie) et devrait lui permettre de renforcer sa capacité à obtenir des financements et augmenter le soutien que lui accorde l'université.

Le futur laboratoire sera localisé sur le campus Triolet de l'Université Montpellier II. Actuellement les trois laboratoires le composant sont éclatés sur quatre bâtiments, ce qui ne facilite pas la synergie scientifique. L'équipe présidentielle de l'Université Montpellier II a confirmé au comité de visite que la construction d'un nouveau bâtiment pour la physique était inscrite dans le plan CAMPUS et représentait une priorité de la gouvernance de l'université. L'existence d'un tel bâtiment apparaît au comité de visite comme une condition indispensable à la réussite du projet de fusion.

Le laboratoire possède des atouts indéniables dans le contexte international : des équipes de très haut niveau, une recherche reconnue, des liens de collaboration établis avec de nombreux acteurs nationaux ou internationaux, académiques ou du monde industriel, une très bonne capacité à attirer des financements. Il présente néanmoins une certaine fragilité en raison de la faiblesse relative de la physique face aux autres disciplines à Montpellier, en termes de nombre de bourses de thèses et de recrutements d'enseignants-chercheurs.

- **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	83
A2 : Nombre de producteurs* parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	21
A3 : Taux de producteurs de l'unité [A1/(N1+N2)]	93%
Nombre d'HDR soutenues	14
Nombre de thèses soutenues	54
Autre donnée pertinente pour le domaine : Nombre de conférences invitées	237
Autre donnée pertinente pour le domaine : Nombre de brevets déposés	15

A noter que parmi les 6 non-producteurs se trouvent trois chercheurs ou enseignants-chercheurs ayant occupé ou occupant encore des postes de très lourde responsabilité au niveau du CNRS (Relations Internationales à la DR13) ou à l'Université (Vice-présidence du Conseil d'Administration et Vice-présidence chargée de l'opération CAMPUS et de l'Université unique).



### 3 • Appréciations détaillées

Etant donnée la structure prévue pour la nouvelle unité, en trois départements représentant les trois laboratoires qui fusionnent, l'appréciation détaillée sur l'activité passée de ces laboratoires, sera reportée dans l'analyse département par département. Ici, ne sera commenté que le projet du L2C.

Le projet d'organisation, dans sa présentation actuelle n'est qu'une esquisse transitoire de ce que pourra être le futur organigramme scientifique, en raison du trop bref intervalle de temps qui s'est écoulé entre l'envoi de la lettre de mission des tutelles et la tenue du comité d'évaluation. Cette présentation a aujourd'hui recueilli l'adhésion des personnels concernés. Elle pourra et devra néanmoins évoluer dans le sens d'une plus grande ambition. Quatre pistes préfigurant l'émergence d'actions trans-départements sont d'ores et déjà identifiées et ont été présentées par le porteur de projet : 1) croissance et propriétés du graphène ; 2) imagerie du vivant pour le diagnostic et la thérapie (départements CVN et SMC) ; 3) instabilités aux interfaces entre liquides complexes, et 4) approche physique de la malaria (départements CVN et PT). Elles prennent en compte des développements thématiques récents dans lesquels se sont engagées avec succès les équipes ainsi qu'un contexte international, national ou régional confirmant la pertinence de ces axes.

Outre ces quatre actions transverses, le comité recommande qu'une réflexion soit menée sur la théorie au L2C, qui est actuellement éclatée sur les trois départements. Par la multiplication de contacts croisés entre équipes, et grâce aux cultures et compétences complémentaires de celles-ci, le L2C pourrait ainsi se constituer un groupe théorique fort et visible, susceptible d'être un pôle majeur de formation par la recherche et interagissant de manière féconde avec plusieurs lignes de recherche expérimentales. Le comité recommande également de réfléchir à une coordination dans le domaine des matériaux, au-delà du graphène, entre les départements CVN et SMC, et ce, en interface avec l'Institut Charles Gerhardt.

Le laboratoire bénéficiera d'un ensemble expérimental performant et diversifié, avec des instruments construits « maison » par un personnel technique hautement qualifié. Ceci inclut la maîtrise de trois plateformes technologiques partagées avec d'autres acteurs montpellierains et d'une quatrième en phase de construction pour la bio-nano-imagerie RMN. Là encore, la fusion devrait ouvrir l'accès de certains instruments à des équipes qui jusqu'à présent n'en avaient pas envisagé l'usage.

La gouvernance du futur laboratoire va bénéficier de l'expérience acquise lors du regroupement entre le Groupe de Dynamique des Phases Condensées et le Laboratoire des Verres lors du précédent quadriennal. Dès 2010, se mettront en place des réunions régulières entre les directeurs de département et responsables d'équipes, ainsi qu'entre les responsables des services techniques. Une cellule d'administration sera créée pour rendre effective la fusion des trois services administratifs ainsi qu'une cellule qualité pour bénéficier des meilleures réalisations managériales des trois laboratoires. Il est souhaitable que la période de transition avant la mise en place d'une organisation homogène du support technique et avant l'harmonisation des modes de prélèvements sur contrats soit la plus courte possible.

Le comité encourage la direction à continuer à travailler sur le projet scientifique, en identifiant les pistes les plus fécondes issues de la fusion, à accroître la cohésion scientifique du laboratoire via l'organisation de séminaires généraux ou de journées scientifiques, et à développer au mieux les collaborations et les projets inter-équipes pour bénéficier de la dynamique qui a été initiée. Le comité fait entièrement confiance au directeur pressenti pour assurer la direction du L2C au cours du prochain quadriennal.





## 4 • Analyse équipe par équipe et/ou par projet

### Département : Colloïdes, Verres et Nanomatériaux (CVN)

Ce département regroupe les personnels du laboratoire LCVN, dont les effectifs sont inscrits ci-dessous :

	bilan	projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	22	23
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	13	13
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	4	4
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	24.6	25.3
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier bilan de l'unité et formulaire 2.7 du dossier projet de l'unité)	21	22
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	25	25

Les activités scientifiques se déclinent selon les cinq lignes de recherche suivantes :

- Nanostructures.
- Matière molle.
- Physique de l'état vitreux.
- Théorie et simulation.
- Spectroscopie et imagerie RMN.

qui se retrouveront telles quelles dans le département CVN.

### Intitulé de l'équipe : Nanostructures

Les recherches de l'équipe sont centrées autour des nanotubes de carbone et des nano-hybrides résultant de l'intercalation d'atomes ou de molécules ; elles portent sur les nanotubes individuels comme sur des assemblées macroscopiques de nanotubes (liquides, composites). L'équipe a réalisé des travaux pionniers remarquables et a su se placer au meilleur niveau. Ses recherches ont donné lieu à des publications dans de très bonnes revues ainsi qu'à une trentaine de conférences invitées. Elle met à profit des compétences complémentaires (croissance, structure, dynamique, transport, adsorption, expériences et simulations) comme illustré, entre autres, par l'étude *in-situ* de la croissance par diffusion Raman. A noter aussi l'activité sur les évolutions structurales des verres et zéolites à haute pression, développée en collaboration avec plusieurs partenaires extérieurs.

L'équipe a su attirer cinq nouveaux chercheurs/enseignants-chercheurs et a ainsi compensé les départs survenus pendant la période de référence. Son dynamisme est illustré par l'encadrement de huit doctorants, par l'accueil de huit post-doctorants et de deux ATER. Presque 70% de son budget provient de financements extérieurs (ANR, ACI, contrats industriels, un contrat européen).



L'équipe « Nanostructures » est impliquée dans l'animation de la thématique « nanotubes » au travers du GdR-I « Graphène et Nanotubes » ; elle est aussi active au niveau régional via C'Nano et au niveau de Montpellier pour l'enseignement (IUT mesures physiques, Polytech, département de physique).

