

le programme

jeunes chercheuses et jeunes chercheurs 2005

**Physique
(CSD 4)**



USAR
unité support de l'ANR



Physique (CSD 4)

**Spectroscopie d'ondes de spin
*pour l'électronique de spin***

Matthieu Bailleul

**Modèles intégrables avec bords :
*structures algébriques et fonctions de corrélations***

Pascal Baseilhac

**Inférence de séquences d'ADN
*à partir de données de micromanipulation***

Daniel Bonamy

**Modifications à grande distance de l'interaction gravitationnelle,
*théorie et tests observationnels***

Cédric Deffayet

**Réalisation du triangle métrologique :
*contribution à la détermination de constantes fondamentales***

Laurent Devoille

**Chaos Ondulatoire
*Non Linéaire***

Valérie Doya

le programme

jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Nouveaux Oxydes Magnétiques Semiconducteurs :
*du contrôle de l'interaction d'échange
à la polarisation de spin*

Yves Dumont

Intrication, décohérence et algorithmes quantiques :
information quantique pour les systèmes de quelques qubits

Bertrand Georgeot

Dynamique vitreuse et effets mésoscopiques dans les isolants *désordonnés* :
mise en évidence du verre de Coulomb ?

Thierry Grenet

**Auto-organisation des microtubulures,
brisure de symétrie et formation du fuseau-mitotique**

Zoher Gueroui

**Ions piégés
et information quantique**

Luca Guidoni

Transition liquide-solide et vieillissement dans les fluides complexes :
du microscopique au macroscopique

Guillaume Ovarlez

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

**De l'histoire d'un système complexe
aux morphologies des déformations induites
par relaxation des contraintes**

Ludovic Pauchard

**Dynamique dans les agrégats cellulaires biologiques :
rôle de l'adhérence cellulaire
et du cytosquelette**

Jean-Paul Rieu

**Outils de pointe pour la reconstruction QCD
aux collisionneurs**

Gavin Salam

**Boîtes quantiques semi conductrices
de grande force d'oscillateur et microcavités optiques ultimes pour le régime de
couplage fort exciton-photon**

Pascal Senellart

**Mechanical activity
of the Cell Interface**

Pierre Sens

**Spectroscopie Tétra-Hertz
ultra-rapide**

Jérôme Tignon

le programme

jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

**Corrélations Hors
*d'Equilibre et Fluctuations***

Emmanuel Trizac

**Particules Troyennes :
*assemblage supramoléculaire de nanoparticules thérapeutiques***

Nicolas Tsapis

**Cinétique de la rupture sous-critique
*dans les milieux hétérogènes***

Loïc Vanel

**Propriétés non standard des neutrinos
*et leur impact en astrophysique et en cosmologie***

Maria Cristina Volpe

**Calcul des propriétés optiques
*de nanotubes et de nanofils***

Ludger Wirtz

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Spectroscopie d'ondes de spin pour l'électronique de spin

Matthieu Bailleul

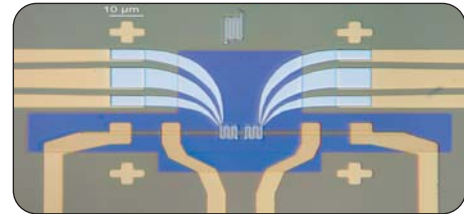


Image au microscope optique d'un échantillon.

IPCMS CNRS-Université de Strasbourg

Acronyme SPECTROSPIN
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 104 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 66,6
Autres IT : 14
Recrutés :
Doctorants : 36

Discipline Physique

Mots clés

- Ondes de spin
- Transfert de spin
- Spectroscopie hyperfréquence
- Effet Doppler
- Magnétisme itinérant

Résumé

Nous proposons de développer un spectromètre hyperfréquence à ondes de spin et de l'appliquer aux problématiques de l'électronique de spin. En particulier, nous étudierons comment, dans un métal ferromagnétique, les ondes de spin se couplent avec le transport. On s'attend en effet à ce qu'un courant électrique induise un décalage en fréquence des ondes de spin (effet « Doppler »). L'observation de cet effet nous permettra de remonter à des mécanismes intrinsèques de l'interaction électrons – aimantation, pressentie pour réaliser de

nouvelles fonctionnalités en électronique de spin. Les ondes de spin seront excitées et détectées à l'aide de motifs conducteurs submicrométriques : nous entendons perfectionner considérablement une technique existante (spectroscopie d'ondes de spin propagatives) pour obtenir un outil de caractérisation magnétique ultra large-bande adapté à des microstructures et compatible avec des basses températures et des champs magnétiques élevés.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Difficultés technologiques :

- fabrication d'échantillons nanostructurés pour l'excitation et la détection d'ondes de spin de longueur d'onde (sub)micrométrique (lithographie optique, électronique, gravure, évaporation)
- mesures hyperfréquences sous pointes et sous champ magnétique élevé (> 1 Tesla)

Résultats majeurs

Nous avons mesuré l'influence d'un courant électrique sur le spectre d'ondes de spin de rubans micrométriques de permalloy (alliage nickel-fer). Cette étude constitue la première observation expérimentale du décalage Doppler des ondes de spin induit par un courant électrique, un effet qui avait été prédit il y a une quarantaine d'années mais qui n'avait encore jamais été observé. Cet effet peut être vu comme une manifestation élémentaire du phénomène de transfert de spin (transfert de moment magnétique depuis un courant électrique vers l'aimantation d'un métal ferromagnétique). De plus, cet effet donne directement accès au degré de polarisation en spin du courant électrique, un paramètre essentiel dans la compréhension des mécanismes de l'électronique de spin.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- V. Vlaminck & M. Bailleul, Current-Induced Spin-Wave Doppler Shift, Science 322, 410 (2008)

Conférences

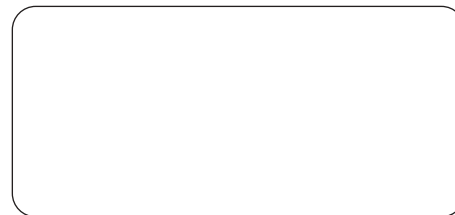
Invitées

- M. Bailleul, Current-Induced Spin-Wave Doppler Shift, International Workshop on Magnetic Single Nano-Object (Nancy, Novembre 2008)

Colloques : 8

Modèles intégrables avec bords : structures algébriques et fonctions de corrélations

Pascal Baseilhac



Laboratoire de Mathématiques et Physique Théorique - UMR 6083 - Université de Tours

Acronyme	MIB - 05	Discipline	Physique
Edition	2005	Mots clés	<ul style="list-style-type: none">• Systèmes intégrables• Fonctions de corrélations• Ansatz de Bethe• Algèbre tridiagonale et q-Onsager• Groupes quantiques
Durée du projet	36 mois		
Financement	150 000 €		
Personnels (H-m)	C + EC + IR : 100,8		
	Autres IT :		
	Recrutés : 24		

Résumé

Depuis ces vingt dernières années, les systèmes intégrables avec conditions aux bords non périodiques — notamment la chaîne de spins XXZ avec conditions aux bords intégrables - suscitent un intérêt croissant de la part de la communauté scientifique. Plus compliqués à étudier que les systèmes avec conditions aux bords périodiques, ils sont aussi plus importants en raison de l'étendue de leur domaine d'application : matière condensée (fils quantiques, ...), physique statistique hors équilibre ou physique des hautes énergies, mais aussi en raison de l'apparition de certaines structures algébriques particulièrement intéressantes (algèbres tridiagonales dites 'q-Onsager'). Différentes problématiques ont monopolisé l'attention de plusieurs équipes de recherche au niveau international en raison

des difficultés conceptuelles ou techniques présentées, malgré tout irrésolues ou résolues de façon incomplète en 2005. Notamment, l'objectif du projet était d'étudier en détails diverses problématiques majeures et, si possible, de les résoudre grâce à une étude approfondie des structures algébriques associées aux équations de réflexions d'une part (algèbre tridiagonale/q-Onsager), et aux possibilités d'obtention des fonctions de corrélations par ansatz de Bethe pour des conditions aux bords adéquates (diagonales par exemple). L'objectif final était l'élaboration d'une méthode de calcul explicite des fonctions de corrélations pour la chaîne de spins XXZ avec bords non-périodiques intégrables, ce modèle pouvant alors servir de référence à la solution d'autres modèles plus complexes.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Le développement d'une nouvelle approche de type algébrique pour obtenir la solution de la chaîne de spin XXZ avec bords génériques, l'ansatz de Bethe (méthode standard) étant inapplicable dans ce régime;

L'extension de l'approche par ansatz de Bethe algébrique dans les modèles avec bords diagonaux pour le calcul exact des fonctions de corrélations ;

L'identification de l'algèbre de courant associée aux équations de réflexion afin de pouvoir, par la suite, proposer une approche par opérateurs de vertex pour les modèles avec bords non diagonaux dans la limite thermodynamique.

L'identification et classification des conditions aux bords compatibles avec l'équation de Yang-Baxter dynamique.

Résultats majeurs

Structures algébriques et équations de réflexions : Une nouvelle famille de fonctions rationnelles symétriques orthogonales discrètes (généralisant les polynômes du schéma d'Askey-Wilson) est obtenue. Le premier exemple d'algèbre de courant associée à l'équation de réflexion et isomorphe à l'algèbre tridiagonale (q-Onsager) est obtenu. Un nouveau schéma de classification venant compléter celui de Faddeev-Reshetikhin-Takhtajan-Jimbo-Drinfeld est proposé.

Chaîne de spin XXZ avec bords et fonctions de corrélations : Pour des conditions aux bords diagonales, le premier exemple de fonctions de corrélations est obtenu pour la chaîne finie ainsi que dans la limite thermodynamique sous forme d'intégrales multiples et ceci dans tous les régimes (massif ou désordonné), confirmant certains résultats antérieurs (Jimbo et al.). Pour des conditions aux bords non-diagonales, (approche par ansatz de Bethe inapplicable), une nouvelle approche a permis d'obtenir le spectre et les états complets du modèle.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

1. P. Baseilhac, 'A family of tridiagonal pairs and related symmetric functions', math-ph/060435, J. Phys. A: Math. Gen. (2006) 39 11773-11791.
2. P. Baseilhac and K. Koizumi, 'Exact spectrum of the XXZ open spin from the q-Onsager representation theory', hep-th/0703106, J. Stat. Mech. (2007) P09006.
3. N. Kitanine, K. Kozłowski, J.M. Maillet, G. Niccoli, N. Slavnov and V. Terras 'Correlation functions of the open XXZ spin chain I', arXiv :0707.1995, J. Stat. Mech. (2007) P10009 ;
4. N. Kitanine, K. Kozłowski, J.M. Maillet, G. Niccoli, N. Slavnov and V. Terras 'Correlation functions of the open XXZ spin chain II', arXiv :0803.3305, J.. Stat. Mech. (2008) P07010 ;
5. J. Avan and G. Rollet, 'Parametrization of semi-dynamical quantum reflection algebra', arXiv:math/0611184, J. Phys. A: Math. Theor. 40 (2007) 2709-2731.

Conférences

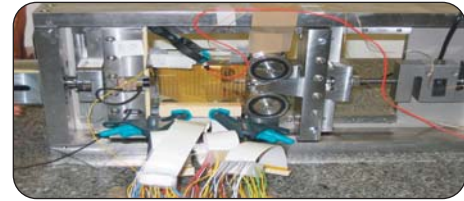
Invitées

- Geometry and Integrability in Mathematical Physics 2008, (P. Baseilhac et N. Kitanine) Sept 15 – 19, 2008, CIRM Luminy, France
- Systèmes quantiques intégrables et modèles statistiques résolubles, (N. Kitanine) Juin 30 – Juillet 5, 2008, CRM Montréal, Canada
- From Statistical Mechanics to Conformal and Quantum Field Theory (N. Kitanine) Janv 8 – Févr 8, 2007 Melbourne, Australie
- Geometry and Integrability in Mathematical Physics 2006, (N. Kitanine) May 15 – 19, 2006, Moscou, Russie

Colloques : 4

Rupture Dynamique des Matériaux Hétérogènes

Daniel Bonamy



Le dispositif expérimental: les échantillons de plexiglas sont cassés suivant une géométrie dite de « wedge splitting ».

Service de Physique & Chimie des surfaces & Interfaces, CEA Saclay

Acronyme	RUDYMATH
Edition	2005
Durée du projet	36 mois
Financement	150 000 €
Personnels (H-m)	C + EC + IR :54 Autres IT : 7,2 Recrutés : 24 Doctorants : 36

Discipline Physique

Mots clés

- Mécanique de la rupture
- Physique non linéaire
- Physique statistique
- Génie mécanique et systèmes mécaniques

Résumé

Il existe à l'heure actuelle un cadre théorique cohérent et performant, la Mécanique Linéaire Élastique de la Rupture (MLER) qui permet de décrire la rupture des matériaux fragiles. Les prédictions de la MLER se trouvent en très bon accord avec les observations expérimentales tant que la croissance des fissures reste suffisamment lente, mais échouent largement lorsque la vitesse de rupture augmente et devient plus grande qu'un certain seuil V_c de l'ordre de $0.3 \sim 0.4$ CR (CR vitesse de Rayleigh du matériau). Tout l'enjeu du projet RUDYMATH est de comprendre l'origine de ce désaccord. Les objectifs étaient : (i) Etudier l'influence

des ondes acoustiques sur la propagation de la rupture au voisinage de V_c dans un matériau fragile modèle. Nous avons opté pour le Plexiglas où cette valeur V_c est de l'ordre de 350 m/s ; (ii) Développer une méthode permettant de caractériser la dynamique spatio-temporelle de la propagation du front de fissure et (iii) Mesurer l'émission acoustique induite par la propagation de la fissure. Nous avons donc mis au point un dispositif expérimental permettant d'étudier les mécanismes de rupture et d'endommagement dans le Plexiglas aux petites échelles de temps et de longueur, sur une large gamme de vitesse, de 0 à 500 m/s.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Le verrou majeur a été expérimental. Faire propager de manière stable et contrôlée une fissure en régime dynamique dans un matériau fragile n'est pas une mince affaire. Nous avons au départ opté pour la géométrie dite Thin Strip qui consiste à appliquer une contrainte de tension uniforme sur une plaque rectangulaire contenant une pré-fissure. Nous n'avons pas réussi à générer de fissure de trajectoire stable dans cette géométrie. Nous avons ensuite opté pour une géométrie dite Wedge Splitting géométrie modifiée, qui nous a permis d'obtenir des fissures dynamiques de trajectoire parfaitement stable.

