



IRSAMC – FR 2568
Laboratoire Collisions Agrégats Réactivité
UMR 5589 (CNRS - Université de Toulouse 3)



Laboratoire Collisions Agrégats Réactivité **Université Paul Sabatier Toulouse 3** **CNRS UMR 5589**

Rapport d'activité

2005-2009

Bilan

Table des matières

page

1	Message du directeur
8	Organigrammes
11	Bilan scientifique
13	<i>E1 - Structure, dynamique et thermodynamique des agrégats</i>
18	<i>E2 - Interférométrie atomique</i>
23	<i>E3 - Spectroscopie moléculaire ultra rapide et contrôle cohérent</i>
29	<i>E4 - Interaction ions matière</i>
35	<i>E5 - Atomes froids</i>
40	<i>E6 – Optique pour les tests fondamentaux</i>
45	<i>E7 – Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires</i>
55	Production scientifique
55	<i>ACL</i>
77	<i>ACLN-ASCL</i>
78	<i>INV</i>
90	<i>ACTI</i>
93	<i>ACTN</i>
94	<i>COM</i>
96	<i>AFFI</i>
102	<i>OS</i>
103	<i>OV-AP</i>
104	Collaborations
111	Visiteurs
114	Stagiaires
117	Responsabilités administratives
122	Diffusion de la culture scientifique
123	Hygiène et sécurité
125	Formations
130	Doctorants
137	Post doctorants
138	Budgets

Message du Directeur

Ce message présente de manière synthétique les éléments clés décrivant la vie du Laboratoire Collisions Agrégats Réactivité durant la période de référence (Janvier 2005-Juin 2009).

Présentation du Laboratoire

Le Laboratoire Collisions, Agrégats, Réactivité est un laboratoire de physique fondamentale dont l'activité expérimentale et théorique s'exerce en optique laser et en physique atomique et moléculaire. Il est structuré en 6 équipes de recherche expérimentale et 1 équipe de théoriciens. La devise de l'Union Européenne, *Unis dans la diversité*, pourrait être également celle du LCAR : des sujets de recherche très divers dans leur finalité y sont développés, de la radiosensibilisation de tissus biologiques à la biréfringence magnétique du vide, mais malgré cette diversité le laboratoire est soudé par des moyens d'investigation similaires (lasers, manipulation de particules chargées) et par une culture commune, comme en témoignent le rattachement de tous les chercheurs CNRS à la section 04 du CoNRS et l'appartenance de tous les enseignants-chercheurs à la section 30 du CNU (à une exception près dans les deux cas : une chercheuse relève de la section 13 du CoNRS et un maître de conférences de la section 28 du CNU).

Les expériences réalisées au LCAR visent à repousser les limites de l'état de l'art en physique et physico-chimie fondamentale et à ouvrir de nouveaux horizons par des approches originales. Les quelques exemples suivants, non exhaustifs, donnent une idée de la palette des thématiques du laboratoire : l'interféromètre atomique de l'équipe du même nom a permis d'obtenir les mesures les plus précises à ce jour de la polarisabilité électrique de l'atome de lithium; l'équipe BMV a mis de nouvelles bornes aux propriétés de l'axion, une particule encore hypothétique candidate pour la matière noire ; le groupe « agrégats » a développé un dispositif unique au monde qui permet de coller un par un et de façon tout à fait contrôlée des atomes ou des molécules sur des agrégats triés en masse; l'équipe « laser femtoseconde » a réussi à factoriser des grands nombres à l'aide d'impulsions laser ultra-courtes; le montage de l'équipe « Interactions ions-matière » est capable de caractériser la fragmentation directe de l'ADN ainsi que les électrons secondaires émis lors de traitement par protonthérapie des cancers; des développements instrumentaux originaux sont également menés au LCAR, en particulier dans le domaine des lasers, par les groupes « interférométrie atomique » et « laser femtoseconde ». Le LCAR a connu durant les quatre dernières années des succès remarquables dont certains ont été salués par la presse grand public, par exemple la traque des axions menée par l'équipe « Biréfringence Magnétique du Vide » et le collage contrôlé d'atomes sur des agrégats réussi par le groupe « agrégats ».