Son projet de recherche se situe dans la continuité des activités présentes. Il est ciblé sur des sujets porteurs : rôle de l'environnement sur les propriétés des nanotubes, contrôle de leur chiralité, effets de confinement unidimensionnel dans ces nano-conteneurs, étude de composites ou élaboration de membranes hybrides. Le projet porte à la fois sur les nanotubes individuels, systèmes physiques modèles, et sur les assemblées macroscopiques de nanotubes dont l'étude pose aussi des questions fondamentales intéressantes et correspond sans doute aux applications qui pourraient voir le jour à relativement court terme. L'équilibre proposé entre études « nano » et « macro » semble donc pertinent, avec toutefois un effort nécessaire vers le resserrement de thèmes. L'équipe pourrait aussi, en collaboration avec le GES, s'intéresser au graphène. Une telle collaboration inter-département au sein du nouveau laboratoire Charles Coulomb semble naturelle et serait très positive.

Enfin, la collaboration avec l'Institut Charles Gerhardt, effective au travers de projets ANR, sur l'étude de la structure et de la dynamique de nanomatériaux sous conditions extrêmes s'inscrit dans une compétence "Matériaux nouveaux" en développement entre physiciens et chimistes. En interne au L2C, il faudrait veiller à ce que cette activité puisse notamment bénéficier de l'expérience en nanomécanique, spectroscopie et modélisation numérique pour quantifier les propriétés originales de ces matériaux nouveaux amorphisés sous pression. Les interfaces que l'équipe développe ou prévoit de développer au sein du L2C, sur le graphène, et avec les départements de Chimie et de biologie, sur les nanomatériaux sous conditions extrêmes, sont tout à fait pertinentes dans le contexte du nouveau laboratoire et de l'évolution du cadre universitaire montpellierain.

L'équipe « Nanostructures » est donc une équipe dynamique, qui effectue une recherche de grande qualité. Elle est identifiée et reconnue au niveau international. Ses projets de recherche portent sur des questions d'actualité.

## Intitulé de l'équipe : Matière molle

Il s'agit d'une équipe très dynamique animée par un collectif de jeunes « leaders » couvrant une large gamme d'expertises en études physiques et structurales de la matière molle. Le dynamisme de ces recherches est avéré par un excellent niveau de publications et d'impact, avec, en moyenne par an, 30 ACL et 7 conférences invitées. De plus, le succès notable des projets soumis à l'ANR (6 projets financés au cours des 4 ans) témoigne de la qualité des recherches engagées le plus souvent en collaboration avec des équipes extérieures.

Le 1<sup>er</sup> axe de recherche est basé sur la conception de systèmes modèles permettant d'attaquer, sous l'aspect expérimental, des questions fondamentales concernant la fragilité ou la ductilité de fluides complexes, le rôle des agrégats dans la transition solide-liquide des gels sous cisaillement ou encore la déformation plastique des polycristaux colloïdaux. L'équilibre réalisé entre les expériences construites au laboratoire et celles utilisant les grands instruments est assez exemplaire. Le rôle que peut jouer la chimie de synthèse dans la conception et l'élaboration de systèmes modèles originaux pourrait cependant être davantage exploité.

Le 2<sup>ème</sup> axe de recherche est centré d'une part sur la structuration des suspensions colloïdales denses en termes d'hétérogénéités dynamiques se développant au voisinage de la transition vitreuse et d'autre part sur les instabilités de surfaces de fluides complexes en écoulement (gels et cristaux liquides). Le développement de nouvelles expériences de diffusion de lumière dynamique a déjà produit de nouvelles informations sur les dynamiques lentes de ces systèmes hors équilibre, ayant pu être simulées par un théoricien du LCVN. Le confinement de particules colloïdales de formes variables à l'interface courbe entre deux fluides constitue un sujet en émergence qui pourra aussi bénéficier d'une conjonction assez unique entre les expertises expérimentales et théoriques des deux départements.

Le 3<sup>ème</sup> axe, plus récent, concerne la physique d'objets biologiques et de systèmes biomimétiques. Il est animé par deux nouveaux permanents qui développent, d'une part, des études sur des cellules vivantes atteintes de certaines pathologies (ex : virus de la malaria dans les globules rouges) et, d'autre part, des modèles cellulaires à base de vésicules unilamellaires géantes. Une méthode originale de préparation de vésicules de composition variable a été développée (et brevetée) et il est maintenant à l'ordre du jour de définir des objectifs bien ciblés en matière de systèmes modèles. Cette nouvelle activité va pouvoir bénéficier d'un contexte local très favorable en sciences de la vie, du soutien actif de l'équipe en matière de fluides complexes et de microfluidique, et de projets de collaboration prometteurs avec les théoriciens du Groupe Systèmes Complexes.



## Intitulé de l'équipe : Physique de l'état vitreux

Cette équipe, constituée essentiellement d'enseignants-chercheurs, continue une longue tradition d'étude des verres et des matériaux vitreux, domaine dans lequel l'Université de Montpellier est bien identifiée de longue date. L'équipe actuelle provient du rapprochement des thématiques Spectroscopie des verres et Nanomécanique, à l'occasion du précédent quadriennal. Son orientation est originale au niveau français et concerne d'une part l'organisation structurale des verres à l'échelle mésoscopique et son influence sur les propriétés physiques et d'autre part les mécanismes d'endommagement à nano-échelle.

Au travers de l'étude des relations entre structure à moyenne distance et processus de vibration et de relaxation, il a été montré l'importance des processus anharmoniques dans l'atténuation des ondes acoustiques, en utilisant des approches complémentaires comme la spectroscopie Brillouin ou la diffusion inélastique des neutrons. Les implications de ces études sont multiples, que ce soit le couplage entre modes acoustiques et optiques ou les relations avec la conductivité thermique. L'expérience acquise ici, reconnue comme étant au plus haut niveau depuis de nombreuses années, est basée sur des montages originaux (micro- Brillouin, hyper-Raman) couplés avec des environnements variés (hautes P/T). Abordant un problème difficile mais important, ces mesures demandent du temps et concernent actuellement des verres modèles. L'influence de la densification sous pression ou l'approche de compositions plus complexes, amenant des scénarios structuraux diversifiés, permettront de tester la robustesse des approches utilisées.

L'approche des propriétés mécaniques à nano-échelle se fait par AFM, au travers d'un montage original permettant le contrôle de l'atmosphère. L'étude de la propagation des fissures lentes a permis à l'équipe de Montpellier des avancées conceptuelles importantes en montrant l'importance de la corrosion et de l'échange diffusif complexe entre le verre et l'eau capillaire en tête de fracture, qui sont couplés avec le processus d'endommagement. Cet axe nano-mécanique se diversifie vers l'influence de stress importants, notamment pour évaluer les relations spatio-temporelles entre déformation plastique, densification sous pression et processus de corrosion. De ce point de vue, l'étude de polymères organiques, si elle permet une analogie au niveau de la mécanique de la rupture, ne permettra pas en revanche d'approcher le couplage avec les processus corrosifs. Une diversification des études en AFM concerne la physique de la surface des verres à nano-échelle avec un lien avec les propriétés mécaniques mais aussi chimiques (mouillage abordé par imagerie de phase).

Enfin, le projet inclut une nouvelle thématique sur les impacts environnementaux (matériaux isolants, liquides fondus) qui bénéficiera notamment des montages à haute température.

L'ensemble des études a été publié dans les meilleures revues de physique et est soutenu par trois programmes ANR. De nombreuses connexions existent avec diverses équipes françaises et européennes, ainsi qu'avec le secteur industriel. L'impact international est particulièrement visible, notamment au niveau de l'International Commission on Glass, où plusieurs membres de l'équipe jouent un rôle-clé.