Résultats majeurs

Nous avons mis au point un dispositif expérimental permettant d'étudier les mécanismes de rupture et d'endommagement dans le Plexiglas aux petites échelles de temps et de longueur, dans le Plexiglas sur une large gamme de vitesse, de 0 à 500m/s. Ce dispositif nous a permis (i) de mettre en évidence des écarts entre théorie et expérience à plus basse vitesse ; (ii) de déterminer l'origine de ces écarts : ceux-ci sont liés au développement d'endommagement sous la forme de micro-fissures qui nucléent et grandissent en avant du front de fissure principale (iii) d'isoler les grandeurs minimales fixant ce mécanisme d'endommagement et (iv) de reconstruire à partir de la connaissance des faciès de rupture, de manière déterministe, la dynamique spatio-temporelle de propagation de la rupture ainsi que le développement de l'endommagement associé.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- D. Bonamy, S. Santucci, L. Ponson, "Crackling dynamics in material failure as the signature of a self-organized transition", *Physical Review Letters* 101, 045501, (2008)
- D. Dalmas, A. Lelarge and D. Vandembroucq, "Depinning transition and scaling of fracture surfaces: the crucial role of disorder", *Physical Review Letters* (à paraître)
- J. Scheibert, C. Guerra, F. Célerié, D. Dalmas, D. Bonamy Compression-induced dynamic crack growth in Plexiglas using Wedge Splitting geometry: experiments and modeling in preparation.
- C. Guerra, J. Scheibert, F. Célerié, D. Dalmas, D. Bonamy, "Spatial localization and correlation in damage spreading during dynamic crack growth in Plexiglas", in preparation

Conférences

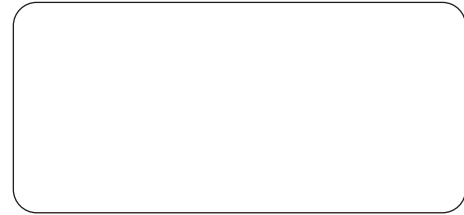
Invitées

- Imperfection & rupture, Graines de Science, Le Havre (2008)
- Intermittent crack growth in heterogeneous brittle materials", MMM2008, Tallahassee, USA (2008)
- "Crack propagation in disordered brittle materials", Size effects and Scaling, Monté Verita, Suisse (2008),
- Rupture et endommagement des matériaux vitreux, Ecole Surface du Verre, GDR Vitreux, Dourdan, France (2008)
- Rupture Dynamique des Matériaux Hétérogènes: Fluctuations de vitesse et transferts dynamiques de contrainte dans un matériau élastique en rupture rapide », Colloque ANR JJC, Orleans, France (2007)

Colloques : 12

Modifications à grande distance de l'interaction gravitationnelle, théorie et tests observationnels

Cédric Deffayet



APC (UMR 7164)

Acronyme	MODGRAV	Discipline	Physique
Edition	2005	Mots clés	<ul style="list-style-type: none">• Cosmologie théorique• Cosmologie observationnelle• Gravitation• Energie noire• Matière noire
Durée du projet	36 mois		
Financement	130 000 €		
Personnels (H-m)	C + EC + IR : 151 Autres IT : Recrutés : 12		

Résumé

L'objectif scientifique de notre projet est de contribuer au développement et à l'étude de modifications à grande distance de l'interaction gravitationnelle. De telles modifications sont notamment motivées par les observations interprétées, dans le cadre du modèle cosmologique standard, comme des indications de la présence de matière noire ou d'énergie noire dans l'Univers. Sur le versant théorique, l'intérêt pour de telles modifications a récemment été renforcé par les travaux autour des dimensions d'espace-temps supplémentaires et de la « gravité massive ». L'avènement de la « cosmologie de précision » devrait en outre permettre de développer de nouveaux tests de ce type de modifications.

Nous souhaitons rassembler nos compétences, de théoriciens de la gravitation et de la cosmologie d'un côté, d'observateurs et de spécialistes des observables cosmologiques (fonds diffus cosmique, grandes structures, lentilles gravitationnelles faibles) de l'autre, pour développer de nouvelles constructions théoriques conduisant à de telles modifications (notamment en se fondant sur la compétence de certains membres de notre équipe sur les modèles branaires, la gravité massive ou les théories tenseur-scalaire), et conjointement, pour développer et mettre en œuvre des tests observationnels de telles modifications.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Résultats majeurs

Proposition et développement de nouveaux tests cosmologiques de modifications de la gravitation.

Meilleure compréhension des théories de gravité massive .

Étude approfondie des formulations de MOND en théorie des champs.

Organisation d'un colloque international intitulé « Consistent Infra-Red Modifications of gravity » (Nov 2008) très apprécié.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Field-theoretical formulations of MOND-like gravity . Par J.-P. Bruneton et G. Esposito-Farèse, Phys. Rev. D 76 (2007) 124012
- Probing gravity with Spacetime Sirens. Par C. Deffayet et K. Menou, the Astrophysical Journal, Vol 668, Issue2, pp. L143-L146.
- The acceleration of the universe and the physics behind it [astro-ph/0605313] par J.-P. Uzan, Gen. Relat. Grav. 39 (2007) 307-342.
- Perturbations of self-accelerated universe, par C.Deffayet, G.Gabadadze and A.Iglesias, JCAP 0608 (2006) 012
- Tracking quintessence with cosmic shear - Constraints from VIRMOS-Descart and CFHTLS and future prospects [astro-ph/0603158] par C. Schmid, I. Tereno, J.-P. Uzan, Y. Mellier, L. van Waerbeke, E. Semboloni, H. Hoekstra, L. Fu, and A. Riazuelo, Astron. Astrophys. 463 (2007) 405-421.
- Coupled variations of fundamental couplings and primordial nucleosynthesis [astro-ph/06100733] par A. Coc, K. Olive, N. Nunes, J.-P. Uzan, and E. Vangioni, Phys. Rev. D 76, 023511 (2007)

Conférences

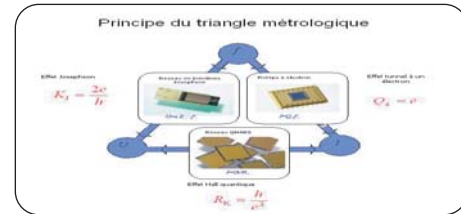
Invitées

- G. Esposito-Farèse, Summary of session A4 at the GRG18 conference: Alternative Theories of Gravity, Class. Quantum Grav. 25 (2008) 14017, arXiv:0711.0332 [gr-qc]
- Theory and phenomenology of DGP gravity, par HYPERLINK "<http://www-spires.slac.stanford.edu/spires/find/wwwhepau/wwwscan?rawcmd=fin+%22Deffayet%2C%20Cedric%22>" Cedric Deffayet, Int.J.Mod.Phys.D16:2023-2033,2008 (Actes de l'atelier International de la NASA "From Quantum to Cosmos", Warrenton (Virginie, USA), mai 2006)
- Theory of modified general relativity, J.-P. Uzan, intervention invitée au 4^e ICG workshop "Modified gravity on cosmological scales", 23 June 2008, Portsmouth (UK).
- A short review on « Massive Gravity » (some of its open problems). Par C. Deffayet, intervention invitée au "Symposium on Particle Cosmology", DESY, Hambourg, Allemagne Fédérale, décembre 2007.
- Lensing and cosmological tests of general relativity, par J.-P. Uzan Revue plénière invitée au XXIII^e colloque de l'IAP "From giant arcs to CMB lensing: 20 years of gravitational distortion", 2-6 juillet 2007, Paris.

Colloques : 18

Réalisation du triangle métrologique : contribution à la détermination de constantes fondamentales

Laurent Devoille



Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE)

Acronyme Trimet
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 150 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 64,8
 Autres IT :
 Recrutés : 19

Discipline Physique

- Mots clés**
- Métrologie
 - Constantes fondamentales
 - Effet Josephson
 - Effet Hall quantique
 - Effet tunnel monoélectronique

Résumé

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la future mise en place d'un nouveau système international d'unités fondé sur un ensemble restreint de constantes universelles de la physique. L'expérience du triangle métrologique (ETM) consiste à tester la cohérence théorique des constantes associées aux trois effets quantiques utilisés en métrologie électrique fondamentale : K_J (constante de Josephson) pour l'effet Josephson, R_K (constante de von Klitzing) pour l'effet Hall quantique et Q_X (estimateur de la charge de l'électron) pour l'effet tunnel monoélectronique, qui sont théoriquement reliés aux constantes h et e par les

relations : $K_J = 2e/h$, $R_K = h/e^2$ et $Q_X = e$. Le principe de l'expérience proposée s'appuie sur l'application de la loi d'Ohm : le courant fourni par la pompe monoélectronique, circulant dans une résistance étalonée par effet Hall quantique, provoque une chute de tension que l'on compare à l'étalon de tension Josephson. Cette expérience permet donc la mesure de la quantité globale $R_K K_J Q_X$ dont la valeur théorique attendue est égale à 2. Ce projet a pour objectif l'estimation de cette quantité avec une incertitude relative inférieure à 10^{-6} , première étape préparant l'obtention d'une incertitude de l'ordre de 10^{-8} dans le futur.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Le principal point dur de ce projet est lié à la très faible valeur des courants produits par les dispositifs monoélectroniques métalliques actuels (pompes à électrons) : quelques dizaines de picoampères au maximum. Ainsi alors que les effets Josephson et Hall quantique offrent d'ores et déjà des niveaux de reproductibilité de 10^{-10} à 10^{-9} , le courant délivré par des dispositifs monoélectronique ne peut être mesuré à l'heure actuelle qu'avec une incertitude relative de $3,9 \cdot 10^{-6}$. Ceci explique que nous ayons fixé l'objectif de ce projet à 10^{-6} .

Résultats majeurs

Le premier résultat majeur de ce projet est la mise en œuvre pratique de cette expérience, ce qui n'avait jamais été réalisé auparavant dans aucun laboratoire. Nous avons ainsi pu démontrer la faisabilité de cette expérience et acquérir des résultats expérimentaux.

Le meilleur résultat auquel nous sommes parvenus est une incertitude relative aléatoire de $4 \cdot 10^{-6}$ sur la mesure de la charge de l'électron. Cependant, nous n'avons pas résolu des problèmes d'irreproductibilité sur la valeur du courant entre deux séries de mesures.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- B. Steck, A. Gonzalez-Cano, N. Feltn, L. Devoille, F. Piquemal, S. Lotkhov and A.B. Zorin, "Characterization and metrological investigation of an R-pump with driving frequencies up to 100 MHz", Metrologia 45, 482-491 (2008)

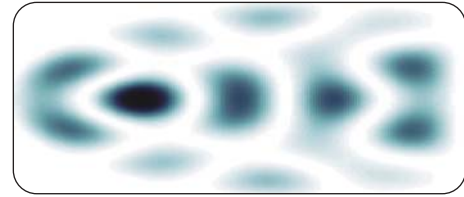
Conférences

Invitées

Colloques : 2

Chaos Ondulatoire Non Linéaire

Valérie Doya



Mode Scar.

Laboratoire de physique de la matière condensée. Université de Nice

Acronyme

Edition

2005

Durée du projet

36 mois

Financement

150 000 €

Personnels (H-m)

C + EC + IR : 82,8

Autres IT : 7,2

Recrutés : 12

Discipline

Physique

Mots clés

- Chaos Ondulatoire
- Fibre Optique
- Amplificateur à fibre optique
- Optique Non Linéaire

Résumé

Le chaos ondulatoire est un domaine d'étude qui s'intéresse à la signature de la dynamique des rayons, induite par la géométrie du milieu, sur le comportement des ondes.

Si ces signatures sont bien connues pour une onde qui évolue dans un milieu linéaire, le comportement des ondes dans un milieu non linéaire reste une question ouverte. Dans le cadre de notre projet, nous avons en particulier étudié l'action d'une non-linéarité locale engendrée par l'introduction d'une zone à gain dans une fibre optique dont la section transverse induit une dynamique chaotique des rayons. Nous avons montré qu'il était possible d'agir de façon active sur le

système pour sélectionner une famille de modes marginaux propres aux systèmes chaotiques. Dans une fibre optique hautement multimode, l'introduction d'une zone à gain localisée spatialement permet d'amplifier sélectivement des modes présentant des localisations spatiales d'intensité (modes scars). On s'intéresse aussi à présent à l'effet d'une non linéarité proportionnelle à l'intensité du champ (non linéarité de type Kerr) sur les propriétés des ondes évoluant dans un milieu chaotique. La question du rôle particulier des modes scars possédant une forte cohérence dans ce régime de propagation qui tend à rendre le système incohérent nous motive tout particulièrement.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Les principales difficultés que nous avons rencontrées sont d'ordre expérimental. Notre étude s'appuie sur la réalisation de fibres ou guides d'ondes exotiques et il a fallu adapter les protocoles de fabrication de guides standard à nos systèmes.