Les théoriciens du laboratoire (7 permanents) sont regroupés en une équipe unique. Ils partagent une culture et des méthodologies similaires. De même que les expérimentateurs, leurs thématiques de recherches sont diversifiées. Ils travaillent à la fois sur des sujets développés expérimentalement ou théoriquement dans d'autres laboratoires et sur des modélisations en relation directe avec des sujets expérimentaux du laboratoire. Dans le premier cas, le nombre considérable de collaborations nationales et internationales traduit la vitalité du groupe. Des résultats remarquables ont été obtenus par collaborations entre théoriciens et expérimentateur à l'intérieur du LCAR: on peut citer les modélisations de dynamique ultrarapide dans les systèmes moléculaires par Chris Meier pour l'équipe « laser femtoseconde », la collaboration d'Arnaud Dupays avec l'équipe « BMV » qui a mis

en évidence la diminution de la vitesse de rotation d'étoiles à neutrons fortement magnétisées par un effet de friction quantique, due au couplage vide-champ magnétique.

Le LCAR abrite des services propres de gestion, d'électronique, de mécanique, d'informatique et de soutien technique général. Ils fonctionnent en services communs mutualisés: ingénieurs et techniciens œuvrent au gré des besoins et ne sont généralement pas affectés sur le long terme à une équipe particulière. En décembre 2005, Daniel Castex, membre du service de mécanique, a bénéficié d'un changement de corps (ADT→TECH). En 2006 Stéphane Faure (IE CNRS) a intégré l'équipe « soutien aux expériences » dont il est devenu responsable en 2008 et Elsa Baynard (IE UPS) a également rejoint cette équipe la même année. En 2008 enfin, Emmanuelle Kierbel (IR CNRS) a, suite à une mutation, été affectée au service informatique dont elle a pris la direction en 2009. En dehors de l'arrivée de ces nouveaux membres, l'organigramme des services techniques a peu évolué depuis 2006. Au niveau des locaux, les principaux changements depuis 2005 sont la création d'un nouvel atelier de mécano-soudure et la mutualisation accrue à l'échelle de l'IRSAMC (l'Institut auquel nous sommes rattachés, dont nous reparlerons dans la suite) de l'informatique lourde, puisque nous partageons les locaux, la maintenance et la gestion d'un « cluster » de PC avec le LCPQ. Cette mutualisation de l'informatique lourde va encore s'accroître prochainement par l'aménagement d'une salle informatique commune au LCAR, LCPQ et LPT. Les équipes expérimentales sont installées dans un bâtiment unique à une exception près (l'expérience « Biréfringence Magnétique du Vide » est hébergée au LNCMI). De petite taille (2.7 permanents en moyenne), elles sont en général constituées autour d'un montage expérimental original. Les équipements très spécifiques à chaque expérience sont difficilement mutualisables, en dehors de la source laser femtoseconde partagée par deux projets différents.

Ressources humaines

	arrivées	départs	Changement de corps ou de statut
2005	<i>déc.</i> Elsa Baynard (IE)	<i>sept.</i> Jean-Pierre Ziesel (DR), <i>retraite</i> <i>sept.</i> Danièle Bordenave-Montesquieu (IR CNRS), <i>retraite</i> <i>sept.</i> Alain Bordenave-Montesquieu (DR CNRS), <i>retraite</i>	<i>déc.</i> Daniel Castex (ADT→TECH)
2006	<i>jan.</i> Stéphane Faure (IE) <i>sept.</i> Jean-Philippe Champeaux (MCF) <i>oct.</i> Mathilde Fouché (CR CNRS) <i>oct.</i> Nadine Halberstadt (DR CNRS) <i>stage</i>	<i>oct.</i> Claude Benazeth (Pr), <i>retraite</i>	<i>sept.</i> John Weiner (Pr), <i>éméritat</i> <i>sept.</i> Nicolas Lorente (MCF→Pr)