Les recommandations concernent l'utilisation des concepts acquis sur des verres modèles pour comprendre le comportement de matériaux de compositions plus complexes. Ceci permettrait un couplage plus efficace entre les recherches sur les propriétés mécaniques et les propriétés spectroscopiques des verres à l'échelle mésoscopique. Il convient d'autre part de veiller à ce que les progrès conceptuels et instrumentaux faits dans cette équipe puissent être utilisés au meilleur niveau par les autres équipes du laboratoire qui travaillent sur les matériaux vitreux et amorphes. Enfin, il serait intéressant de coordonner les recherches sur les matériaux désordonnés au niveau du campus montpellierain.

## Intitulé de l'équipe : Théorie et simulation

L'équipe « théorie et simulation » est une équipe du LCVN bien équilibrée, composée de cinq permanents (entre 37 et 49 ans, deux chercheurs CNRS et trois enseignants chercheurs) ainsi que de deux émérites dont l'un est le « père » de cette équipe. Elle travaille suivant deux axes, tout en restant fortement couplée avec le reste du laboratoire.

Le premier axe concerne l'étude des verres oxydes, de leurs propriétés microscopiques structurales et surtout de la relation entre leurs propriétés microscopiques et leurs propriétés macroscopiques. Ainsi des potentiels effectifs ont été obtenus à partir de simulations ab initio, ce qui représente un progrès important dans la modélisation des systèmes vitreux. Sur ce thème il y a un fort couplage avec l'équipe « verres ». Certains projets sont particulièrement intéressants comme par exemple l'étude des phénomènes de rupture dans les systèmes vitreux en couplage avec les programmes expérimentaux des deux équipes « verres » et « matière molle », ou la modélisation de la structure de verres multi-composants par des approches ab initio dans le cadre d'un nouveau projet ANR.



Le deuxième axe qui fait appel à la physique statistique hors d'équilibre concerne l'étude de la dynamique lente dans une grande variété de systèmes vitreux tels les systèmes colloïdaux denses, les verres structuraux, les liquides moléculaires visqueux, les milieux granulaires et même les gels qui présentent une dynamique proche de celle des verres. Des idées nouvelles ont été introduites, en particulier le concept d'hétérogénéité dynamique qui implique que dans les verres la dynamique lente est hétérogène à la fois dans le temps et dans l'espace, ce qui permet d'introduire une longueur caractéristique qui a été mesurée dans certains systèmes. Sur ce thème le couplage se fait avec l'équipe « matière molle ». L'étude de la dynamique lente des systèmes vitreux mérite d'être poursuivie. En effet si des progrès significatifs ont été obtenus, le problème reste toujours « ouvert ». Un rapprochement avec des théoriciens du LPTA au sein du futur L2C pourrait permettre de développer une approche plus analytique complémentaire de l'approche principalement numérique actuelle.

Un nouveau projet concerne l'ouverture vers les systèmes biologiques. Mais la situation ne semble pas suffisamment mûre et un rapprochement avec certains théoriciens venant du LPTA et travaillant à l'interface physique-biologie peut être très enrichissant.

La création scientifique est originale et s'est traduite par un très grand nombre de publications dans de très bonnes revues internationales (en particulier un remarquable « report » à la fois théorique et expérimental sur la mise en évidence d'une longueur caractéristique à l'approche de la transition vitreuse, paru dans la revue Américaine « Science » en 2005 en collaboration avec des théoriciens du CEA). L'ensemble de ces travaux a été soutenu notamment par trois programmes ANR. Le rayonnement de l'équipe se traduit par de nombreuses invitations à donner des conférences et par un nombre élevé de post-docs et de thésards, et surtout de visiteurs prêts à venir à Montpellier avec leur propre financement. Plusieurs membres de l'équipe ont acquis de par leur formation et leur rayonnement de nombreux contacts tant en Europe qu'en Amérique du nord, générant de nombreuses collaborations, soutenues par des programmes de coopération internationaux. Outre la qualité intrinsèque de l'équipe, un point très fort à noter est sa collaboration étroite avec des expérimentateurs du LCVN. Toutefois, le comité recommande de porter attention au renforcement des collaborations à l'intérieur même de l'équipe en lui donnant un caractère plus collectif, effort qui semble avoir déjà commencé et qui devrait se poursuivre. La géographie actuelle des laboratoires avec des équipes localisées dans l'espace loin les unes des autres ne favorise pas les échanges entre théoriciens et entre théoriciens et expérimentateurs. La construction d'un bâtiment pour l'ensemble des physiciens devrait avoir un impact très positif dans ce domaine.

### Intitulé de l'équipe : Spectroscopie et imagerie RMN

Les travaux de recherche de l'équipe s'articulent autour de deux points complémentaires : l'étude de composés nanostructurés à base de nanotubes de carbones par RMN haute résolution solide d'une part et le développement de la micro/nano imagerie résonance magnétique (IRM), d'autre part.

L'étude de composés à base de nanotubes de carbone correspond à des expériences particulièrement délicates, qui ont donné lieu à des résultats de qualité et à une bonne production scientifique. On remarquera en particulier l'étude de fullérènes encapsulés dans des nanotubes *peapods*. L'équipe a su mettre en œuvre un savoir-faire reconnu sur le plan national et international avec des collaborations de haut niveau.

Le développement de la micro/nano imagerie par IRM constitue le corps du projet. Il implique un physicien CNRS et un professeur hospitalier et cible le développement de l'imagerie par Résonance Magnétique (IRM) couplée à de nouvelles méthodes de détection en champs proche. Il a su susciter des financements multiples. Les travaux entrepris n'ont pas encore donné lieu à publication mais sont marqués par un grand dynamisme et un caractère très pluri-disciplinaire impliquant les points forts de la recherche Montpelliéraine, de la biologie et la médecine à la physique en passant par les sciences de l'ingénieur.

Le comité exprime sa confiance au projet, qui néanmoins nécessitera le renforcement du potentiel humain de l'équipe par le recrutement d'un ingénieur de recherche, nécessaire dans le contexte de pari technologique et méthodologique du projet.



## Appréciation globale :

Le LCVN est un très bon, voire excellent, laboratoire, qui a su pleinement tirer partie du regroupement effectué entre le Groupe de Dynamique des Phases Condensées et le Laboratoire des Verres en 2005. Ceci se traduit par l'existence de fructueuses collaborations internes, entre autres entre le groupe Théorie et les autres équipes. L'ouverture vers les autres départements de recherche de l'Université de Montpellier (biologie, santé, chimie, électronique) est également un point très positif, qui a sous-tendu l'émergence de deux nouvelles activités : le projet « spectroscopie et imagerie RMN » et l'activité « physique des systèmes biologiques et biomimétiques », et dans lequel s'inscrit aussi un projet « Matériaux nouveaux sous haute pression ».

Le laboratoire est reconnu nationalement et internationalement. Son impact se mesure par une production importante et de qualité : 395 publications de rang A, dont 33% dans des revues à facteur d'impact supérieur à 4, 125 conférences invitées et 6 distinctions décernées à ses chercheurs (nomination à l'IUF, médaille de bronze du CNRS, prix Félix Robin et prix de la physique des polymères de la SFP, prix Ampère de l'Académie des Sciences, et Otto Schott Research Award ; deux chercheurs ont été élus « Chercheurs d'Avenir » de la Région). En outre ses chercheurs se sont impliqués dans des actions collaboratives nationales et internationales et dans l'organisation de conférences, dont une internationale qui a réuni à Montpellier plus de 800 participants.