Par ailleurs, le montage de l'expérience a été maintes fois retardé par des problèmes techniques liés au matériel utilisé (sources déficientes-erreur de la part de fournisseurs..).

Résultats majeurs

Le résultat majeur de notre étude est le fait qu'en contrôlant l'introduction d'un milieu à gain dans un milieu possédant une dynamique chaotique des rayons, il est possible de contrôler les propriétés spatiales des ondes qui s'y propagent.

L'introduction du gain spatialement localisé permet notamment de réaliser un filtre modal extrêmement efficace dans une fibre optique hautement multimode.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Gain-controlled wave chaos in a chaotic optical fibre » C. Michel, S. Tascu, V. Doya, O. Legrand, F. Mortessagne, à paraître dans Journal of the European Optical Society.
- Selective Amplification of scars in a chaotic optical fiber » C. Michel, V. Doya, O. Legrand, F. Mortessagne, Physical Review Letter, 99, 224101 (2007).
- Optical Scar in a chaotic fiber », V. Doya, O. Legrand, C. Michel, F. Mortessagne, The European Physical Journal-Special Topics, 145, n°1, (2007).
- Scar Selection in an optical fiber », C. Michel, V. Doya, O. Legrand, F. Mortessagne, A. Aschieri, W. Blanc, Acta Physica Polonica A, 112, n°4, (2007).

Conférences

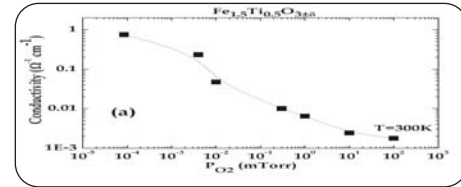
Invitées

- Optical Scar in a chaotic fiber »
Valérie Doya, conférence invitée au colloque international
- Nodal Patterns in Physics and Mathematics » à Wittenberg (Allemagne), 23-28 juillet 2006.
- Chaos ondulatoire dans un billard tout-optique », Colloque sur les Lasers et l'Optique Quantique à l'Optique 2007, Grenoble (France), 2-5 juillet 2007.
- Scar Selection in an optical fiber », 3rd Workshop on Quantum Chaos and Localization Phenomena, Varsovie (Pologne), 26-27 mai 2007.

Colloques : 13

Nouveaux Oxydes Magnétiques Semiconducteurs : du contrôle de l'interaction d'échange à la polarisation de spin

Yves Dumont



Conductivité électrique suivant le plan (0001) à 300K en fonction de la pression partielle d'oxygène sur films $\text{Fe}_{1.5}\text{Ti}_{0.5}\text{O}_{3\pm\delta}$ sur Al_2O_3 (0001).

GEMaC UMR8635, Université de Versailles St Quentin en Y.

Acronyme NOXYMAS
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 150 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 80
 Autres IT : 4
 Recrutés : 3
 Doctorants : 36

Discipline Physique

- Mots clés**
- Oxydes magnétiques fonctionnels
 - Electronique de spin
 - Films minces
 - Interaction d'échange
 - Polarisation de spin

Résumé

Le projet « NOXYMAS » s'inscrit dans le cadre général de l'électronique de spin et plus particulièrement de la recherche de matériaux semiconducteurs ferro- (ou ferri-)magnétiques qui permettraient d'obtenir une injection de spin efficace dans des hétérostructures semiconductrices. Le projet propose une approche très originale. Alors que la plupart des semiconducteurs magnétiques sont obtenus à ce jour par l'introduction d'impuretés magnétiques dans un semiconducteur (cas du Mn dans le GaAs) mais avec des températures de Curie (T_c) inférieures à la température ambiante, l'approche « NOXYMAS » consiste à partir d'un matériau

oxyde dont le magnétisme est établi bien au-delà de l'ambiante ($T_c > 500\text{K}$) et à induire des porteurs de charge dans ces semiconducteurs à large bande interdite par substitution cationique et/ou stoechiométrie en oxygène. Le système utilisé pour tester ce nouveau concept est la solution solide hématite-ilménite $\text{Fe}_{2-x}\text{Ti}_x\text{O}_{3\pm\delta}$ élaborés en films minces épitaxiés par la technique hors équilibre thermodynamique du dépôt laser pulsé (PLD). L'objectif est d'induire des porteurs de charge et d'étudier leur polarisation en spin.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Les enjeux du projet ont résidé en trois volets : le maintien du ferrimagnétisme au-delà de la température ambiante des films minces de $\text{Fe}_{2-x}\text{Ti}_x\text{O}_{3\pm\delta}$ épitaxiés après dopage, la conductivité électrique suffisante (autour de $1 \text{ } \Omega\text{-cm}$) à température ambiante, et enfin une polarisation en spin des porteurs de charges.

Un point dur apparu en cours de projet est la stabilité quasi-égale entre la phase ordonnée R-3 (ou les ions fer et titane sont dans des plans distincts) qui maximise l'aimantation à saturation et celle désordonnée R-3c où l'aimantation et les propriétés associées sont réduites.

Résultats majeurs

Par le projet NOXYMAS, il a été montré que l'on peut réaliser des films minces de $\text{Fe}_{2-x}\text{Ti}_x\text{O}_{3\pm\delta}$ épitaxiés sur Al_2O_3 et SrTiO_3 présentant des T_c supérieures à 500K. De plus il a été montré qu'il est possible d'induire des porteurs en forte densité par la sous-stoechiométrie en oxygène. Ces porteurs forment une bande d'impuretés avec une conduction par sauts. Les lacunes d'oxygène affaiblissent les ponts responsables du superéchange dans la matrice stoechiométrique et tendent à favoriser un phénomène de double-échange favorable à la polarisation de spin. De la magnétorésistance est observée au dessous de 120K associée à une transition de phase montrant indirectement la polarisation en spin des porteurs. Le concept NOXYMAS est validé avec néanmoins des optimisations à poursuivre en vue d'applications.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Hervé Ndilimabaka, Yves Dumont, Elena Popova, Pascal Desfonds, François Jamard, Niels Keller, Mario Basletic, K. Bouzehouane, Manuel Bibes, Marek Godlewski, « Influence of oxygen stoichiometry on transport, optical and magnetic properties of the room-temperature ferrimagnetic semiconductor $\text{Fe}_{1.5}\text{Ti}_{0.5}\text{O}_{3\pm d}$ », soumis à J. Applied Physics 103, 07D137 (2008)
- E. Popova, B. Warot-Fonrose, H. Ndilimabaka, M. Bibes, N. Keller, B. Berini, K. Bouzehouane, Y. Dumont, "Systematic investigation of the growth and structural properties of FeTiO_{3-d} epitaxial thin films", J. Applied Physics 103, 093909 (2008)
- E. Popova, H. Ndilimabaka, N. Keller, B. Berini, M. Bibes, B. Warot, K. Bouzehouane, Y. Dumont, « Growth of the magnetic semiconductor $\text{Fe}_{2-x}\text{Ti}_x\text{O}_{3-d}$ thin films by pulsed laser deposition", Appl. Phys. A 93, 669 (2008)

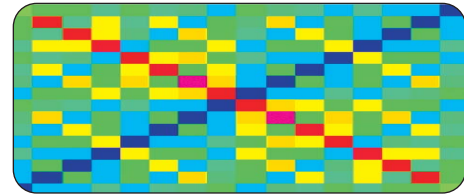
Conférences

Invitées

Colloques : 11

Intrication, décohérence et algorithmes quantiques : information quantique pour les systèmes de quelques qubits

Bertrand Georgeot



Décohérence dans un système de quatre qubits (Phys. Rev. Lett. 96, 230502 (2006)).

Laboratoire de Physique Théorique, UMR 5152, Université Paul Sabatier/CNRS Toulouse.

Acronyme	NFOSYSQQ
Edition	2005
Durée du projet	36 mois
Financement	150 000 €
Personnels (H-m)	C + EC + IR : 75,6 Autres IT : Recrutés : 30

Discipline
Mots clés

Physique

- Information quantique
- Chaos quantique
- Décohérence
- Algorithmes quantiques
- Systèmes à petits nombres de qubits accessibles expérimentalement

Résumé

Le projet étudie les différentes ressources de l'information quantique et les analyse pour obtenir des résultats adaptés aux systèmes de quelques qubits disponibles expérimentalement. Les interférences quantiques, l'intrication et le calcul quantique sont analysés en particulier par des méthodes semi-classiques issues du chaos quantique, la théorie des matrices aléatoires et des simulations numériques. Ceci est utilisé pour construire des algorithmes quantiques, en particulier implémentant les formules de trace ou le calcul algébrique. Ceux-ci

ainsi que d'autres sont optimisés et adaptés pour les ordinateurs quantiques de petite taille. La décohérence est également étudiée, non pas comme nuisance à éliminer, mais comme ressource permettant de créer de l'intrication ou de réaliser des mesures de précision. Les résultats escomptés permettront des avancées dans la théorie de l'information quantique applicables aux systèmes expérimentaux disponibles.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

- Construction d'une mesure quantitative explicite d'interférence.
- Construction d'un modèle de système avec décohérence explicitement soluble.
- Construction d'algorithmes quantiques optimaux et preuve de leur optimalité.
- Calcul de moyennes d'ensemble d'états aléatoires, permettant de dériver des relations explicites entre intrication et propriétés physiques de systèmes.
- Mise en évidence d'un système où la simulation quantique peut conduire au retournement temporel d'ondes de matière.

Résultats majeurs

- Etude de l'évolution de l'interférence pendant un processus d'information quantique, montrant que c'est une ressource en général nécessaire pour qu'un processus quantique soit efficace.
- Résolution exacte d'un système simple, où la décohérence peut s'écrire en fonction d'un tenseur métrique, permettant d'évaluer ses effets et de les minimiser.
- Découverte d'algorithmes optimaux pour construire un état quantique quelconque dans des systèmes de 3 qubits accessibles expérimentalement.
- Proposition d'une expérience refroidissant les atomes en renversant le temps pour des ondes de matière d'atomes froids dans des réseaux optiques, par la simulation quantique d'une application chaotique.
- Nouvel algorithme quantique implémentant les formules semiclassiques comme la formule des traces de Gutzwiller plus efficacement que tout algorithme classique.
- Comportement d'un atome piégé dans un double puits couplé à une cavité ou à un continuum de modes électromagnétiques.
- Proposition d'implémentation de tests de non-localité sur des systèmes mésoscopiques.
- Relation entre longueur de localisation, coefficients multifractals et intrication pour des fonctions d'onde aléatoires, s'appliquant par exemple au modèle d'Anderson d'électrons dans les solides.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- 1) D. Braun and B. Georgeot, "Quantitative measure of interference", Phys. Rev. A 73, 022314 (2006).
- 2) D. Braun, "Decoherence in a system of many two-level atoms", Phys. Rev. Lett. 96, 230502 (2006).
- 3) O. Giraud, J. Martin and B. Georgeot "Entanglement of localized states", Phys. Rev. A 76, 042333 (2007).
- 4) J. Martin, B. Georgeot, and D.L. Shepelyansky, "Loschmidt cooling by time reversal of atomic matter waves", Phys. Rev. Lett. 100, 044106 (2008).
- 5) M. Znidaric, O. Giraud and B. Georgeot, "Optimal number of controlled-NOT gates to generate a three-qubit state", Phys. Rev. A 77, 032320 (2008).
- 6) D. Braun and J. Martin, "Spontaneous emission from a two-level atom tunneling in a double-well potential", Phys. Rev. A 77, 032102 (2008).

Conférences

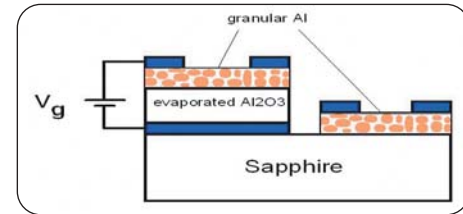
Invitées

- 1) B. Georgeot. "Quantum information, computation and complexity", centre Emile Borel, Institut Henri Poincaré, Paris. Février-mars 2006.
- 2) B. Georgeot. "26th International Colloquium on Group Theoretical Methods in Physics" (IGTMP26), City University of New York, USA. Juin 2006.
- 3) D. Braun. "Winter school" on "Quantum Information Science", Taitung, Taiwan. Janvier 2008.
- 4) B. Georgeot. "MOLMAT 2008" (International Symposium on Molecular Materials), Toulouse. Juillet 2008.
- 5) B. Georgeot. "Recent Advances in Nonlinear Dynamics and Complex System Physics", Tashkent, Uzbekistan. Octobre 2008.

Colloques : 14

Dynamique vitreuse et effets mésoscopiques dans les isolants désordonnés : mise en évidence du verre de Coulomb ?

Thierry Grenet



Transistor à effet de champ à canal en aluminium granulaire.