2007	<i>sept.</i> Arnaud Dupays (MCF) <i>déc.</i> David Guéry-Odelin (Pr)	Nicolas Lorente (Pr) <i>détachement</i>	
2008	<i>mars</i> Pierre Çarçabal (CR CNRS, LPPM Orsay) <i>mission longue durée</i> <i>oct.</i> Thierry Lahaye (CR CNRS) <i>nov.</i> Emmanuelle Kierbel (IR CNRS)	<i>juin</i> John Weiner (Pr ém.), <i>retraite</i> <i>oct.</i> Arnaud Le Padellec (MCF), <i>chgt. de laboratoire</i>	
2009	<i>jan.</i> Nadine Halberstadt (DR CNRS) <i>intégration</i>		<i>août.</i> Alberto Beswick (Pr), <i>éméritat</i>

Sauf mention particulière, les arrivants ont été recrutés au laboratoire

Tableau des mouvements de personnels au LCAR depuis le 1^{er} janvier 2005

L'effectif global du laboratoire, qui a rapidement augmenté dans les années 90 en passant de 17 personnes en décembre 1991 à 48 personnes en décembre 2001, s'est sensiblement stabilisé aux environs de 50 personnes (avec de légères fluctuations entre 45 et 55 personnes). Au cours de la période 2006-2009, l'effectif du LCAR a légèrement augmenté, passant de 25 à 28 chercheurs et enseignants-chercheurs, et de 11 à 14 ITA et ITRF. Actuellement, cet effectif se compose de 15 chercheurs CNRS (2 DR et 13 CR), de 13 enseignants-chercheurs dépendant l'Université P. Sabatier (8 PR et 5 MCF), de 14 personnel ITAOS (9 ITA CNRS et 5 ITRF UPS), de 10 doctorants et 3 post-docs. Le tableau ci-dessus récapitule, année par année, les arrivées et les départs survenus depuis Janvier 2005.

Besoins de recrutement de chercheurs et enseignants chercheurs

Au stade actuel de son développement, le laboratoire doit encore accueillir de jeunes chercheurs dans les équipes existantes dont certaines sont en sous-effectif. Trois équipes expérimentales, notamment, auraient besoin de bénéficier du soutien d'un Maître de conférences ou d'un chargé de recherche CNRS. L'opération de recherche Femtochimie est constituée d'un seul membre permanent et va en 2009 perdre le soutien d'une post doctorante. Si l'on tient compte non seulement de l'effectif absolu de ces équipes, mais aussi des responsabilités administratives de certains de leurs membres, les équipes agrégats et interférométrie atomiques sont également sous-critiques. Les besoins du LCAR s'établissent comme suit :

- **priorité n°1** : un MCF ou un chercheur CNRS dans les opérations de recherche femtochimie, agrégats ou interférométrie atomique.
- **priorité n°2** : un MCF ou un chercheur CNRS dans les autres opérations de recherche.
- **priorité n°3** : un PR ou un DR pour initier une nouvelle activité.

Besoins de recrutement de personnels techniques et administratifs

Les effectifs actuels des services techniques du laboratoire permettent à ce jour d'assurer leurs missions. Cependant, au cours du prochain contrat quadriennal ils vont diminuer sensiblement en raison des départs à la retraite prévus de :

- Agnès Georges (T CNRS), administration et secrétariat
- Marie-France Rolland (IE CNRS), administration et secrétariat
- Gérard Tréneq (IR CNRS) ingénieur opticien, service de soutien aux expériences et recherche dans l'équipe interférométrie atomique
- Roland Lagarrigue (T UPS) service informatique

La situation la plus préoccupante concerne évidemment le service administratif dont les deux personnels vont partir en retraite. Il va sans dire qu'un laboratoire à dominante expérimentale de la taille du LCAR ne saurait se passer d'un service propre de gestion et de secrétariat réactif et performant. Dans un laboratoire tel que le nôtre, ce service assure également une mission de secrétariat de direction, assistance précieuse sans laquelle l'équipe de direction proposée pour le prochain contrat quadriennal estime ne pas pouvoir assurer sa mission. La qualité de ce service est cruciale pour la vie du laboratoire.

- **priorité n°1** : remplacer le personnel d'administration et de secrétariat du LCAR avec un niveau minimum d'Assistant Ingénieur pour l'un, de Technicien pour l'autre. Agnès Georges et Marie-France Rolland sont toutes deux agents CNRS, mais leur remplacement pourrait être partagé en un poste CNRS et l'autre UPS.