Le LCVN participe à la formation d'étudiants. Il a accueilli au total 44 doctorants et 22 post-docs au cours de la période et a vu 23 soutenances de thèses et 8 habilitations. Comme dans beaucoup d'autres laboratoires de la discipline, le recrutement d'étudiants en thèse se situe à un niveau inférieur au potentiel d'encadrement du laboratoire, et ce, malgré des liens très étroits avec l'université de Montpellier, dans l'enseignement et les structures de laquelle s'implique un nombre important de ses membres.

Outre les publications, le LCVN se distingue par un nombre important de contrats internationaux, institutionnels mais aussi industriels. Du point de vue des ressources, on note pour la période 2005-2009, la signature de 4 contrats européens, 17 ANR, 10 projets nationaux et 4 PICS, qui apportent au laboratoire 60% de ses ressources. Plus spécifiquement, des contrats avec des sociétés industrielles apportent environ 10% des ressources, ainsi qu'un certain nombre d'années de salaires de doctorants et post-doctorants. Trois brevets ont été pris sur la période. Pour étayer sa politique scientifique, la direction a mis en place un prélèvement de 12% sur chaque contrat (hors salaire), ce qui a permis de compléter les financements d'appareillages sur des lignes de recherche jugées prioritaires, et de réaliser des investissements pour les services techniques du laboratoire et pour les infrastructures.

Un apport fondamental à la qualité des recherches vient de la réalisation d'appareillages très performants au laboratoire, en particulier optiques : un spectromètre Hyper-Raman, un spectromètre haute-résolution micro-Brillouin, la possibilité de réaliser des expériences spectroscopiques dans un environnement haute pression, ainsi qu'un couplage très fort avec les centres de rayonnement synchrotron (équipement de la ligne Samba à SOLEIL). Le laboratoire gère en outre deux plateformes technologiques : la plateforme Rayons X et gamma et la plateforme Omega pour la spectroscopie vibrationnelle du GigaHertz au TeraHertz, qui sont ouvertes à l'extérieur (autres départements de l'université ou industriels). Le laboratoire possède en outre un service de chimie qui soutient l'activité du groupe de matière molle et celles tournées vers la biologie.

Il faut saluer le travail effectué par les deux directeurs successifs et leurs directeurs adjoints, pour donner une vraie unité au LCVN, en impulsant une politique scientifique grâce à laquelle de nouveaux thèmes de recherche ont émergé, en organisant des réunions hebdomadaires avec les chefs d'équipe et des représentants des personnels, en constituant des services techniques et administratifs efficaces, et en étant attentifs à la communication interne (excellent intranet) et externe.

En conclusion, le LCVN a très bien su tirer parti de la fusion effectuée il y a quatre ans, en particulier dans les équipes « théorie » et « physique des verres ». Son potentiel humain devrait rester à peu près stable dans les années à venir, à l'exception du départ en retraite de trois ITA ; son potentiel instrumental est très élevé et en développement ininterrompu grâce aux équipes techniques du laboratoire. Il devrait pouvoir profiter de collaborations fortes avec d'autres départements de l'université.

Bien que plusieurs de ses membres soient impliqués dans des hautes instances de l'UM2, la communication avec l'université devrait être resserrée ; pour continuer à réaliser une pyramide des âges correcte, des recrutements d'enseignants-chercheurs à l'université sont indispensables, ce qui ne semble pas acquis dans le cadre de la politique actuelle de recrutement de l'université. Finalement, dans le cadre du L2C, le comité encourage à porter des efforts sur une animation scientifique qui aide à la cohésion de l'ensemble, en particulier par l'organisation de séminaires généraux récurrents.



## Département : Semi-conducteurs, Matériaux et Capteurs (SMC)

Ce département regroupe les personnels du laboratoire GES. Ses effectifs sont inscrits ci-dessous :

	bilan	projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	26	25
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	13	11
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	1	2
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	17.8	20.8
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	2	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier bilan de l'unité et formulaire 2.7 du dossier projet de l'unité)	17	19
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	24	21

Les activités scientifiques se déclinent selon les quatre lignes de recherche suivantes :

- 1) Matériaux.
- 2) Physique des excitons, photons et spins.
- 3) Physique et recherche technologique.
- 4) Terabio.

qui, dans le département SMC se restructureront autour de trois thèmes :

- Matériaux, dispositifs, senseurs et bio-senseurs : avec la participation des chercheurs des équipes 1 et partiellement 3 et 4.
- Physique des excitons, photons et spins qui regroupera les chercheurs de l'équipe 2.
- Spectroscopie Terahertz et métrologie quantique qui inclura des chercheurs des équipes 3 et 4.

### Intitulé de l'équipe : Matériaux

Les activités de l'équipe sont divisées en trois thèmes : « *Épitaxie et nanostructures d'InN* », « *matériaux hybrides et nano composites* » et « *physique des hétérostructures* ». Le personnel de l'équipe comprend 7 chercheurs et enseignants chercheurs, 3 ITA-IATOS à temps plein, 4 post-doc et ATER, 11 doctorants. La production scientifique de l'équipe est de qualité, avec 64 articles dans des revues indexés et un encadrement régulier des thèses.

L'activité liée à l'élaboration et à l'étude d'InN s'appuie sur un savoir-faire important d'élaboration des hétérostructures à base d'azote par MOCVD. Pour preuve de la reconnaissance de ce savoir-faire, notons l'obtention d'un contrat européen Strep en 2005 ainsi qu'onze brevets sur les quatre dernières années. Actuellement le principal objectif est de comprendre la croissance des couches minces d'InN et des boîtes de nitrure d'indium épitaxiées sur des couches de GaN. Au vu des verrous qui ont été identifiés au cours de ces études pourtant au meilleur niveau mondial, il semble au comité qu'il sera très difficile d'obtenir des propriétés optoélectroniques attendues pour des applications dans une gamme où les filières existantes sont déjà très performantes. Le projet de photo-conversion solaire avec les alliages d'InGaN mériterait plus de précisions car le domaine est en plein essor avec des grosses équipes bien consolidées. Le projet d'étudier la croissance des systèmes semi-conducteurs sur substrat amorphe (verre), dans lequel le point fort sera de modifier la tension de surface du verre dans le but d'adapter le mouillage, semble très intéressant et mérite d'être mieux développé, en profitant de l'apport des compétences des équipes du LCVN. Il est nécessaire d'afficher une position claire sur l'embauche d'au moins un chercheur pour étoffer l'activité élaboration. Même dans ce contexte, le souhait de remettre en route la machine d'épitaxie par jets moléculaires n'a pas convaincu le comité.





L'activité sur les matériaux hybrides a débuté au GES à la fin de 2006, par accréation d'une équipe venant du LCVN. Elle concerne l'étude des revêtements hybrides organiques/ inorganiques sur les verres. Un important contrat avec Essilor est en cours et l'équipe travaille sur un procédé original de mise au point des cages d'abeille de petite taille déposées sur les verres qui sont ensuite remplies d'un liquide spécifique afin de moduler l'indice de réfraction. L'objectif est d'élaborer des lentilles planes alliant des propriétés spécifiques. Un nouveau bio-capteur optique a été développé et profite de l'expérience acquise sur les verres poreux à faible indice et en collaboration avec le groupe de bio-capteurs. Le nouvel appareil de nanoindentation permet d'étudier avec précision les propriétés mécaniques des différents types de revêtement sur des objets très petits. Cette activité se décline aussi sur l'étude des tensions et de la corrosion dans les verres. Un phénomène original a été observé au niveau des fissures induites par traction où l'on observe l'expulsion des produits corrosifs qui produisent des petites bulles le long de la fissure. Toute cette activité autour des verres doit absolument bénéficier du rassemblement dans le L2C avec les équipes issues du LCVN. Il est important de créer des liens solides entre l'ensemble des équipes travaillant sur le verre et les matériaux vitreux, et d'assurer une évolution harmonieuse de la thématique. La recherche des matériaux hybrides structurés peut aussi permettre l'émergence de nouveaux matériaux photoniques. Le système de nano-indentation est un outil très versatile qui permet d'étudier une palette très large de matériaux et qui donc favorise les recherches inter-équipes.