Institut Néel - Grenoble

Acronyme Verre Coulomb
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 70 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 68
Autres IT : 7,2
Recrutés :

Discipline Physique

Mots clés

- Matière condensée
- Structure et propriétés électroniques
- Relaxation lente
- Nanosciences
- Nanotechnologie

Résumé

Les électrons peuvent-ils « geler » ? Ceux-ci sont très mobiles dans les solides cristallins et les temps caractéristiques qui leur sont associés sont très courts, typiquement de 10^{-15} à 10^{-12} s. Dans les solides désordonnés, ils sont beaucoup moins mobiles et donc plus fortement corrélés (l'écrantage de leur potentiel électrostatique est moins efficace). Au début des années 80, on a imaginé que dans ces conditions les porteurs peuvent subir une transition vitreuse, analogue à celle des verres de spin. La phase vitreuse (verre de Coulomb) devrait présenter des temps de relaxation très grands même à l'échelle du laboratoire, et des phénomènes hors d'équilibre typiques comme le vieillissement. Dans les années 90, un effet de champ anormal et des relaxations lentes de la conductance

de films d'oxyde d'indium désordonné (InOx) ont été mis en évidence à Jérusalem (et étudiés en détail depuis), qui pourraient être la signature d'un état verre de Coulomb. Une étude préliminaire effectuée à Grenoble a mis en évidence des effets similaires dans des films d'aluminium granulaire, suggérant que InOx n'est pas un cas particulier et que ces phénomènes pourraient avoir une certaine généralité. Le but du projet était d'étudier ces phénomènes (notamment dans l'aluminium granulaire) pour aborder les questions qui restaient ouvertes: s'agit bien des mêmes phénomènes dans l'aluminium granulaire et InOx ? A-t-on un état vitreux ? S'agit-il du verre de Coulomb électronique ?

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Une difficulté expérimentale importante réside dans la réalisation des mesures de relaxation de la conductance. Pour des échantillons assez peu isolants pour être mesurables à basse température (R typique de l'ordre de $1\text{ G}\Omega$ à 4K), l'amplitude des relaxations est assez faible (1% sur plusieurs heures). Une étude fiable nécessite donc de pouvoir mesurer des résistances élevées, avec un courant faible (régime ohmique), avec un bon rapport signal/bruit et une très bonne stabilité (du cryostat, des appareils, de la température de la salle de manip etc. . .)

La principale difficulté d'ordre scientifique est la distinction entre un mécanisme du type verre de Coulomb électronique, et d'autres scénarii pouvant également expliquer les observations

Résultats majeurs

L'étude détaillée de la phénoménologie hors équilibre a confirmé la similarité avec InOx , indiquant que la même physique est en jeu dans les deux systèmes pourtant assez différents.

Nous avons montré qu'un mécanisme 'extrinsèque' peut expliquer qualitativement les phénomènes, soulignant la nécessité d'expériences axées sur l'identification du mécanisme microscopique en jeu.

L'étude des fluctuations mésoscopiques de conductance superposées à l'anomalie vitreuse d'effet de champ montre que des échelles de temps très différentes interviennent dans leur dynamique respective, ce qui pourrait conforter le scénario du verre de Coulomb.

Mise en évidence d'un phénomène de vieillissement physique, signe d'une dynamique vitreuse non triviale qui exclut les scénarii extrinsèques les plus simples.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- "Anomalous electric-field effect and glassy behaviour in granular aluminium thin films: electron glass ?", T. Grenet, J. Delahaye, M. Sabra and F. Gay, Eur. Phys. J. B 56, 183 (2007)
- "Coexistence of anomalous field effect and mesoscopic conductance fluctuations in granular aluminium", J. Delahaye, T. Grenet, and F. Gay, Eur. Phys. J. B 65, 5–19 (2008)
- "Ageing in the low temperature conductance of granular aluminium thin films", T. Grenet and J. Delahaye, soumis à Europhysics Letters

Conférences

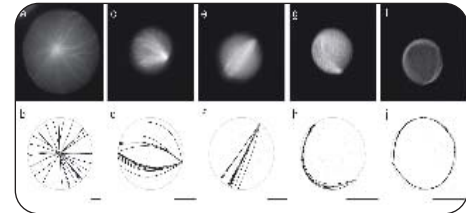
Invitées

- Conference on Superconductor-Insulator Transitions, 18-23 mai 2009, ICTP Trieste

Colloques : 5

Auto-organisation des microtubulures, brisure de symétrie et formation du fuseau-mitotique

Zoher Gueroui



Observation par microscopie de fluorescence de microtubules compartimentés au sein de micro-gouttelettes. Simulations numérique reproduisant les organisations.

GCMC - UMR-CNRS 6626, Université de Rennes

Acronyme AUTOFUS
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 150 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 54
Autres IT : 24
Recrutés : 12

Discipline Physique

Mots clés

- Auto-organisation
- Microtubules et moteurs moléculaires
- Biophysique
- Microscopie de fluorescence
- Fuseau mitotique

Résumé

Une question centrale en biologie concerne la formation et le maintien d'organisations cellulaires mésoscopiques. Dans ce projet nous nous sommes intéressés aux processus physiques contrôlant l'émergence de structures biologiques telles que le fuseau mitotique, assemblage dynamique qui répartit de façon précise le génome nouvellement dupliqué entre les deux cellules issues d'une division. Pour cela nous avons mis au point un système in vitro permettant de reproduire les principales structures dynamiques du cytosquelette de microtubule, observées traditionnellement in vivo. Une première partie du projet a consisté à étudier le rôle de paramètres physiques, tels que le confinement géométrique et physique, sur les propriétés auto-organisationnelles de fibres de

microtubules et de moteurs moléculaires. La seconde partie du projet a permis de séparer la contribution des éléments constitutifs du fuseau (effet collectif intrinsèque et génération de forces mécaniques) de la contribution provenant des régulations biochimiques cytoplasmiques agissant sur la dynamique des éléments du fuseau. Ces études montrent que les forces mécaniques, générées par les moteurs moléculaires et la polymérisation des microtubules, peuvent contribuer de façon significative aux propriétés morphogénétiques du fuseau de microtubules. Nous avons donc mis au point une méthode permettant la mesure de ces forces mécaniques à l'échelle du fuseau mitotique.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Résultats majeurs

- Étude du confinement des microtubules et des moteurs moléculaires: détermination du diagramme de phase de différentes organisations spatiales en fonction de la taille et de la rigidité du confinement.
- Fuseau mitotique de microtubules: à l'aide de techniques de micro-manipulation, nous avons modifié les conditions aux limites de croissance des microtubules, ainsi que la nature des réactifs présents au cours de la formation de ce fuseau. Nous avons ainsi montré qu'il était possible de modifier la morphologie du fuseau mitotique.
- Nous avons mis au point un montage expérimental qui permet la mesure de l'élasticité des chromosomes du fuseau. Ces chromosomes, d'élasticité calibrée, permettent de sonder les contraintes mécaniques appliquées lors de la formation du fuseau.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Gaetz J*, Gueroui Z*, (eq.contr.), Libchaber A, Kapoor TM Examining how the spatial organization of chromatin signals influences metaphase spindle assembly. Nature Cell Biology, 8 (9): 924-U41 sep 2006.

Conférences

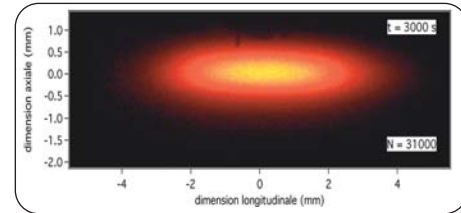
Invitées

- Institut Pasteur (Paris), Département « Biologie cellulaire et infection », P.Sansonetti, 07/2008
- Meeting IOP (Oxford), « Physics meets Biology », 07/2008.
- EMBL (Heidelberg), Department of Cell biology and Biophysics, 03/2008.
- Ecole Normale Supérieure (Paris), séminaire interdisciplinaire Physique-Chimie-Biologie. 02/2007.
- Rockefeller University (New-York), Center for studies in Physics and Biology, 03/2007.

Colloques : 1

Ions piégés et information quantique

Luca Guidoni



Nuage contenant environ 3×10^4 ions Sr^+ chargé dans un piège de Paul linéaire par photoionisation à deux photons.

Matériaux et Phénomènes Quantiques UMR7162 Université Paris-Diderot / CNRS

Acronyme	IPIQ
Edition	2005
Durée du projet	36 mois
Financement	150 000 €
Personnels (H-m)	C + EC + IR : 90
	Autres IT :
	Recrutés :

Discipline Physique

Mots clés

- Optique quantique
- Refroidissement laser
- Piégeage d'ions
- Information quantique
- Mémoire quantique

Résumé

Le projet IPIQ vise à réaliser une mémoire quantique pour la lumière en utilisant des ions piégés et refroidis comme milieu matériel stockant l'information quantique. Les pièges à ions ont déjà démontré leur potentialité dans ce contexte : la possibilité d'avoir une maîtrise totale de l'état quantique du système, aussi bien pour les degrés de liberté internes qu'externes, a permis la réalisation de portes quantiques contrôlées par adressage individuel des ions. Alors que ces expériences sont conçues pour manipuler des variables quantiques discrètes, nous proposons une approche inédite et radicalement différente : l'utilisation d'un nombre macroscopique d'ions et le contrôle d'une variable quantique continue portée par l'ensemble des atomes (spin collectif).

L'interaction d'un faisceau dont on connaît l'état quantique (état cohérent, état comprimé ou intriqué...) avec le nuage d'ions placé dans une cavité permet d'échanger l'information quantique portée par le faisceau avec le milieu atomique et réciproquement. Les observables qui se couplent lors de l'interaction sont le spin collectif du nuage et l'état de polarisation du faisceau. Comme dans les expériences de compression des fluctuations quantiques de la lumière, l'analyse du faisceau par une méthode de détection homodyne permettra de caractériser les propriétés de cette mémoire. Le nuage sera constitué d'ions Sr^+ refroidis par laser.

le programme

jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

La réalisation d'une mémoire quantique efficace passe par l'obtention d'un milieu atomique optiquement dense (densité optique de 1 environ). Dans le cas des nuages d'ions piégés, cet aspect est très délicat à cause de l'interaction répulsive qui limite la densité de l'échantillon. Il faut alors concevoir un piège de grandes dimensions longitudinales avec une raideur suffisante (hautes tensions) et l'axe longitudinal libre pour l'interaction laser. La durée de vie de la mémoire est aussi un point crucial qui, dans le cas des ions froids, sera limitée uniquement par les inhomogénéités du champ magnétique (les ions, contrairement aux neutres, ne perdent pas leur cohérence quantique par collision). Le dernier verrou est l'obtention de gros nuages assez froids (le chauffage RF devient dominant).

Résultats majeurs

Réalisation et caractérisation d'un piège de Paul linéaire capable de piéger de gros nuages avec un axe optique longitudinal libre. Mise en œuvre expérimentale du refroidissement laser d'ions Sr^+ dans le piège (sources, stabilisations, détection...). Réalisation d'un système novateur pour la création des ions dans le piège basé sur un processus de photoionisation (première en France) via une transition à deux photons adressée par des impulsions femtoseconde (première en Europe). La première version du piège plafonnant à 4×10^4 ions Sr^+ , réalisation et test d'une deuxième version de piège aux performances améliorées. Réalisation d'une source de photons corrélés basée sur un processus de mélange à quatre ondes dans une vapeur de ^{85}Rb neutre, compatible avec une mémoire Sr^+ .

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- T. Coudreau, F. Grosshans, S. Guibal, and L. Guidoni, Feasibility of a quantum memory for continuous variables based on trapped ions: from generic criteria to practical implementation, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* 40, 413–426 (2007).
- P. Milman, W. Maineult, S. Guibal, L. Guidoni, B. Doucot, L. Ioffe, and T. Coudreau. Topologically decoherence-protected qubits with trapped ions. *Phys. Rev. Lett.*, 99, 020503, (2007).
- N. Sangouard, C. Simon, T. Coudreau, and N. Gisin, Purification of single-photon entanglement with linear optics, *Phys. Rev. A* 78, 050301R (2008).
- S. Removille, R. Dubessy, Q. Glorieux, S. Guibal, T. Coudreau, L. Guidoni, J.-P. Likforman, Photoionisation loading of large Sr^+ ion clouds with ultrafast pulses, submitted (arXiv:0811.3399v1 [quant-ph])

Conférences

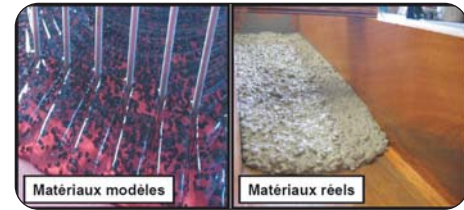
Invitées

- T. Coudreau. Ions piégés et information quantique résultats théoriques et expériences encourus. In Colloque du Groupement de Recherche Information Quantique, novembre 2006.
- P. Milman, W. Maineult, S. Guibal, L. Guidoni, cot B. Dou L. Ioffe, and T. Coudreau. Topologically protected qubits in an array of trapped ions. In FRISNO-9 French-Israeli Symposium on nonlinear and quantum optics, Les Houches, France, février 2007.
- S. Removille. Quantum memories in trapped ions: theoretical results and on-going experiments. In European young scientists conference on quantum information, Vienne (Autriche), 27-31 août 2007.
- T. Coudreau, Recent experiments in quantum information with trapped ions, Symposium for young researchers "Quantum manipulation of atoms and photons", Pékin et Shanghai (Chine), 14–22 octobre 2008.

Colloques : 15

Transition liquide-solide et vieillissement dans les fluides complexes : du microscopique au macroscopique

Guillaume Ovarlez



Matériaux Modèles et Réels.