En deuxième position de nos besoins figure le remplacement de Gérard Tréneq, IR0, qui a été et qui reste un élément clé dans la construction et l'organisation des services techniques du LCAR depuis sa création.

- **priorité n°2** : remplacer Gérard Tréneq par un ingénieur opticien de niveau équivalent.

Evolution des opérations de recherche

Les évolutions de personnels ainsi que des réorganisations internes ont mené aux évolutions suivantes :

- Arrêt définitif du montage « ions-surface » Ce montage était le centre de l'activité d'une équipe du même nom, placée sous la responsabilité de Martine Richard-Viard (CR CNRS), qui était formée de P. Benoit-Cattin (PR émérite depuis 1998), de Cl. Benazeth (PR) qui a pris sa retraite en 2006 et de Pierre Caffarelli (MCF). En 2007 cette équipe s'est regroupée avec l'équipe « spectrométrie d'électrons » pour former l'équipe « Ions-matière » dirigée par Patrick Moretto-Capelle (CR CNRS). En 2007, Martine Richard-Viard a décidé d'arrêter cette activité et, depuis octobre 2007, elle est en stage aux affaires Européennes de la Délégation Régionale CNRS Midi-Pyrénées. Arnaud Le Padellec (MCF), qui avait rejoint en 2004 l'équipe « spectrométrie d'électrons » en venant de l'équipe « agrégats », a quitté le LCAR en octobre 2008 pour rejoindre le Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements CESR CNRS UMR 5187. En mars 2008, l'équipe « ions-matière » a reçu le soutien de Pierre Çarçabal (CR CNRS, LPPM Orsay), en mission de longue durée.

- Disparition de l'équipe « manipulation d'atomes par champs proches issus de nanostructures » suite au départ en retraite de son responsable John Weiner en 2008.
- Création de l'équipe expérimentale « atomes froids ». Cette création d'une nouvelle équipe est consécutive au recrutement en 2007 sur un poste de professeur de David Guéry Odelin. Renaud Mathevet (MCF) qui faisait partie de l'équipe dirigée par J. Weiner a rejoint l'équipe « atomes froids ». Un chargé de recherche CNRS, Thierry Lahaye, a été recruté en 2008 afin de renforcer la nouvelle équipe « atomes froids ». Le montage expérimental aujourd'hui opérationnel que D. Guéry-Odelin a déménagé depuis le Laboratoire Kastler Brossel est installé dans une nouvelle salle entièrement aménagée en 2008. La venue de cette équipe de grande qualité témoigne de l'attractivité du LCAR et souligne la forte politique de recrutements extérieurs menée depuis sa création.
- L'équipe « Optique pour les tests fondamentaux » a regroupé deux activités durant l'essentiel de la période 2005-2009, l'interférométrie atomique sous la responsabilité de Jacques Vigué et l'étude de la biréfringence magnétique du vide et de thèmes reliés sous la responsabilité de Carlo Rizzo. Cette dernière activité s'est renforcée en 2006 avec l'arrivée de Mathilde Fouché (CR CNRS). En 2008, cette équipe s'est scindée en deux, avec une équipe « interférométrie atomique » et une équipe « optique pour les tests fondamentaux », toujours avec les mêmes responsables. Cette réorganisation n'a fait qu'entériner l'indépendance de fait des deux projets, dont l'un est physiquement délocalisé dans un autre laboratoire du campus toulousain, le Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses LNCMI (CNRS UPR 3228). L'équipe « Optique pour les tests fondamentaux » a initié un nouveau projet, encore en phase d'études préliminaires de faisabilité, qui vise à mesurer l'anisotropie directionnelle magnéto-électrique dans les gaz. Un nouveau montage expérimental a été développé dans les locaux du LCAR, sous la direction de Cécile Robilliard qui acquiert ainsi une certaine indépendance. De plus, C. Rizzo a décidé de rejoindre le LNCMI CNRS UPR 3228 pour le prochain quadriennal.
- L'équipe « Spectrométrie moléculaire ultra rapide et contrôle cohérent » a évolué en Mars 2008 ; Bertrand Girard, qui la dirigeait, a pris la direction du Département MPPU du CNRS, puis celle de son Institut de Physique, tout en gardant une présence au LCAR pour une quotité de 20%. A cette occasion, l'équipe s'est réorganisée en deux opérations de recherche « contrôle cohérent », sous la responsabilité de Béatrice Chatel, et « femtochimie », sous la responsabilité de Valérie Blanchet, ces deux opérations de recherche partageant un équipement commun, la chaîne laser femtoseconde du LCAR.