Finalement l'activité sur la physique des hétérostructures s'est concentrée sur l'étude de la contrainte dans les interfaces SiC/Si et sur l'étude des propriétés de conductivité thermique de l'AlN. Ces activités prendront fin avec le départ à la retraite du chercheur concerné.

La création du L2C va opérer des profonds changements dans l'équipe avec une fusion avec une partie de l'équipe « Physique et recherche technologique » dans le département Semi-conducteurs, Matériaux et Capteurs. Elle sera une opportunité d'accentuer les aspects technologiques et de valorisation, qui ont représenté un point fort jusqu'ici. Il faut toutefois veiller à garder une recherche fondamentale visible et forte, et identifier des projets porteurs associant recherche fondamentale et technologique.

En ce qui concerne le futur, le comité recommande de mieux identifier les objectifs à moyen terme avec des projets communs après union entre les équipes et un meilleur ciblage des thèmes de recherche.

Pour la croissance des semi-conducteurs, la stratégie du L2C doit être mieux définie en tenant compte des regroupements à venir qui pourraient permettre une synergie entre élaboration des matériaux et développement de dispositifs innovants, que ce soit dans le domaine des capteurs qui semble bien adapté ou bien celui du photovoltaïque (moins convaincant en l'état aux yeux du comité).

### **Intitulé de l'équipe : Physique des excitons, photons et spins (PEPS)**

L'équipe PEPS développe d'une part des activités de théorie/simulation dans le domaine de la nano-photonique, et d'autre part des activités expérimentales portant sur la spectroscopie des semiconducteurs à grand gap, l'étude optique des propriétés dépendant du spin dans les semiconducteurs magnétiques dilués et dans les micro-cavités optiques, et enfin les propriétés de magnéto-transport de films de GaMnAs.

L'activité théorique bénéficie d'une très grande visibilité nationale et internationale et l'équipe se positionne parmi les leaders de l'évolution thématique, depuis les cristaux photoniques jusqu'aux métamatériaux diélectriques et plasmoniques. Les travaux portant sur les cristaux photoniques à gradients d'indice et le calcul des propriétés effectives des métamatériaux sont de très grande qualité. L'intérêt porté plus récemment aux cristaux photoniques et aux métamatériaux désordonnés ou aléatoires est tout à fait pertinent.

Ces travaux ont donné lieu à de nombreuses publications dans les meilleures revues internationales à comité de lecture et l'implication de l'équipe dans des projets coopératifs nationaux (ANR) et internationaux (projets européens) est remarquable.



L'activité expérimentale est aussi de grande qualité. L'équipe a dans la période récente consacré des revenus contractuels considérables au rajeunissement de ses équipements, conçus désormais comme des « plateformes » de mesures (spectroscopie UV et effet Kerr magnéto-optique résolu temporellement, en particulier). L'activité très visible sur la spectroscopie des hétérostructures GaN-AlN a été poursuivie en direction des boîtes quantiques individuelles et diversifiée en direction des hétérostructures et microcavités à base de ZnO. L'activité un peu plus traditionnelle sur CdMnTe a donné lieu à de beaux résultats sur les excitations magnéto-optiques du système gaz 2D/ions magnétiques dilués, et l'activité sur la physique des polaritons de micro-cavités a mis en évidence une non-linéarité dépendant du spin. Les mesures de transport sur GaMnAs (incluant la fabrication de dispositifs tests) ont permis une amélioration du matériau et mis en évidence des propriétés prometteuses pour l'application à des senseurs magnétiques. Ces travaux donnent lieu à une production scientifique très honorable.

Sur le plan du rayonnement scientifique, il convient de souligner la très forte implication de l'équipe PEPS dans l'enseignement de la physique à l'UM2, dans la communication vers le grand public (bar des sciences, olympiades), dans l'animation de la communauté physicienne (SFP), dans l'organisation de conférences, ainsi que dans de nombreuses collaborations nationales.

Les projets scientifiques sont répartis harmonieusement entre la continuation d'activités fructueuses et l'exploration d'évolutions thématiques. L'équipe se retrouvera dans son ensemble dans la 2<sup>ème</sup> ligne de l'organigramme du département SMC. Le recrutement récent d'un professeur issu du LPA-ENS permettra une diversification vers les propriétés intra-bande des boîtes quantiques à base de nitrures à grand gap.

On peut par contre s'interroger sur la pertinence d'un recrutement d'ingénieur de recherche responsable de l'élaboration de structures nano-photoniques, compte tenu des efforts bien plus importants consacrés à cette activité dans des laboratoires mieux équipés.

## Intitulé de l'équipe : Physique et recherche technologique

La recherche de cette équipe s'organise en deux thèmes: "Les matériaux et les capteurs à base de micro et nanotechnologies", et "Les hétérostructures et la Physique des Nanostructures". L'équipe est composée de 12 membres permanents: DREM (1), Prex (1), PR2 (1), CR1 (2), MCF (7) et de 8 post-doctorants et doctorants. L'équipe a une production scientifique de qualité comme en témoigne le nombre de publications dans des revues réputées, d'actes de conférences et de contributions. Elle a obtenu plusieurs subventions nationales (ANR, par exemple) et de l'UE, ainsi que des contrats industriels. Elle entretient diverses collaborations internationales. Sept thèses de doctorat ont été soutenues.

L'activité sur les matériaux à grand gap, en particulier SiC, a mené à plusieurs contributions importantes, comme par exemple, la démonstration de la signature optique de fautes d'empilement (telles 3C-SiC) dans 4H-SiC, et la détermination (optique) des propriétés de 3C-SiC en croissance, dans le cadre du contrat européen MANSIC. A noter également la caractérisation électrique de GaN et matériaux connexes. Sur des échantillons issus de collaborations, l'équipe a obtenu, par micro-Raman, des résultats importants sur la croissance du graphène sur SiC. Une nouvelle méthode originale pour la détermination du nombre de feuillets de graphène a été mise au point. L'équipe envisage la synthèse de feuillets uniformes de grande aire en utilisant la technique de sublimation (sur SiC).

Le projet sur les liaisons hétérogènes est pertinent, mais le comité voit mal quelle en sera la poursuite.

L'activité sur les capteurs à effet Hall a une bonne pertinence industrielle. L'élimination de la dérive thermique de la sensibilité magnétique du capteur a été démontrée, ce qui était un des objectifs du contrat ERT, et un modèle basé sur le FEM a été élaboré. Les projets concernent les sondes micro-hall et les capteurs de Hall en environnements difficiles.

Les travaux sur le transport concernent essentiellement les systèmes bidimensionnels (2D). Des résultats intéressants ont été obtenus sur la localisation et les processus de délocalisation dans les gaz d'électrons 2D, et sur l'effet tunnel dans des barres de Hall étroites (via la détermination de la DOS). Les projets concernent le transport dans les systèmes de basse dimension (2D, 1D) et la métrologie quantique.

En conclusion, l'équipe a démontré sa compétence sur SiC pour sa nouvelle activité liée au graphène. Néanmoins, il s'agit d'une évolution rapide dans un domaine extrêmement compétitif au niveau mondial. Des précautions doivent être prises pour que la recherche reste concurrentielle. Une forte coopération au sein du L2C sera un atout incontournable.