Laboratoire des Matériaux et des Structures du Génie Civil (UMR CNRS/LCPC)

Acronyme LIQSOL
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 147 680 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 64
Autres IT : 6
Recrutés : 16

Discipline Physique-SPI

Mots clés

- Fluides complexes
- Seuil d'écoulement
- Transition liquide/solide
- Vieillissement
- Bétons frais

Résumé

Dans ce projet, nous nous sommes intéressés au comportement des pâtes granulaires (tels les bétons frais), c'est-à-dire aux suspensions concentrées de grains très polydispersés. Nous nous sommes plus précisément concentrés sur le cas où une séparation d'échelle est possible entre les particules colloïdales et non-colloïdales dans les pâtes. Dans cette approche, les bétons frais peuvent être vus comme des suspensions de particules non-colloïdales (le sable et les granulats) dans un fluide à seuil (la pâte de ciment, colloïdale). Nous avons donc tout d'abord étudié en détail la transition liquide-solide dans les suspensions

colloïdales, en mêlant approches théorique, numérique et expérimentale. Nous avons ensuite cherché à évaluer l'impact de l'inclusion de particules non colloïdales sur le comportement de matériaux à seuil, en couplant des expériences sur matériaux modèles à une approche d'homogénéisation. Les résultats obtenus ont été confrontés à des expériences sur pâtes de ciment et bétons frais. Enfin, nous nous sommes appuyés sur les nouvelles connaissances que nous avons développées pour mieux décrire certaines situations complexes de mise en œuvre de matériaux rencontrés en génie civil.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Aller des matériaux modèles au matériau réel.

Résultats majeurs

Mise en évidence de l'existence d'une transition liquide/solide dans les suspensions colloïdales lorsque leur écoulement ralentit. Leurs propriétés mécaniques dépendent fortement de la contrainte d'arrêt de l'écoulement, et leur vieillissement est accéléré lorsque la température augmente. Mise en évidence de l'importance des couplages élastiques entre zones de réarrangement lors de la transition liquide/solide. L'évolution des propriétés mécaniques de fluides à seuil modèles en fonction de la concentration en particules non-colloïdales ajoutées est en parfait accord avec des calculs d'homogénéisation et permet de prédire le comportement de mortiers. Développement d'un outil de caractérisation de bétons frais sur chantier, et prédiction de divers procédés de mise en œuvre.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- G. Ovarlez, X. Chateau, Influence of the shear stress applied during flow stoppage and rest period on the mechanical properties of thixotropic suspensions, *Phys. Rev. E* 77, 061403 (2008).
- G. Ovarlez, P. Coussot, The physical age of soft-jammed systems, *Physical Review E* 76, 011406 (2007).
- X. Chateau, G. Ovarlez, K. Luu Trung, Homogenization approach to the behavior of suspensions of noncolloidal particles in yield stress fluids, *Journal of Rheology* 52, 489-506 (2008).
- A. Lemaître, C. Caroli, Plastic response of a two-dimensional amorphous solid to quasistatic shear: Transverse particle diffusion and phenomenology of dissipative events, *Phys. Rev. E* 76, 036104 (2007).
- N. Roussel, F. Cussigh, Distinct-layer casting of SCC : the mechanical consequences of thixotropy, *Cement and Concrete Research*, vol. 38, pp. 624-632, 2008.
- G. Ovarlez, N. Roussel, A physical model for the prediction of lateral stress exerted by self-compacting concrete on formwork, *RILEM Materials and Structures* 39, 269-279 (2006).

Conférences

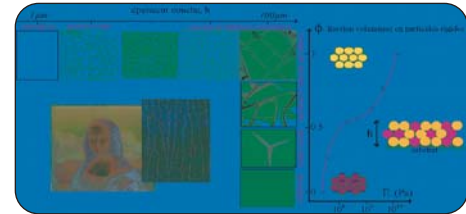
Invitées

- N. Roussel, Numerical simulation of concrete casting 1st international workshop on "Modelling, Simulation and Visualization of flow in Self Compacting Concrete" Stockholm (septembre 2006).
- A. Lemaître, Avalanche behaviour in quasi-static plastic flow of amorphous solids, Flow in glassy systems, Les Houches (février 2007)
- G. Ovarlez, Jamming and flows of dense suspensions, Flow in Glassy systems, Les Houches, février 2007
- A. Lemaître, Dynamical noise and avalanches in quasi-static plastic flow of amorphous solids APS March Meeting, Denver (mars 2007)
- N. Roussel, Thixotropy of Fresh concretes: Modeling and applications, RILEM Week 2007, 6-7 Septembre 2007, Ghent Belgium

Colloques : 11

De l'histoire d'un système complexe aux morphologies des déformations induites par relaxation des contraintes

Ludovic Pauchard



Morphologies de craquelures lors du séchage de suspensions colloïdales et application aux peintures d'art.

FAST - Paris 11, CNRS

Acronyme morphologies
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 140 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 63
Autres IT :
Recrutés :

Discipline Physique

Mots clés

- Matière complexe
- Morphologie de fractures
- Déformation
- Organisation
- Mécanique

Résumé

Les fluides complexes sont des milieux désordonnés qui cumulent des comportements élastique, plastique et visqueux. Au cours de la consolidation d'une couche de fluide complexe, par séchage ou vieillissement, des contraintes mécaniques se développent. Ces dernières sont influencées d'une part par les propriétés rhéologiques inhérentes au système et d'autre part par les contraintes extérieures éventuelles. Lorsque l'intensité des contraintes dépasse une valeur critique, le système subit des réorganisations à différentes échelles afin de relaxer les contraintes mécaniques. Nous nous intéressons ici à l'échelle mésoscopique pour laquelle la relaxation des contraintes mécaniques peut donner lieu à la formation de fractures ou de plis (rides) dont la morphologie est très variée. Les

morphologies observées constituent une signature des contraintes mécaniques du milieu.

L'objectif du projet est en premier lieu de modéliser les figures de fractures existantes dans les couches picturales superposées des peintures d'art afin de comprendre leur formation et de donner des informations sur la matière picturale. D'autre part, ce projet a pour but de reproduire les paramètres pertinents de la peau humaine en modélisant expérimentalement la peau par une superposition de couches de matériau dont les propriétés rhéologiques sont chacune bien contrôlables et d'étudier l'influence de ces propriétés sur l'organisation des plis et rides.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

La problématique commune aux différentes études constituant ce projet concerne la caractérisation mécanique d'un milieu de propriétés physico-chimiques données lors du séchage : problème d'évolution temporelle, quantification du comportement de la couche (modules d'élasticité). Ainsi nous avons travaillé sur trois pistes: l'indentation, la mesure de contraintes moyennes dans des couches par mesure de la déflexion d'un substrat, le séchage directionnel avec l'idée de se servir des morphologies de fissures pour mesurer par méthode inverse des caractéristiques mécaniques.

Résultats majeurs

Une première partie des résultats concerne l'établissement d'un diagramme reliant les morphologies de fractures dans des couches minces à l'épaisseur et aux propriétés rhéologiques de ces dernières : la formation hiérarchique de fractures a été mise en évidence au cours de la consolidation de la couche. L'effet de sollicitations externes sur les figures de fractures a également été mis en évidence en considérant le cas du séchage d'une couche de ferrofluide sous l'effet d'un champ magnétique extérieur. Une seconde partie concerne les contraintes externes qui peuvent également agir sur la couche modèle à travers la déformation de la sous-couche (formation de rides). Pour un système physico-chimique donné, une caractérisation des propriétés mécaniques de la couche a été réalisée en fonction du temps de séchage.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- « Patterns caused by buckle-driven delamination in desiccated colloidal gels », L. Pauchard *Europhys.Lett.*, 74, 188 (2006)
 - « Alternating crack propagation during directional drying », G. Gauthier, V. Lazarus, and L. Pauchard *Langmuir*, 23, 4715–4718 (2007)
 - « When a crack is oriented by a magnetic field », L. Pauchard, F. Elias, P. Boltenhagen, A. Cebers, and J. C. Bacri, *Phys. Rev. E*, 77, 021402-1,9 (2008)
- 2 en préparation
- Ouvrage :
- « La Joconde, essai scientifique », ouvrage collectif, Codex Images (oct. 2007)

Conférences

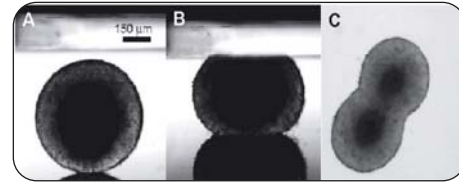
Invitées

- L. Pauchard « les Apôtres de Georges de la Tour : originaux et copies », conférence lors de l'exposition réalisée par le C2RMF et le CCSTI de Laval.
- "Dynamics in Soft Condensed Matter", Cargèse, July 28 - August 9, 2008.
- K. Sekimoto. "Contraintes internes dans les matériaux", "Morphogenesis through the interplay of nonlinear chemical instabilities and elastic active media", 2-14 juillet 2007, Cargèse (France).

Colloques : 1

Dynamique dans les agrégats cellulaires biologiques : rôle de l'adhérence cellulaire et du cytosquelette

Jean-Paul Rieu



Agrégats de cellules embryonnaires cancéreuses. (A) posé sur une surface, (B) durant une compression pour mesurer sa tension de surface tissulaire, (C) Fusion de 2 agrégats pour mesurer sa viscosité tissulaire.

© a) Dev Biol. 278 : 255 (2005)
© b, c) Physica A. 352 : 352 (2005)

Laboratoire de Physique de la Matière Condensée et Interfaces LPMC, Université de Lyon

Acronyme Dynacell
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 150 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 72
Autres IT : 7,2
Recrutés : 12

Discipline Physique

Mots clés

- Agrégats cellulaires
- Tension de surface
- Adhésion
- Cytosquelette
- Cadhérines

Résumé

Alors que de nombreuses études concernent la migration de cellules isolées sur des surfaces, la compréhension des mouvements à l'intérieur des tissus est beaucoup plus grossière. Les agrégats de cellules embryonnaires ou sphéroïdes constituent un système parfaitement adapté pour la caractérisation physique ou biologique des tissus. Ces tissus embryonnaires imitent le comportement des liquides élastico-visqueux. Ils sont élastiques sur des échelles de temps courtes (secondes), et aux temps longs, ils peuvent s'arrondir, coalescer ou s'étaler comme les liquides. Par analogie avec les liquides, l'existence d'une tension interfaciale tissulaire a été mise en évidence, elle est proportionnelle à la quantité

de cadhérines (protéines d'adhésion cellule-cellule) exprimées sur les cellules. Néanmoins, les cadhérines sont reliées au réseau dense du cytosquelette d'actine. Certaines théories prédisent que ce réseau pourrait lui aussi être à l'origine de la tension tissulaire.

Nous avons étudié les propriétés physiques des agrégats de cellules dont la liaison cadhérine/cytosquelette est modifiée par des mesures de tension de surface (avec un tensiomètre monté au laboratoire basé sur la loi de Laplace appliquée à des agrégats comprimés, de viscosité apparente et de rhéologie (en compression avec le tensiomètre).

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Nous avons d'abord assez longuement cherché le meilleur modèle cellulaire comportant des cadhérines natives et tronquées. Nous pensions travailler sur des cellules d'embryon de poulet modifiées par transfection. Mais les siRNAs utilisés pour la transfection ont une durée de vie trop courte pour les expériences avec les agrégats. Nous avons finalement opté pour des lignées stables invalidées génétiquement pour l'expression de l' α -caténine et sa lignée parentale cancéreuse contrôlée que nous a envoyées le Pr. Nagafuchi (Japon). Le développement du tensiomètre des tissus a demandé près de 2 ans pour être optimisé (problèmes de dérives thermiques, de traitement de surface, de force capillaire parasite à la traversée d'une interface liquide/air d'une tige reliée à un cantilever...).

Résultats majeurs

Nous avons développé des techniques pour fabriquer, manipuler et mesurer les propriétés physiques et rhéologiques d'agrégats de divers types (embryon de poulet ou de Zebrafish, CHO, lignées cancéreuses...). Une caractérisation morphologique et immunologique systématique des cellules dans les agrégats a été réalisée sur des agrégats fixés, coupés (travail de S. Bodenec, postdoc ANR). La tension de surface de ces agrégats dépend essentiellement de l'expression des cadhérines et assez peu de la liaison au cytosquelette alors que la fluidité (ou viscosité apparente) en dépend énormément. Les agrégats ne semblent pas être des fluides newtoniens, il s'agirait plutôt d'un liquide avec forces seuils.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- A. Mgharbel, H. Delanoë-Ayari and J.-P. Rieu. Measuring liquid/liquid interfacial tension with a compression tensiometer. 2008 Soumis à EPL (Europhysics Letters).
- H. Delanoë-Ayari, S. Iwaya, Y. Maeda, J. Inose, C. Rivière, M. Sano and J.-P. Rieu. "Changes in the magnitude and distribution of forces at different developmental stages of Dictyostelium". Cell Motility and the Cytoskeleton. 65 (2008) 314-331
- Arnaud E, Ferri K, Thibaut J, Haftek-terreau Z, Auouacheria A, Le Guellec D, Lorca T, Gillet G. The Zebrafish Bcl-2 Homologue Nr3 Controls Development During Somiteogenesis And Gastrulation Via Apoptosis-dependent And -independent Mechanisms. (2006) Cell Death Differ 13 : 1128-1137
- Rounding Of Aggregates Of Biological Cells: Experiments And Simulations. Mombach JCM, Robert D, Graner F, Gillet G, Thomas GJ, Idiart M, Rieu JP.(2005) Physica 352 : 525-534

Conférences

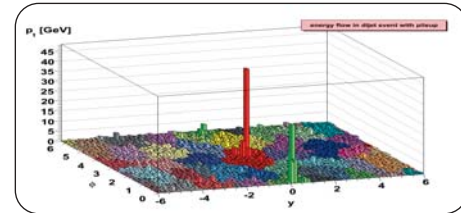
Invitées

- A. Mgharbel, H. Delanoë-Ayari, G. Gillet, J.-P. Rieu. « Dynamics of embryonic chick retinal cell aggregates » CellMech-2007 meeting, Barcelona 26-28 Septembre 2007.
- A. Mgharbel, H. Delanoë-Ayari, G. Gillet, S. Bodenec, H. Mertani, J.-P. Rieu. « Physique et Rhéologie des Agrégats cellulaires embryonnaires » GDR CellTiss , Sète 12-14 octobre 2008.