La composition de l'équipe « théorie » a aussi évolué, avec trois arrivées et un départ :

- Aziz Bouchène, spécialiste d'optique quantique, qui travaillait jusqu'à l'automne 2005 comme expérimentateur dans l'équipe « laser femtoseconde » a intégré l'équipe « théorie ».
- Nadine Halberstadt qui travaille notamment sur la dynamique de systèmes moléculaires insérés dans des nanogouttes d'hélium, a quitté le Laboratoire de Chimie et Physique Quantique (UMR 5626), membre de l'IRSAMC, pour rejoindre définitivement le LCAR en janvier 2009 après y avoir séjourné comme stagiaire entre octobre 2006 et décembre 2008.
- En septembre 2007, Arnaud Dupays a été nommé maître de conférences à l'université Paul Sabatier pour travailler au LCAR et il a rejoint l'équipe « théorie » où il a développé des recherches originales sur le freinage de la rotation des étoiles à neutrons par la magnétisation du vide quantique.

- Nicolas Lorente, qui venait d'être promu PR en 2006 et nommé membre de l'IUF junior la même année, a quitté le laboratoire en 2007, pour un détachement au *Centro de Investigaciones en Nanociencia y Nanotecnología* (Barcelone, Espagne).

L'émergence de ces nouveaux projets souligne le dynamisme de nos équipes et particulièrement des jeunes chercheurs et chercheuses du LCAR. Sur la période 2005-2009, le laboratoire LCAR a reçu 9 contrats blancs de l'ANR, ce qui est une autre preuve de la reconnaissance de ce dynamisme.

Ceci n'est pas cependant sans poser quelques difficultés, chaque opération de recherche nécessite des moyens humains, financiers et techniques supplémentaires, de plus en plus fournis sur fonds propres et contrats externes et qui échappent donc en grande partie au contrôle et à la volonté du directeur du laboratoire. Le LCAR a globalement été largement bénéficiaire sur le plan financier du passage au financement sur projets (ANR notamment) mais cela peut poser des problèmes de gestion interne et plus généralement de cohésion du laboratoire.

Les doctorants du laboratoire

Les doctorants formés au laboratoire sont en petit nombre, avec environ 2,5 en moyenne nouveaux doctorants par an. Tous les doctorants ont un financement pour leur thèse et il s'agit le plus souvent d'une bourse du Ministère donnée par l'Ecole Doctorale. Cependant, nous avons aussi obtenu deux bourses cofinancées CNRS-Région Midi-Pyrénées (1 en 2007 et 1 en 2009)

La qualité de nos doctorants est attestée par leur devenir après avoir quitté le laboratoire : sur les 16 docteurs ayant soutenu leur thèse entre 2002 et 2009, 2 ont un poste de chargé de recherche au CNRS, 6 un poste de maître de conférence dans des universités variées (Lyon, Bordeaux, Strasbourg, Paris 13 et Toulouse), 1 est ingénieur dans l'industrie, 1 est enseignant en classes préparatoires aux grandes écoles et 1 sont retournés dans leur pays d'origine, 4 enfin sont en stage post doctoral, et 1 est en recherche d'emploi.

Prix et distinctions

- Prix de thèse de Marion Jacquy
- Thierry LAHAYE a reçu le prix Louis Armand de l'Académie des Sciences en 2009.
- IUF junior pour Nicolas Lorente
- IUF Junior pour David Guéry-Odelin
- IUF senior pour Bertrand Girard
- Bertrand Girard Directeur du département MPPU du CNRS, puis de l'INP.