Dans le domaine des capteurs à effet Hall, le travail en étroite collaboration avec l'industrie est un fort atout. Il y a un réel intérêt à développer des capteurs pour les environnements difficiles et des sondes Hall à balayage. Toutefois, il convient de peser le poids respectif de l'investissement technologique nécessaire et des progrès attendus, et garder un bon équilibre entre recherche fondamentale et appliquée

Bien que l'expertise en matière de métrologie quantique existe, les ressources pourraient s'avérer sous-critiques. De nouvelles gammes de problèmes de physique pourraient être abordées en combinant des mesures de transport, la spectroscopie/excitation optique et la manipulation de spin. Il serait stratégiquement utile de développer des approches de type salle blanche pour de nouveaux concepts de dispositifs.

Globalement, la fusion du GES au sein du L2C représente une opportunité particulièrement bénéfique pour les recherches de l'équipe, et les collaborations inter-équipes doivent être encouragées.

### Intitulé de l'équipe : Terabio

L'équipe a eu une activité intense, très marquée par le dynamisme remarquable des porteurs des deux axes de recherche (resp. TéraHz et Biophysique) qui sont restés indépendants, probablement par manque de maturité des sujets, malgré quelques moyens expérimentaux voisins, voire communs (spectrométrie infrarouge). Outre les chercheurs de « TéraHz » et les enseignants-chercheurs de « Biophysique », les IR ont joué un rôle important dans cette équipe.

Pour la partie TéraHz, on retiendra un positionnement original (oscillations plasma 2D dans des nanotransistors) dans un domaine très porteur, qui a donné lieu à une production de bon aloi, même si la compréhension des observations expérimentales pourrait être encore approfondie, notamment grâce à la proximité d'un chercheur au LPTA. Les nombreux contrats industriels, l'animation du GDR THz et son extension à l'international témoignent de la reconnaissance de cette activité, qui aurait mérité d'être mieux soutenue localement.

Pour la partie Biophysique, la production scientifique est honorable et même plus si l'on prend en compte l'offre de formation. Il faut saluer la réussite de cette activité créée ex nihilo en 2006, et la mise en place de moyens expérimentaux parfois sophistiqués d'imagerie (AFM, optique) mais pertinents, comme en témoignent les nombreuses collaborations locales hors L2C. L'enthousiasme des membres semble attirer les étudiants, et le recrutement d'un(e) permanent(e) biophysicien(ne) paraît souhaitable.

Le périmètre du projet est distinct de celui du bilan : en effet, les 3 enseignants-chercheurs de la partie « biophysique » vont rejoindre la composante « Matériaux, dispositifs, senseurs et bio-senseurs » du L2C, tandis que 3 autres enseignants-chercheurs en provenance du thème « PRT » proposent avec les chercheurs de l'activité THz une équipe intitulée « Spectroscopie THz et Métrologie Quantique ». Nos recommandations portent sur cette dernière. Pour que ce regroupement apparemment judicieux soit fructueux, il faudra résoudre la contradiction entre l'occasion qu'il représente d'approfondir les mécanismes fondamentaux présents dans les nanotransistors et nanofils, notamment par des mesures de précision à basse température ou des discussions avec un théoricien du LPTA, et la contribution à l'émergence d'une filière industrielle basée sur des nanotransistors commerciaux, pour laquelle le principal atout de l'équipe est le carnet d'adresses et le dynamisme foisonnant du porteur de projet. Les objectifs scientifiques de l'activité de chacun gagneraient notamment à être précisés, et leur nombre, parfois, à être réduit.

Au total, l'équipe « TéraBio » est une équipe très dynamique, qui effectue une recherche de qualité sur des questions d'actualité. Il faut souhaiter que les difficultés de collaboration internes au GES dans la période passée seront résolues par le nouveau découpage et la création du L2C.

### Appréciation globale :

Le Groupe d'étude des Semi-conducteurs (GES) est un bon, voire très bon, laboratoire, avec une place reconnue dans le paysage national et international de la physique des semi-conducteurs, en particulier dans le domaine des semi-conducteurs à grand gap. Il conjugue approches fondamentales et recherche applicative, ce qui se traduit par une production importante et de qualité : 258 publications de rang A et 63 conférences invitées, autant que par le dépôt de brevets (12 au cours de la période) et par des contrats industriels. Ses chercheurs se sont fortement impliqués dans des actions collaboratives nationales et internationales, en particulier la direction d'un GDR Terahertz devenu GDR européen, et dans l'organisation de conférences, dont une internationale très importante à Montpellier en 2006



Le laboratoire est également ouvert vers d'autres départements de recherche de l'Université de Montpellier (médecine, électronique). La création d'une équipe dédiée à la biophysique moléculaire et la bio-nano-photonique par recrutement d'un professeur en 2005 s'inscrit dans cette logique.

Le GES participe à la formation d'étudiants. Il a accueilli au total 43 doctorants au cours de la période et a vu 26 soutenances de thèses, des chiffres à mettre en regard des 24 chercheurs HDR présents au laboratoire.

Du point de vue des ressources, on note pour la période 2005-2009, la signature de 8 contrats européens (STREP, Réseaux d'excellence ou RTN), 11 contrats ANR, et divers autres contrats qui apportent au laboratoire 74% de ses ressources (salaires exclus). Plus spécifiquement, 9 contrats avec des sociétés industrielles fournissent environ 10% des ressources externes.

Une grande partie de ces ressources a été utilisée au cours de la période pour réaliser une jouvence des appareillages, ainsi que l'achat de nouveaux équipements et pour l'entretien des espaces communs. Le laboratoire gère en outre quatre plateformes technologiques : la plateforme TeraHertz, en partenariat avec le LCVN, l'IES et le LPTA, une plateforme de nano-métrologie, une plateforme de spectroscopie à transformée de Fourier, et une plateforme de spectroscopie résolue en temps.

Un excellent travail de direction a été effectué par les deux directeurs successifs et leurs directeurs adjoints. Grâce au regroupement de certaines équipes, l'organigramme scientifique a gagné en visibilité. Cet effort devra se poursuivre dans le futur, dans le cadre du nouveau laboratoire. L'ambiance au GES est apparue meilleure que par le passé, avec une bonne synergie entre chercheurs, ingénieurs, techniciens et administratifs. Ces derniers ont bénéficié d'un nombre raisonnable de promotions au cours de la période. La direction a été attentive à la formation des personnels, permanents ou non, ainsi qu'aux questions d'hygiène et sécurité.

En conclusion, le laboratoire bénéficie d'atouts manifestes, tant par son savoir-faire en croissance, que par le couplage théorie-expérience (équipe PEPS) et que par ses liens forts avec la recherche applicative. En outre, il pourra sans difficulté s'inscrire dans les axes prioritaires régionaux touchant aux Nanosciences, à l'Énergie et aux sciences du vivant.

Pour être pleinement efficace, il devra néanmoins poursuivre sa réflexion sur ce qui constitue ses éléments fédérateurs et tenter de resserrer encore ses thèmes de recherche. Le regroupement au sein du L2C devra l'aider à surmonter les difficultés identifiées, rationaliser certains axes, améliorer les collaborations internes, particulièrement dans les domaines fortement compétitifs (graphène, verres) et rendre son projet plus ambitieux. La richesse des actions collaboratives envisagées ne devra pas l'écarter des objectifs fondamentaux qui constituent sa raison d'être. Une animation scientifique passant par exemple par l'organisation d'un séminaire général (colloquium) devrait aider à la cohésion du futur laboratoire.