Colloques : 5

Outils de pointe pour la reconstruction QCD aux collisionneurs

Gavin Salam



Flot d'énergie dans un événement simulé LHC (avec « pileup ») et son regroupement en jets (zones contigües de même couleur).

LPTHE (CNRS UMR 7589, UPMC Univ. Paris, Université Paris Diderot (Paris 7))

Acronyme	QCDOOLS
Edition	2005
Durée du projet	36 mois
Financement	120 000 €
Personnels (H-m)	C + EC + IR : 72 Autres IT : Recrutés : 24

Discipline Physique

Mots clés

- LHC
- Jets
- QCD
- Boson de Higgs
- Géométrie algorithmique

Résumé

La frontière à hautes énergies de la physique des particules est étudiée actuellement au Tevatron, et bientôt le sera aussi au LHC. Ces deux expériences sont des collisionneurs de protons, qui cherchent à découvrir le boson de Higgs et d'autres nouvelles particules. La présence de protons (et donc de quarks) dans l'état initial des collisions veut dire qu'il est impératif de prendre en compte les effets de l'interaction forte (QCD) dans presque toutes les analyses expérimentales.

Un élément clé de nombre de ces analyses est la correspondance entre les caractéristiques de ce qui s'observe à l'état final (hadrons : pions, kaons, protons,

neutrons) et des concepts en QCD comme des quarks et gluons isolés. Notamment, on identifie une gerbe (« jet ») d'hadrons avec un quark énergétique produit à travers une interaction forte ou électrofaible. L'extraction efficace d'information sur les interactions qui ont lieu aux collisionneurs hadroniques dépend cruciallement du degré de raffinement des outils utilisés pour effectuer de telles identifications.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Les critères pour une bonne formulation d'un algorithme de jets avaient été établis en 1990 (« critères de Snowmass »), et se résument par (1) « collinear-infrared safety (CIS) » (le regroupement de particules énergétiques en jets doit être insensible aux rayonnements de basse énergie, sinon l'utilisation de la QCD perturbative, le principal outil de prédiction au LHC, est compromise) ; et (2) par des aspects pratiques, notamment la vitesse des stratégies informatiques pour implémenter ces algorithmes (car les expériences doivent traiter un volume énorme de données). Au début du projet, il existait des algorithmes de jets qui satisfaisaient (1) (par exemple l'algorithme dit « kt ») ou (2) (les algorithmes de « cône »), mais pas les deux en même temps.

Résultats majeurs

Nous citons ici quatre résultats : 1) nous avons établi un lien profond entre l'algorithme kt et des problèmes connus en géométrie algorithmique (diagramme de Voronoi dynamique), faisant passer vitesse de N^3 à $N \ln N$ pour un événement avec N particules (FastJet) [Cac05] ; 2) nous avons montré comment reformuler les algorithmes de cône de façon à satisfaire la condition CIS (SIScone) [Sal07] ; 3) nous avons établi comment limiter l'impact du très grand bruit qu'il y aura au LHC en provenance du « pileup », la vingtaine d'interactions proton-proton qui auront lieu simultanément à chaque collisions des faisceaux au LHC [Cac07,Cac08a] ; 4) nous avons montré comment utiliser les jets pour découvrir plus facilement un boson de Higgs léger (le cas le plus probable, et aussi le plus dur à découvrir) [But08] et un « Z' » [Cac08b].

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- M. Cacciari et G.P. Salam, Dispelling the N^3 myth for the kt jet-finder, Phys.Lett. B 641 (2006) 57 [hep-ph/0512210].
- G.P. Salam et G. Soyez, A Practical Seedless Infrared-Safe Cone jet algorithm, JHEP 0705 (2007) 086 [arXiv:0704.0292].
- M. Cacciari et G.P. Salam, Pileup subtraction using jet areas, Phys.Lett. B659 (2008) 119 [arXiv:0707.1378].
- M. Cacciari, G.P. Salam et G. Soyez, The Catchment Area of Jets, JHEP 0804 (2008) 005 [arXiv: 0802.1188].
- J.M. Butterworth, A.R. Davison, M. Rubin et G.P. Salam, Jet substructure as a new Higgs search channel at the LHC, Phys. Rev. Lett. 100 (2008) 242001 [arXiv:0802.2470].
- M. Cacciari, J. Rojo, G.P. Salam et G. Soyez, Quantifying the performance of jet definitions for kinematic reconstruction at the LHC, arXiv:0810.1304, à paraître dans JHEP.

Conférences

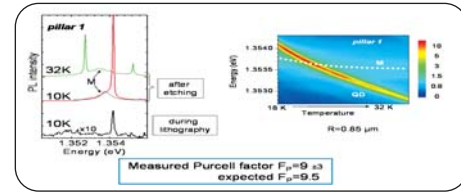
Invitées

- - M. Cacciari: Dispelling the N^3 myth for the kt jet-finder, présentation invitée aux XLI Rencontres de Moriond (QCD and high energy hadronic interactions), La Thuile, Italie, mars 2006.
- G. Salam, A practical seedless infrared-safe cone algorithm, présentation invitée aux Rencontres de Moriond: QCD and Hadronic interactions, mars 2007.
- G. Salam, Recent progress in defining and understanding jets, présentation invitée à l'International Symposium on Multiparticle Dynamics, Berkeley, USA, août 2007.
- M. Cacciari, Jet areas and subtraction, présentation invitée au DIS 2008 Workshop, Londres, avril 2008.
- J. Rojo, Theoretical developments for jet algorithms, présentation invitée à l'International Symposium on Multiparticle Dynamics, Hambourg, septembre 2008.

Colloques : 31

Boîtes quantiques semiconductrices de grande force d'oscillateur et microcavités optiques ultimes pour le régime de couplage fort exciton-photon

Pascale Senellart



Démonstration du couplage déterministe entre un mode de cavité ultime et une boîte quantique unique.

Laboratoire de Photonique et de Nanostructures, LPN-CNRS, UPR20

Acronyme MICADOS
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 107 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 64,8
Autres IT : 7,2
Recrutés : 23

Discipline
Mots clés

Physique

- Boîtes quantiques semiconductrices
- Information quantique,
- Cavités optiques ultimes
- Electrodynamique quantique en cavité
- Nanofabrication

Résumé

Lorsqu'une boîte quantique unique est placée dans une cavité optique, son interaction avec le champ électromagnétique se trouve renforcée. L'émission de lumière peut devenir réversible si l'interaction est suffisamment forte. Le système est en Régime de Couplage Fort et ses états propres sont des états mixtes lumière-matière, prometteurs pour l'implémentation de bits quantiques à l'état solide. La physique des boîtes quantiques est un domaine de recherche très vaste, qui va de la croissance des nanostructures, à la réalisation de portes quantiques optiques basées sur l'émission de boîtes quantiques uniques, en passant par l'optimisation

de boîtes quantiques pour les applications télécom. Ce projet rassemble des jeunes chercheurs chacun spécialisé dans un domaine de la physique des boîtes quantiques. Par la mise en commun de ces différentes compétences, ce projet se donne pour but de développer, dans les délais les plus courts possibles, le meilleur système (boîtes quantiques + cavité) pour le régime de couplage fort qui permettra à la communauté française de poursuivre sa course en tête dans ce domaine.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Pour démontrer le régime de couplage fort entre une boîte quantique et un mode de cavité, les propriétés de chaque composant doivent être optimisées (cavité de qualité ultime, boîte quantique de grande force de couplage). Une fois ce travail réalisé, le véritable point dur consiste à placer la boîte quantique au bon endroit spatialement et spectralement pour que son couplage au mode de cavité soit optimal. Au début de contrat en 2005, une seule équipe au niveau international possédait une technologie de couplage déterministe.

Résultats majeurs

D'importants efforts de développement technologique nous permettent aujourd'hui de disposer de cavité microdisque, micropilier et à cristal photonique présentant des facteurs de qualité à l'état de l'art international. Par ailleurs, nous avons inventé une technologie nouvelle originale qui nous permet de réaliser le couplage déterministe entre une boîte quantique unique et un mode de cavité optique. Nous sommes ainsi le deuxième groupe au niveau international à posséder une telle technologie, et le seul à disposer d'une technologie compatible avec la fabrication d'un grand nombre de dispositifs. Nous savons aujourd'hui fabriquer à la demande des systèmes boîte quantique-cavité en régime de couplage : ceci va bien au-delà des objectifs fixés pour ce projet. Enfin, nous avons réalisé des mesures d'optique fine en régime de fort effet Purcell contrôlé et mis en évidence des effets d'optique non-linéaire géants à l'échelle de la boîte quantique unique.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Nano-positioning single quantum dots in a resonant microcavity through far field optical lithography, A. DOUSSE, L. LANCO, J. SUFFCZYNSKI, E. SEMENOVA, A. MIARD, A. LEMAITRE, I. SAGNES, C. ROBLIN, J. BLOCH, P. SENELLART arXiv:0807.4427, sous presse à Physical Review Letter
Fast radiative quantum dots: From single to multiple photon emission [HYPERLINK "http://scitation.aip.org/vsearch/servlet/VerityServlet"](http://scitation.aip.org/vsearch/servlet/VerityServlet) Highly directional radiation pattern of microdisk cavities E. Peter, A. Dousse, P. Voisin, A. Lemaître, D. Martrou, A. Cavanna, J. Bloch, and P. Senellart Appl. Phys. Lett. 91, 151103 (2007)
- "Cavity quantum electrodynamics with semiconductor quantum dots", P. SENELLART AND I. ROBERT-PHILIP, Handbook of Self Assembled Semiconductor Nanostructures for Novel Devices in Photonics and Electronics, Editor M. Henini,
- Cavity QED with a single QD inside an optical microcavity E. PETER, J. BLOCH, D. MARTROU, A. LEMAITRE, J. HOURS, G. PATRIARCHE, A. CAVANNA, J.M. GÉRARD, S. LAURENT, I. ROBERT-PHILIP AND P. SENELLART Phys. Stat. Sol. B, 243, 3879 (2006)

Conférences

Invitées

- ICPS, Vienne, Autriche 23-28 juillet 2006, Strong coupling regime for a single quantum dot in an optical microcavity
- IPRM 2006, International conférence on Indium Phosphide and Related Materials, à Princeton, New Jersey (Etats-Unis) du 7 au 11 mai 2006, Tailoring the emission from single quantum dot through cavity effects for quantum information processing
- WURSBURG Wursburg-Rothenburg, Allemagne 5-6 oct. 2006, Strong coupling regime for a single GaAs quantum dot in a microdisk microcavity
- Nano and Giga Challenges in Electronics, Photonics and Renewable Energy. 14th . Canadian Semiconductor Technology Conference. Hamilton, Ontario, CANADA, AUGUST 10-14, 2009, SCALABLE AND DETERMINISTIC CAVITY-DOT COUPLING.

Colloques : 8

Mechanical activity of the Cell Interface

Pierre Sens

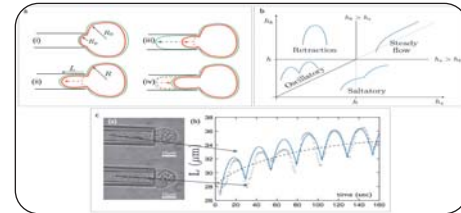


Diagramme de phase des mouvements possibles de l'amibe dans une micro-pipette.

Laboratoire Gulliver ESPCI

Acronyme RheoCellMb
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 150 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 58,8
 Autres IT :
 Recrutés : 28

Discipline Physique

Mots clés

- Cytosquelette
- Membrane Plasmique
- Rhéologie
- Motilité
- Phagocytose

Résumé

Le but de ce projet est d'obtenir une description expérimentale et théorique quantitative de la réactivité mécanique de l'interface cellulaire (membrane plasmique est cytosquelette) et d'utiliser cette description dans le contexte de la motilité cellulaire et de certaines fonctions biologiques particulières telles que la phagocytose. Les différentes étapes du projet sont :

- Accéder aux paramètres moléculaires contrôlant les interactions entre membrane et cytosquelette (CSK) en étudiant les courbes force-extension obtenues lors de l'extraction de nanotubes membranaires à partir de cellules.

- Obtenir un modèle théorique auto cohérent de la brisure de symétrie qui conduit à la motilité cellulaire, à partir d'un modèle microscopique du cytosquelette d'actine

- Obtenir une description des contraintes mécaniques mises en jeu lors de la phagocytose

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Résultats majeurs

Notre travail sur l'amibe *Entamoeba Histolytica* a montré que l'interaction entre cytosquelette et membrane pouvait être décrite en combinant la cinétique d'adhésion/décrochement de liens moléculaires et la cinétique de polymérisation du cortex d'actine. Nous avons obtenu un diagramme de phase assez complet des mouvements possibles de l'amibe dans une micropipette, que nous avons réussi à reproduire expérimentalement (voir Figure).