Structure administrative et insertion dans l'environnement local

Le LCAR est une unité mixte de recherche (UMR 5589) qui dépend du CNRS et de l'Université Paul Sabatier (UPS). Il fait partie de l'Institut de Recherche sur les Systèmes Atomiques et Moléculaires Complexes (IRSAMC), créé en 1994 et reconnu depuis 2003 comme Fédération de

Recherche par le CNRS (FR 2568). En plus du LCAR, l'IRSAMC est composé de trois autres unités mixtes CNRS :

- Le Laboratoire de Chimie et Physique Quantique (UMR 5626 UPS/CNRS)
- Le Laboratoire de Physique Théorique (UMR 5152 UPS/CNRS)
- Le Laboratoire de Physique et de Chimie des Nano Objets (UMR 5215 UPS/CNRS/INSA)

Un changement dans la constitution de l'IRSAMC est intervenu au début du contrat quadriennal 2007-2010 puisque le Laboratoire de Physique des Solides qui faisait partie de l'IRSAMC a disparu et que le LPCNO, laboratoire nouvellement créé et reconnu comme UMR, a intégré l'Institut.

L'IRSAMC a acquis au cours de ces dernières années une importance grandissante dans la mutualisation scientifique et logistique entre ses laboratoires. Les principales actions sur le plan scientifique sont un séminaire commun hebdomadaire, une bibliothèque commune et la gestion du réseau informatique.

Depuis 2008, les 4 laboratoires de l'IRSAMC ont décidé de gérer en commun les bourses de thèses attribuées par l'Ecole Doctorale Sciences de la Matière et aussi les postes de professeur ou de maître de conférences à l'université Paul Sabatier. Cette gestion commune augmente la souplesse et nous permet de mieux adapter nos demandes aux possibilités d'offre de bourses de thèse ou de postes d'enseignants.

Laboratoire Collisions Agrégats Réactivité - UMR 5589

Directeur : Jacques Vigue - Directeur Adjoint : Jean-Marc L'Hermite

15 chercheurs / 13 enseignants-chercheurs
9 ITA + 4 (+1 Insamc) LATOS
10 Doctorants, 3 Post-doctorants, 1 ATER

1^{er} avril 2009

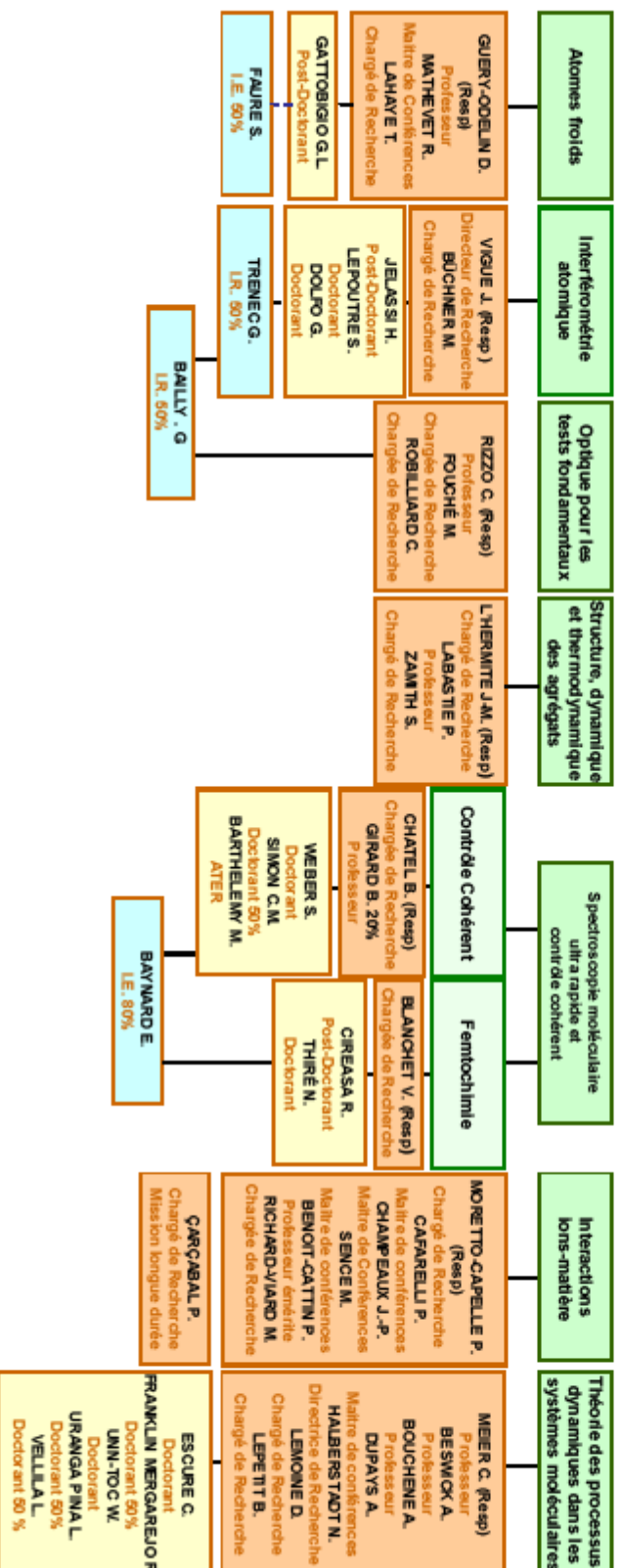
Service Informatique
Emmanuelle KIERBEL(IR)
Resp.
Roland LAGARRIGUE (T)