## Département : Physique Théorique

Ce département regroupe une partie des personnels du laboratoire LPTA. Les effectifs globaux du LPTA sont inscrits ci-dessous :

	Bilan LPTA	projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	13	8
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	20	9
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	2	2
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	14.5	3
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier bilan de l'unité et formulaire 2.7 du dossier projet de l'unité)	9	4
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	19	12

Les activités scientifiques qui intégreront le L2C se déclinent selon les trois lignes de recherche suivantes :

- Théorie des champs et physique mathématique.
- Interactions fondamentales et Cosmologie.
- Systèmes complexes et phénomènes non-linéaires.

## Intitulé de l'équipe : Théorie des champs et physique mathématique

L'équipe, presque exclusivement constituée de chercheurs CNRS est un des groupes les plus performants en France dans son domaine, et dans certaines directions, même un leader mondial. Il a une grande visibilité et sa production scientifique est impressionnante.

Au cours de la période écoulée, la perte de trois membres, dont un sénior de grande réputation, a été compensée par trois nouveaux recrutements. Les nouveaux membres du groupe collaborent activement entre eux et avec les membres plus anciens. L'atmosphère de l'équipe est très positive et motivante pour les jeunes membres.

Le spectre de recherche est vaste compte tenu de la taille de l'équipe, allant des théories de cordes supersymétriques et de la gravité quantique, aux systèmes de spins et les groupes quantiques. Néanmoins, les sujets ont des nombreuses interconnexions et recouvrements. La bonne cohésion du groupe se manifeste par un grand nombre de collaborations internes.

Les travaux sur la théorie de Liouville, qui ont abouti à une solution exacte, ont eu et continuent d'avoir un grand impact au niveau international. Les méthodes développées à cette occasion ont été récemment généralisées pour la théorie de champs de Toda et certains modèles sigma non-compacts. Ces remarquables développements ont été accomplis avec la participation active et l'apport considérable des jeunes membres du groupe.

L'équipe a des relations étroites avec l'Institut Landau à Moscou et des interactions croissantes avec le LPTHE (Jussieu). Elle a obtenu trois contrats ANR dont le dernier a commencé en 2009 et elle participe à l'accord franco-russe en physique théorique.

Il est regrettable qu'une équipe d'une telle qualité n'ait qu'un étudiant de thèse. Cela s'explique partiellement par la difficulté d'attirer des candidats des Master 2 de la région parisienne. De plus, les membres du groupe, n'étant pas engagés dans l'enseignement, sont privés de contacts directs avec les étudiants. Un effort pour remédier à cette situation et attirer des doctorants d'autres pays est recommandé.



## Intitulé de l'équipe : Systèmes complexes et phénomènes non-linéaires

L'activité de l'équipe comporte deux axes principaux qui ont, toutes les deux, vocation à s'intégrer dans le spectre des activités du futur L2C.

D'une part, le groupe jouit d'une bonne maîtrise des outils analytiques des systèmes dynamiques, qui sont appliqués à une vaste gamme de phénomènes physiques. Les études poursuivies vont des systèmes mécaniques micro-électroniques, à la dynamique des ondes de surface en océanographie, la propagation d'ondes en matériaux ferromagnétiques, les solitons et la supra-transmission, qui fut mise en évidence par le groupe même. Les différents projets sont unifiés au niveau méthodologique par l'utilisation de techniques de développements asymptotiques qui sont largement communes aux études de tous les phénomènes non-linéaires. Le projet transversal pour le L2C porte sur l'étude d'instabilités d'interfaces de fluides complexes, à développer avec les études expérimentales menées par le groupe « Matière Molle » du laboratoire LCVN. Cette démarche apparaît prometteuse car elle permet d'établir un contact plus direct entre les expériences de laboratoire et les phénomènes physiques sous-jacents aux équations analysées par voie théorique. Il s'agit donc d'une démarche fort positive qu'il serait souhaitable d'étendre le plus largement possible aux autres projets de cet axe, qui pourraient aussi bénéficier d'un volet numérique qui est actuellement absent de la plupart d'entre eux.

Le deuxième axe principal de l'équipe porte sur l'interface physique/biologie et l'application d'outils et de méthodes de la physique statistique et de la matière molle à différents systèmes biologiques. Une direction déjà bien établie est celle qui porte sur la virologie et l'assemblage de capsides virales mais les projets sur le développement et la mécanique de la chromatine semblent aussi des directions intéressantes à poursuivre. Le groupe apparaît bien placé au niveau de l'environnement local, avec sa tradition de longue date en sciences biomédicales, et des collaborations qu'il a su tisser au cours de ces dernières années. Le projet transversal au L2C porte sur l'étude des processus de libération du parasite *Plasmodium falciparum* par les cellules de globules rouges infectées. Ce processus mélange de façon complexe phénomènes physiques et biologiques, avec une interaction initiale du parasite avec le cytosquelette de la cellule et une modification subséquente des propriétés mécaniques de la membrane cellulaire. L'étude se propose la tâche ambitieuse de faire la part entre les contributions mécaniques et biologiques au sens le plus strict du terme, notamment dans la toute première phase de libération, avant que la membrane ne soit profondément modifiée. Le projet bénéficiera des compétences sur la production de vésicules au sein du Laboratoire LCVN et de celles sur la biologie de la malaria et des membranes biologiques à l'Université de Montpellier, ainsi que du support de l'Université de Montpellier 2 par son programme interdisciplinaire sur la modélisation et simulation de la matière vivante. Dans ce cadre, le recrutement de post-docs ou d'un chercheur permanent permettrait d'augmenter la force de frappe de l'équipe.

Le groupe présente une forte implication dans les activités d'enseignement et de formation, avec la création de nouvelles filières et d'une licence professionnelle. Les collaborations traditionnelles avec les autres équipes du L2C sur les projets de matière condensée seront aussi poursuivies. Cela apparaît tout à fait souhaitable et positif pour le niveau d'intégration au sein du futur laboratoire.

Note de l'unité	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
Non noté	Non noté	Non noté	Non noté	A

Nom de l'équipe : Département Colloïdes Verres et Nanomatériaux

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A+	A+	A+	A	A+



Nom de l'équipe : Semi-conducteurs Matériaux et Capteurs

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A	A+	A	A	A

Nom de l'équipe : Physique Théorique

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A+	A+	A+	A	A

La Présidente

**Monsieur Pierre GLORIEUX**  
Directeur de la section des unités de recherche  
AERES

20, rue Vivienne  
75002 Paris

**Cabinet de la Présidence**

Tél. +33(0) 467 143 015  
Fax +33(0) 467 144 808  
presidence@univ-montp2.fr  
www.univ-montp2.fr

Place Eugène Bataillon  
34095 Montpellier cedex 5  
France

Affaire suivie par :  
Christian Périgaud  
vpcs@univ-montp2.fr

Monsieur le Directeur,

Je souhaite remercier le comité d'expertise pour l'analyse du projet scientifique associé à la création du "**Laboratoire Charles de Coulomb (L2C)**".

Comme nombre d'autres sites universitaires en France, le site de Montpellier est en cours d'évolution avec la récente création d'un pôle de recherche et d'enseignement supérieur (PRES), ayant deux missions essentielles : accompagner les trois universités montpelliéraines dans un processus de fusion et assurer la mise œuvre de l'opération Campus.

Dans le respect de nos engagements, cette évolution s'est traduite récemment au sein de l'Université Montpellier 2 par la création de Pôles de Formation et de Recherche (PFR) permettant d'accroître la visibilité de notre activité scientifique à l'échelle nationale et internationale.