Notre modèle sur la motilité cellulaire inclut la polymérisation d'actine à la membrane, la tension membranaire, et la dynamique d'attachement et de détachement des liens entre CSK et substrat. Nous avons mis à jour une transition de stick-slip à l'origine de la brisure de symétrie.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- P. Sens and N. Gov. Force Balance and Membrane Shedding at the Red-Blood-Cell Surface. *Phys. Rev. Lett.* 98, 018102 (2007)

Conférences

Invitées

- P. Nassoy : Nanotube membranaires – Gomadingen (Allemagne) 03/08
- P. Sens: Learning from Blebbing cells – Gomadingen (Allemagne) 03/08

Colloques :

Spectroscopie Téra-Hertz ultra-rapide

Jérôme Tignon

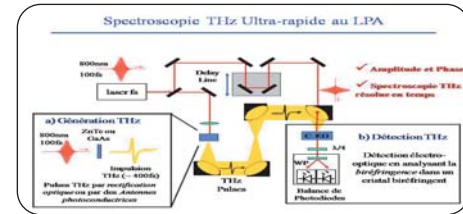


Schéma du montage de spectroscopie THz

Laboratoire Pierre Aigrain de l'École Normale Supérieure

Acronyme TERANANO
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 150 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 68,4
 Autres IT :
 Recrutés :

Discipline Physique

Mots clés

- Nanosciences
- Semiconducteurs
- Spectroscopie
- Infra-rouge
- Dynamique

Résumé

La gamme de fréquences entre 0.1 THz et 30 THz reste encore largement inexplorée parce que difficilement accessible par les techniques traditionnelles de l'infra-rouge lointain, en raison d'un manque de sources et de détecteurs efficaces. La spectroscopie THz ultra-rapide est une nouvelle technique qui permet de faire de la spectroscopie extrêmement sensible dans cette gamme et d'autre part d'accéder pour la première fois à la dynamique grâce à une excitation impulsionnelle cohérente. Le projet a consisté à mettre en œuvre cette technique en plein essor, puis à l'appliquer à l'étude intra-bandes et inter-sousbandes de la

dynamique non-linéaire des excitations électroniques dans les nanostructures de semiconducteurs. Après le développement expérimental, un premier axe de recherche concerne l'étude des excitations de spin dans les gaz d'électrons polarisés, en champ magnétique (développement de la spintronique). Un deuxième axe de recherche vise à étudier le gain et la dynamique des lasers à cascades quantiques (développement de nouvelles sources THz intégrées) en vue d'améliorer la compréhension du fonctionnement de ces dispositifs, ainsi que leurs performances.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Etude des lasers à cascade quantique : d'un point de vue scientifique, la principale difficulté réside dans la complexité de la structure, dont le fonctionnement est difficile à analyser, aussi bien en régime permanent (étude du gain) qu'en régime dynamique (étude du temps de vie des excitations par des expériences pompe-sonde). D'un point de vue technologique, outre la fabrication des échantillons, la principale difficulté consiste à coupler le rayonnement THz à l'entrée des guides d'onde.

Etude des gaz d'électrons en champ magnétique : la principale difficulté rencontrée ici concerne le montage expérimental (transmission THz-TDS au travers d'une bobine supra 9T modifiée à cet effet).

Résultats majeurs

Nous avons mesuré le gain dans des lasers à cascade quantique de différents types (bound-to-continuum, LO-phonon), fonctionnant à différentes longueurs d'onde dans la gamme THz, en fonction du courant d'injection et en fonction de la température de fonctionnement. Nous avons mesuré et analysé l'efficacité de l'injection dans les différentes zones actives en vue d'une rétroaction sur les schémas à venir. Nous avons mesuré la dynamique du gain dans des expériences de type pompe-sonde.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- N. Jukam, S. S. Dhillon, D. Oustinov, Z.-Y. Zhao, S. Hameau, J. Tignon, S. Barbieri, A. Vasanelli, P. Filloux, C. Sirtori, X. Marcadet, « Investigation of spectral gain narrowing in quantum cascade lasers using terahertz time domain spectroscopy » *Applied Physics Letters* 93, 101115 (2008).
- Z.Y. Zhao, S. Hameau, J. Tignon, « THz generation by optical rectification and competition with other nonlinear processes » *Chinese Physics Letters* 25, 1868 (2008).
- N. Jukam, S. Dhillon, Z.Y. Zhao, G. Duerr, J. Armijo, N. Simons, S. Hameau, S. Barbieri, P. Filloux, C. Sirtori, X. Marcadet, J. Tignon, « Gain measurements of THz quantum cascade lasers using THz time-domain spectroscopy », *IEEE J. Selected Topics in Quantum Electronics* 14, 436 (2008).

Conférences

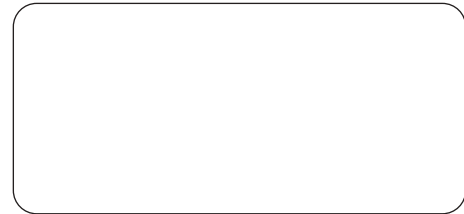
Invitées

- N. Jukam, S. Dhillon, D. Oustinov, Z.-Y. Zhao, S. Hameau, S. Barbieri, A. Vasanelli, P. Filloux, C. Sirtori, X. Marcadet, J. Tignon « Gain measurements of quantum cascades lasers using terahertz time-domain spectroscopy » GDR-E, European GDR project "Semiconductor sources and detectors of THz frequencies", Paris, 25/09 – 26/09 2008.
- N. Jukam, S. Dhillon, Z.Y. Zhao, J. Armijo, G. Duerr, M. Voos, S. Hameau, J. Tignon, «THz generation using interdigitated emitters. Application to the study of QCLs », 4ème Journées THz, Bombannes, 29/05 - 31/05 2007.

Colloques : 11

Corrélations Hors d'Equilibre et Fluctuations

Emmanuel Trizac



Laboratoire de Physique Théorique et Modèles Statistiques, Université Paris Sud.

Acronyme CHEF
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 60 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 120
Autres IT :
Recrutés :

Discipline Physique

Mots clés

- Physique statistique hors d'équilibre
- Systèmes désordonnés
- Matière granulaire
- Dynamique vitreuse

Résumé

En physique statistique hors de l'équilibre les résultats de portée générale sont rares. Dans ce projet, le but est d'étudier la validité du théorème de fluctuation dans différents systèmes hors d'équilibre. Plus précisément, nous nous intéressons à des systèmes en régime stationnaire tels que des gaz granulaires, mais aussi à des systèmes vitreux simples. La complémentarité des approches a par exemple l'avantage de réaliser un lien entre les lois thermodynamiques hors de l'équilibre dans les systèmes granulaires dilués, et celles dans les systèmes

granulaires denses pouvant être liquides ou vitreux. Notre projet se détourne du point de vue local, conceptuellement mieux maîtrisé. Il prend appui sur l'étude des distributions de probabilité d'observables globales, et en particulier de leurs grandes déviations temporelles, qui s'imposent désormais comme une nouvelle pierre angulaire de la mécanique statistique. Une telle approche se justifie, à tout le moins, par sa pertinence expérimentale. Peu de travaux théoriques convaincants existaient dans ce contexte en 2005.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Les principales difficultés rencontrées ont été de nature calculatoire d'une part, et numériques d'autre part.

Résultats majeurs

- Mise au point d'une « thermodynamique des histoires », qui s'appuie sur l'analogie dynamique d'une fonction de partition, résultant du comptage des réalisations temporelles plutôt que de micro-états. L'état vitreux s'interprète alors comme le point critique d'une transition du premier ordre, qui prend place dans l'espace des réalisations temporelles.
- Calcul exact des propriétés de grande déviation de l'injection d'énergie dans une classe de systèmes dissipatifs modèles, et propriétés universelles des fluctuations de certaines observables physiques.
- Caractérisation des gaz granulaires par des grandeurs macroscopiques ou globales

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Fluctuations of power injection in randomly driven granular gases, P. Visco, A. Puglisi, A. Barrat, E. Trizac, F. van Wijland, *Journal of Statistical Physics* 125, 533 (2006).
- Dynamic first order transition in kinetically constrained models of glasses, J. Garrahan, R. Jack, V. Lecomte, E. Pitard, K. van Duijvendijk and F. van Wijland, *Phys. Rev. Lett.* 98, 195702 (2007)
- Injected power fluctuations in 1D dissipative systems, J. Farago and E. Pitard, *J. Stat. Phys.* 128, 1365 (2007)
- Efficient measurements of linear susceptibilities in molecular simulations: applications to ageing supercooled liquids, *Phys. Rev. Lett.* 98, 220601 (2007).
- Statistics of the number of zero crossings: from random polynomials to the diffusion equation, G. Schehr and S. Majumdar, *Phys. Rev. Lett.* 99, 060603 (2007).

Conférences

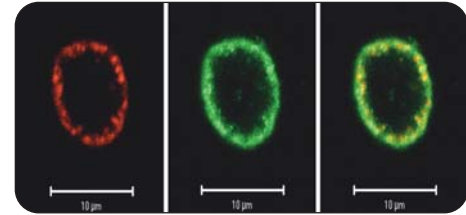
Invitées

- -L. Berthier, Dynamical heterogeneities in glasses, colloids and granular media, 25 août au 5 septembre 2008, Leiden, Pays-Bas.
- E. Trizac, XXXVI winter meeting of statistical physics, Taxco, Mexico, janvier 2007.
- Society, Nouvelle Orléans, USA.
- E. Pitard, Harvard University, Eugene Shakhnovitch's 50th birthday symposium, décembre 2007.
- L. Berthier, Mechanical behaviour of glassy materials, juillet 2007, Vancouver, Canada

Colloques :

Particules Troyennes : *assemblage supramoléculaire de nanoparticules thérapeutiques*

Nicolas Tsapis



Particule Troyenne par microscopie électronique à balayage.

Physico-Chimie, Pharmacotechnie, Biopharmacie, UMR CNRS 8612.

Acronyme	SUPNANOTHER
Edition	2005
Durée du projet	36 mois
Financement	150 000 €
Personnels (H-m)	C + EC + IR : 36 Autres IT : Recrutés : 13 Doctorants : 24

Discipline Physique

Mots clés

- Nanoparticules
- Microparticules
- Séchage
- Colloïdes
- Assemblage supramoléculaire

Résumé

Nous avons mis au point un système qui combine les avantages des nanoparticules du point de vue thérapeutique avec la facilité de manipulation des microparticules: les particules troyennes. Il s'agit de particules creuses micrométriques dont la coque est composée de nanoparticules, obtenues par pulvérisation-séchage de suspensions de nanoparticules. Ce matériau hybride est très prometteur pour la vectorisation de principes actifs.

Nous avons optimisé des particules troyennes pour l'administration d'un corticoïde par voie intraoculaire. Nous avons dans un premier temps focalisé notre

attention sur l'encapsulation de la dexaméthasone dans des nanoparticules de PLGA par émulsion-évaporation de solvant. Nous avons ensuite formulé les particules troyennes, en retenant comme excipients un phospholipide la dipalmitoylphosphatidylcholine (noté DPPC) et l'acide hyaluronique.

Nous avons aussi étudié le séchage suspensions de colloïdes modèles dans un mélange eau-éthanol en faisant varier la proportion de chaque solvant. Nous avons aussi étudié l'influence des forces de stabilisation des colloïdes sur le phénomène de flambage.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

La tendance à cristalliser du principe actif a considérablement freiné notre travail d'encapsulation dans les nanoparticules.

Résultats majeurs

Nous avons optimisé l'encapsulation de diverses formes de la dexaméthasone aussi bien dans des nanoparticules que dans des microparticules ou des particules Troyennes. Nous avons montré que le procédé de pulvérisation séchage n'empêche pas l'assemblage supramoléculaire des excipients. Les cinétiques de libération in vitro ont montré que la matrice d'excipients permet de ralentir la libération du principe actif à partir des particules troyennes par comparaison avec les nanoparticules. Nous avons montré qu'il est possible de faire varier le seuil de flambage de gouttelettes colloïdales en faisant varier la proportion d'éthanol et que les forces de stabilisation des colloïdes avaient une influence sur le seuil de flambage.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- G. Marty, N. Tsapis Monitoring the buckling threshold of drying colloidal droplets using water-ethanol mixtures. *European Physical Journal E*, 27 (2) : 213-219 (2008).
- C. Gómez-Gaete, N. Tsapis, L. Silva, C. Bourgaux, M. Besnard, A. Bochot, E. Fattal. Supramolecular organization and release properties of phospholipid-hyaluronan microparticles encapsulating dexamethasone. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 70 (1): 116-126 (2008)
- C. Gómez-Gaete, E. Fattal, L. Silva, M. Besnard, N. Tsapis. Dexamethasone acetate encapsulation into Trojan particles. *Journal of Controlled Release*, 28(1): 41-49 (2008).
- C. Gómez-Gaete, N. Tsapis, L. Silva, C. Bourgaux, E. Fattal. Morphology, structure and supramolecular organization of hybrid 1,2-dipalmitoyl-sn-glycero-3-phosphatidylcholine-Hyaluronic acid microparticles prepared by spray-drying. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 34(1):12-21 (2008).
- C. Gómez-Gaete, N. Tsapis, M. Besnard, A. Bochot and E. Fattal. "Encapsulation of dexamethasone into biodegradable polymeric nanoparticles." *International Journal of Pharmaceutics*, 331: 153–159 (2007).

Conférences

Invitées

- Nicolas TSAPIS
"Nanodevices for controlled delivery: the example of Trojan Particles"
"Therapeutic nano-objects", Evry juin 2007

Colloques : 10

Cinétique de la rupture sous-critique dans les milieux hétérogènes

Loïc Vanel



Photo de la fracture obtenue dans une feuille de papier.