Administration
(Secrétariat / Gestion / Personnel)
Marie France ROLLAND (I.E.) Resp.
Agnès GEORGES (T)

Soutien aux expériences
Stéphane FAURE (I.E.) Resp. 60%
Elsa BAYNARD (I.E.) 20%
Laurent POLIZZI (T)
Gérard TRENEC (I. R.) 40%
William VOLONDAT (T)

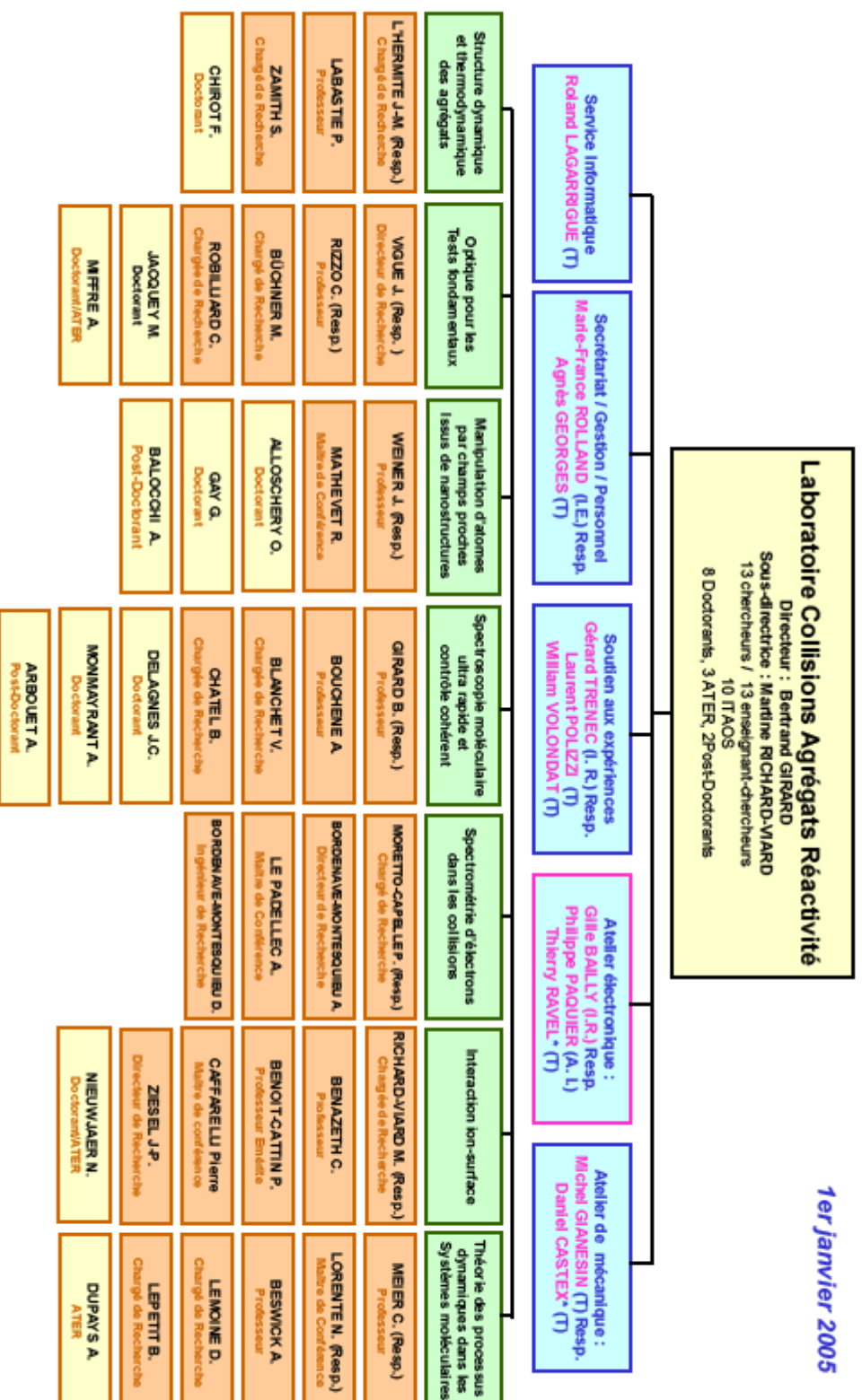
Service d'électronique :
Gilles BAILLY (I.R.) Resp. 50%
Philippe PAQUIER (A. I.)
Thierry RAVEL* (T)
* Postdoc UFR, attaché à l'IRSA-AMC