Le PFR MIPS (Mathématiques, Informatique, Physique, Structures et Système), auquel le L2C est rattaché, est l'un des cinq grands PFR créés par l'Université Montpellier 2 qui ont pour missions :

- de promouvoir l'excellence de la formation, de la recherche, de l'innovation et de la culture scientifique sur les champs thématiques qu'il porte, d'en renforcer la visibilité internationale et d'organiser les interdisciplinarités en interne et avec les autres PFR;
- de promouvoir la mise en cohérence des politiques de formation et de recherche en son sein ;
- de mutualiser en son sein, les plateaux techniques, les ressources documentaires, mais aussi d'harmoniser les services en charge de la communication, des relations internationales et de la valorisation, des structures de recherche impliquées dans le pôle, dans le cadre de la politique de l'établissement;
- de fournir aux services centraux de l'établissement les données pertinentes en matière de formation et de recherche, mais également d'insertion, de valorisation, et de gestion des ressources humaines, nécessaires au pilotage de l'établissement en matière de politique pédagogique et scientifique.



**1809-2009**  
Bicentenaire de l'UM2

Cette nouvelle organisation de notre établissement est associée au sein de la physique montpelliéraine à une restructuration importante, se traduisant par la recombinaison des quatre laboratoires existant dans l'actuel contrat quadriennal (GRAAL, GES, LCVN, LPTA) en deux nouvelles unités (L2C et PACT) pour la période 2011-2014.

A ce titre, comme exprimé lors de l'évaluation, notre Université aurait souhaité que l'ensemble de la physique montpelliéraine soit rassemblée dans une seule UMR. La création du L2C réalise néanmoins en partie cet objectif.

Comme relevé dans ce rapport, il est bien évident que le trop bref intervalle de temps entre l'envoi de la lettre de mission des tutelles et la tenue du comité d'évaluation ne permet pas à cette date de porter une analyse approfondie du projet scientifique comme de son modèle d'organisation.

L'Université Montpellier 2 sera particulièrement attentive dans le futur à la mise en place des actions transverses évoquées, permettant de favoriser une meilleure interaction entre les équipes, appartenant auparavant à des UMR différentes. A ce titre, l'intégration d'une bonne partie de la physique théorique du LPTA au sein de cette nouvelle unité devrait apporter une réelle plus value au projet scientifique proposé.

Enfin, l'Université attend beaucoup de l'implication de ce laboratoire dans ses programmes pluridisciplinaires "Modélisation et simulation dans les sciences du vivant et de l'environnement", "Energie et Nanosciences". Elle soutiendra l'émergence de ces nouveaux champs thématiques pluridisciplinaires, en interface avec la chimie (sur le volet matériaux), l'électronique, les mathématiques, les sciences biologiques et les sciences de l'environnement.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de mes respectueuses salutations.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'D. HÉRIN', with a long, sweeping horizontal stroke extending to the right.

**Danièle HÉRIN**  
Présidente de l'université Montpellier 2



**Unité Mixte de Recherche 5587-CNRS-UM2-**  
Université Montpellier 2- Place Eugène Bataillon  
Bâtiment 11 – C.c. 026, F-34095 Montpellier Cedex 5  
[sauva@lcvn.univ-montp2.fr](mailto:sauva@lcvn.univ-montp2.fr) Tel : 04 67 14 35 92  
Fax : +33 (0)4 67 14 46 37

**Jean-Louis Sauvajol**  
Directeur de Recherche CNRS

Montpellier, le **17 Mars 2010**

### **Réponse et commentaires concernant le rapport d'évaluation de l'AERES Laboratoire Charles Coulomb (L2C)**

Nous remercions le comité de visite AERES pour le travail qu'il a effectué, lors de la visite de deux jours et demi du 19 au 21 Janvier 2010, afin d'évaluer les unités impliquées dans le projet de création du laboratoire Charles Coulomb (L2C). Nous avons été sensibles aux appréciations globalement très positives sur l'ensemble des activités de recherche de nos départements. Nous avons conscience de l'ampleur de la tâche qui consiste à examiner deux unités associées au CNRS (GES UMR5650 et LCVN UMR 5587) et une partie d'une troisième (LPTA UMR 5207), représentant un total d'environ 140 personnels permanents, travaillant sur une grande diversité de sujets, en un temps aussi court.

Le laboratoire remercie le comité pour son soutien à un projet de fusion maîtrisée, recevant l'adhésion de l'ensemble des personnels concernés. Le comité a bien noté la très courte échelle de temps dévolue à l'organisation du projet du futur laboratoire L2C, depuis la lettre de mission des tutelles, en Juillet 2009, laquelle lettre de mission assigne le prochain quadriennal comme période de maturation de l'organisation du L2C. Le laboratoire note que le comité valide les thématiques transverses, inter départements, présentées par le porteur de projet. Nous avons apprécié que le comité de visite considère, comme nous, que la construction d'un nouveau bâtiment pour la physique, inscrite dans le plan CAMPUS, constitue « *une condition indispensable à la réussite du projet de fusion* ».

Commentaires concernant les équipes :

Dans l'équipe théorie/simulation du département CVN, page 10, concernant l'ouverture vers les systèmes biologiques : l'attribution à l'équipe d'un financement ANR sur la modélisation de la régulation génétique de plantes, impliquant des théoriciens du LPTA ainsi que des biophysiciens du Pôle Biologie Santé de l'UM2 et surtout des biologistes de l'INRA Montpellier et du Chili, témoigne de la maturation de cette activité, ainsi que du rapprochement avec les théoriciens du LPTA.

Concernant l'équipe PEPS du département SMC, en page 14, il semble qu'une incompréhension se soit faite jour concernant le recrutement d'un ITA pour s'occuper de



problèmes de technologie. Il s'agit pour le département SMC (et non pas l'équipe PEPS seule) de recruter un ITA qui ferait la liaison entre les grands centres de technologie Français et le laboratoire. Il ne s'agit pas ici de réaliser localement des structures, mais bien de disposer d'une personne qui irait dans les centres d'expertise en technologie participer à et suivre la réalisation des dispositifs souhaités au département SMC, afin de permettre au laboratoire d'optimiser la relation avec de tels centres.

Nous avons bien noté qu'un autre rapport concernant le laboratoire « PACT » contiendra le bilan de l'activité des équipes théoriques du LPTA. Néanmoins, nous pensons que l'inclusion d'une appréciation globale sur les équipes de théoriciens venant du LPTA pour former le département « Physique Théorique » du L2C dans ce rapport pourrait être judicieuse.

Les équipes du LPTA qui formeront le futur Département de Physique Théorique du Laboratoire Charles Coulomb (L2C) aimeraient signaler que deux de ses activités n'apparaissent pas actuellement dans le rapport :

1. L'équipe « Systèmes Complexes et Phénomènes Non Linéaires » compte parmi ses activités importantes la Physique Théorique de Spin dans les Semi-Conducteurs. Cette activité a eu une très large reconnaissance internationale. Récemment, l'acteur principal de cet axe de recherche a reçu deux prix très prestigieux en 2009 : le « Beller Lectureship Award of the American Physical Society » et le prix « Robin de la Société Française de Physique ». Au sein du L2C les travaux dans ce domaine serviront à une meilleure compréhension des observations expérimentales qui seront effectuées au Département SMC.

2. L'équipe « Théorie des Champs et Physique Mathématique » va être rejointe au sein du L2C par plusieurs membres de l'équipe « Interactions Fondamentales et Cosmologie » du LPTA. Ils développent une activité de recherche importante dans les domaines : (i) de la Cosmologie, notamment l'Energie Noire et Fluctuations Primordiales; (ii) de la Théorie des Interactions Fondamentales au-delà du Modèle Standard et Optimisation Perturbative Variationnelle. Dans le domaine de Cosmologie un Workshop International annuel (Cosmology Workshop Montpellier) est organisé régulièrement par les futurs membres du L2C.

Jean-Louis Sauvajol