Laboratoire de physique de l'ENS de Lyon

Acronyme CINRUPSOCMIH
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 150 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 54
Autres IT :
Recrutés : 24

Discipline Physique

Mots clés

- Fracture
- Matériaux Hétérogènes
- Cinétique thermiquement activée
- Interactions de fissures
- Emission acoustique

Résumé

L'objectif du projet consistait à comprendre comment l'hétérogénéité d'un matériau influence sa dynamique de rupture. En particulier, il s'agissait d'observer la rupture lente, sous-critique, du matériau induite par activation thermique à force imposée. Pour cela, une étude expérimentale a été entreprise sur des feuilles de papier pris comme matériau hétérogène modèle. Outre que la croissance d'une fissure unique y est très bien décrite par un modèle cinétique, ce choix a été motivé par la capacité à modifier aisément l'hétérogénéité du matériau par affaiblissement local (ajouts de trous ou de fissures). Des études de la rugosité des fissures dans une feuille de papier ont été menées

et ont montré l'influence de la dynamique de croissance sur la rugosité, en particulier la différence entre le régime de propagation sous-critique et le régime de propagation dynamique instable. Les interactions entre fissures ont été observées en tirant sur le matériau à vitesse imposée. Des interactions attractives ou répulsives peuvent se produire de manière statistique selon la distance initiale entre les fissures. Enfin, une étude de la dynamique de rupture lente dans un cylindre de verre a montré une relaxation similaire à la dynamique des répliques d'un tremblement de terre.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

La réalisation d'échantillons troués pour étudier l'effet du désordre s'est révélée trop fastidieuse pour obtenir des résultats dans un temps raisonnable. Il nous semble maintenant une meilleure idée d'introduire à la place un désordre de température dans l'échantillon par impression d'un motif en niveau de gris et éclairage avec une lampe infrarouge. Nous testons actuellement cette idée.

Résultats majeurs

- Nous avons mis en évidence pour la première fois un effet de la vitesse de croissance d'une fissure sur sa rugosité. Plus précisément, la rugosité est plus grande en rupture lente sous-critique qu'en rupture dynamique instable.
- Nous avons observé un comportement bistable lors de l'interaction entre deux fissures dans un matériau hétérogène: lors de la phase de croissance initiale, deux fissures peuvent, avec un poids statistique qui dépend de leur éloignement, soit s'attirer, soit se repousser.
- Nous avons observé et interprété la dynamique de rupture dans une expérience de relaxation de contrainte. Il y a une forte analogie avec la dynamique des répliques d'un tremblement de terre.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- N. Mallick, P.-P. Cortet, S. Santucci, S. G. Roux, and L. Vanel, Phys. Rev. Lett. 98, 255502 (2007).
- P.-P. Cortet, G. Huillard, L. Vanel, S. Ciliberto, J. Stat. Mech. P10022 (2008).

Conférences

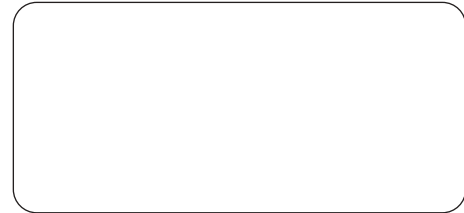
Invitées

- Workshop of Statistical Physics in Mechanics, 11-23 Juin 2006, Grasse
- Fluctuations and Scaling in Materials, Statphys 23 Satellite Conference, 4-7 Juillet 2007, Todi, Italie
- Physical Aspects of Fracture Scaling and Size Effects, 9-13 Mars 2008, Monte Verita, Suisse

Colloques : 2

Propriétés non standard des neutrinos et leur impact en astrophysique et en cosmologie

Maria Cristina Volpe



Institut de Physique Nucléaire, Orsay

Acronyme NeuPAC
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 150 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 66,6
Autres IT :
Recrutés : 36
Autres : 105,3

Discipline Physique

Mots clés

- Modèles de masses dans le cadre de théories nouvelles
- Leptogénèse
- Propriétés non-standard des neutrinos
- Neutrinos de supernovae
- Neutrinos reliques

Résumé

L'objectif de ce projet est d'étudier d'un point de vue théorique et phénoménologique les propriétés non standard des neutrinos et leurs conséquences en physique des particules, en astrophysique et en cosmologie. Le projet s'articule autour de trois axes. Le premier est l'étude des propriétés non standard des neutrinos et de leurs manifestations expérimentales. Dans ce but, on a exploré différents scénarios de physique au-delà du Modèle Standard (e.g. dans le cadre des théories supersymétriques, ou avec dimensions supplémentaires) compatibles avec les observations expérimentales. Le deuxième axe est l'étude du rôle des neutrinos dans l'origine de l'asymétrie baryonique de l'Univers via la leptogénèse. On a travaillé sur des mécanismes originaux et sur

des effets nouveaux (effets de la saveur leptonique), compatibles avec les données expérimentales sur les neutrinos, et reproduisant l'asymétrie baryonique observée. On a déduit de cette dernière condition des contraintes sur les propriétés des neutrinos. Le troisième axe est l'étude de l'impact des propriétés non standard des neutrinos sur leur propagation lors de l'explosion des Supernovae de type II ainsi que dans des observatoires, existants ou en phase d'étude. On a également exploré des méthodes originales pour observer les neutrinos reliques de Supernovae, ou bien cosmologiques. Leur observation offrirait une fenêtre nouvelle sur l'Univers.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

La prise en compte des effets de saveur dans la leptogénèse a nécessité de développer de nouveaux codes numériques dédiés. L'étude de la violation de CP dans les supernovae a requis de développements numériques lourds, afin d'inclure le couplage des neutrinos avec la matière et avec eux-mêmes.

Résultats majeurs

- 1) Neutrinos et violation de CP dans les supernovae de type II : obtention de résultats originaux quant aux conditions nécessaires pour avoir des effets de CP directs (dans un observatoire) ou indirectes (dans l'étoile) ; réalisation des calculs numériques les plus complets sur la propagation des neutrinos dans l'étoile incluant la phase de violation de CP.
- 2) Étude de la leptogénèse dans les modèles $SO(10)$ avec mécanisme de see-saw à symétrie gauche-droite, et obtention de conditions pour reproduire l'asymétrie bayonique observée.
- 3) Étude de nouveaux scénarios de matière noire avec neutralino léger.
- 4) Mise en évidence de l'important rôle des saveurs dans la question de la leptogénèse.
- 5) Comment discriminer parmi les 3 mécanismes du see-saw grâce à l'approche effective.
- 6) Contraintes par les neutrinos sur les théories des dimensions supplémentaires.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications AGL/brevets

- I- J. Gava et C. Volpe, "Collective neutrinos oscillation in matter and CP-violation", arXiv:0807.3418, Phys.Rev.D78, 083007 (2008).
- A.B. Balantekin, J. Gava, C. Volpe, "Possible CP-Violation effects in core-collapse Supernovae", Phys. Lett. B662, 396 (2008).
- P. Hosteins, S. Lavignac et C.A. Savoy, « Quark-lepton unification and eight-fold ambiguity in the left-right symmetric seesaw mechanism », Nucl. Phys. B755, 137 (2006).
- A. Abada, P. Hosteins, F.X. Josse-Michaux et S. Lavignac, « Successful Leptogenesis in $SO(10)$ Unification with a Left-Right Symmetric Seesaw Mechanism », Nucl. Phys. B809, 183 (2009).
- A. Abada, S. Davidson, F-X Josse-Michaux, M. Losada, A. Riotto, « Flavor issues in leptogenesis », JCAP 0604, 004 (2006).
- A. Abada, C. Biggio, F. Bonnet, M.B. Gavela, T Hambye, "Low energy effects of neutrino masses", JHEP 0712, 061 (2007).

Conférences

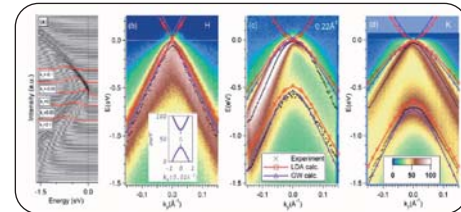
Invitées

- C. Volpe, "Neutrino physics: recent discoveries and future challenges", EURORIB08, Giens, 9-13 juin 2008
- C. Volpe, « Core-collapse supernova neutrinos and neutrino properties », HLPW, Spa, 6-8 mars 2008
- S. Lavignac, « Successful leptogenesis in the left-right symmetric see-saw mechanism », conférence Planck 07, Varsovie, 9-13 juin 2007.
- S. Lavignac, "Neutrino masses and leptogenesis in Grand Unified Models", 5ème rencontre annuelle du Réseau Européen ENTApP, ECT*, Trento, Italie, 16-21 novembre 2008.
- A. Abada, "Study of flavour dependencies in leptogenesis", International Meeting on Lepton Properties and the Cosmological Origin of Matter, Recinto Quirama, 2-6 décembre 2007.
- A. Abada, "Flavour issues in leptogenesis", International Conference of High Energy Physics ICHEP, Moscou, 26 juillet-2 août 2006.

Colloques : 18

Calcul des propriétés optiques de nanotubes et de nanofils

Ludger Wirtz



Quasi-particle band-structure of graphite, measured by angular resolved photo-emission spectroscopy and calculated with DFT (red lines) and the GW-approximation (blue lines). From Publ. [4]

CNRS, IEMN, Lille

Acronyme	CPONN
Edition	2005
Durée du projet	36 mois
Financement	140 000 €
Personnels (H-m)	C + EC + IR : 48 Autres IT : Recrutés : 36

Discipline Physique

Mots clés

- Optical properties
- Nanowires and nanotubes
- Ab-initio methods
- Tight-binding methods
- Electronic excitations

Résumé

Nanotubes (e.g. carbon nanotubes) and semiconductor nanowires are promising candidates for components of nano-electronic circuits. In this project, we have calculated electronic excitations in nanotubes, nanowires and other nanostructures both with ab-initio techniques and with semi-empirical techniques (tight-binding). In particular, we have studied the role of the reduced dimensionality on the band-gap and on the excitonic binding energies. The

project involved the use of existing computer codes as well as the development of a new code that implements the techniques of many-body perturbation theory in the tight-binding approximation and that is now in the test-phase. We have applied the methodology for calculations of excitations in C and BN nanotubes, in graphite, graphene, CdSe nanocrystals and other systems of reduced dimensionality.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

- Performance of ab-initio calculations for systems with many atoms in a unit-cell.
- Proper parametrization of matrix elements and model dielectric function for the tight-binding calculations. Proper inclusion of image-potentials (electron-electron, electron-hole, and hole-hole).

Résultats majeurs

- 1) Beta-version of a tight-binding based code for optical excitations, calculated on the level of the Bethe-Salpeter equation.
- 2) Application to specific systems, e.g. :
 - Electron-phonon coupling in graphene on the level of the GW-approximation.
 - Explication of Raman spectra of single- an multi-layer graphene.
 - Understanding the optical contrast of phase change materials.
 - Understanding the quasi-particle band-structure (measured by ARPES) of graphite.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- D. Graf, F. Molitor, K. Ensslin, C. Stampfer, A. Jungen, C. Hierold, and L. Wirtz, « Spatially Resolved Raman Spectroscopy of Single- and Few-Layer Graphene », *Nano Lett.* 7, 238 (2007).
- S. Botti and M. A. L. Marques, « Identification of fullerene-like CdSe nanoparticles from optical spectroscopy calculations », *Phys. Rev. B* 75, 035311 (2007).
- W. Welnic, S. Botti, L. Reining, and M. Wuttig, « Origin of the optical contrast in phase change materials », *Phys. Rev. Lett.* 98, 236403 (2007).
- A. Grüneis, C. Attaccalite, T. Pichler, V. Zabolotnyy, H. Shiozawa, S.L. Molodtsov, D. Inosov, A. Koitzsch, M. Knupfer, J. Schiessling, R. Follath, R. Weber, P. Rudolf, L. Wirtz, and A. Rubio, « Electron-electron correlation in graphite: A combined angle-resolved photoemission and first-principles study », *Phys. Rev. Lett.* 100, 037601 (2008).
- K. Ishioka, M. Hase, M. Kitajima, L. Wirtz, A. Rubio, and H. Petek, « Ultrafast electron phonon decoupling in graphite », *Phys. Rev. B* 77, 121402(R) (2008).
- M. Lazzeri, C. Attaccalite, L. Wirtz, and F. Mauri, « Impact of the electron-electron correlation on phonon dispersions: failure of LDA and GGA functionals in graphene and graphite », *Phys. Rev. B* 78, 081406(R) (2008).

Conférences

Invitées

- Ludger Wirtz, « Optical Properties of BN Nanotubes and Hexagonal BN - Role of Defects », MRS Fall Meeting, Boston, USA, 11/2007.
- Ludger Wirtz, « Electronic excitations in hexagonal layered systems: C and BN », 2nd International School and Workshop on Time-Dependent Density Functional Theory, Benasque, Spain, 09/2006.
- Silvana Botti, « Ab initio modeling of optoelectronic properties of chalcopyrites for photovoltaic conversion », CECAM Workshop on Critical materials issues in photovoltaics: searching for solutions via theory and simulations, June 2, 2008 to June 4, 2008.
- Silvana Botti, « Photoelectronic properties of chalcopyrites for photovoltaic conversion: self-consistent GW calculations », 3rd International School and Workshop on Time-Dependent Density Functional Theory, Prospects and Applications, Benasque, Spain, 09/2008.



USAR
unité support de l'ANR



CNRS USAR
3 rue Michel Ange
75794 Paris CEDEX 16