Service de mécanique :
Gérard TRENEC (I. R.) Resp. 10%
Daniel CASTEX (T)
Michel GIANESIN (T)



Laboratoire Collisions Agrégats Réactivités – UMR 5589 CNRS

1er janvier 2005



* Personnels UPS, rattachés à l'IRSAMC

BILAN SCIENTIFIQUE

E1 - Structure, Dynamique et Thermodynamique des agrégats

Jean-Marc L'Hermite (CR CNRS, resp), Sébastien Zamith (CR CNRS), Pierre Labastie (Pr), Fabien Chirot (PhD), Pierre Feiden (Post doc CNRS)

Collaborations : Fernand Spiegelman, Julie Douady (LCPQ, Toulouse), Florent Calvo (LASIM, Lyon)

Over the period 2005-2009, the cluster team has been working in the frame of the ANR project NUCLEA (resp. J.-M. L'Hermite). This project aimed at studying, experimentally and theoretically, at the molecular level, the growth of nanodroplets and their thermodynamic phase (liquid or solid). The goal was mainly to study the properties of pure water clusters and contaminated with sulfuric or nitric acid. People from three labs were involved in this work: the experimental cluster team from the LCAR, and theoreticians from the LCPQ (Toulouse) and the LASIM (Lyon). From the experimental point of view, a new method for studying unimolecular nucleation has been implemented and successfully tested on sodium clusters. This experimental setup allows us to determine the evolution of the sticking cross section with the size of the cluster and the collision energy. Furthermore, we have developed a new method, using the same experimental setup, to measure the heat capacity, thus the melting temperatures of size selected clusters. These measurements have allowed us to reveal structures in the calorific curves of small clusters that could not be resolved previously (for instance premelting for Na_{41}^+ clusters). At the theoretical level, the variation of the melting temperatures with the size of the clusters has been introduced in a non-isothermal model of nucleation. This model predicts that, under certain conditions, metastable liquid water droplets can form even at very low temperatures (typically those of the stratospheric clouds).

Measurement of sticking cross sections

An original experimental tool has been developed, which allows characterizing the products of the elementary reaction $A_n^+ + A \rightarrow A_{n+1}^+$, where A_n is a cluster of size n .

The main breakthrough of this experiment is that it allows to control precisely the collision between size selected clusters and atoms¹. In particular, the collision energy is slow enough so that the product A_{n+1} does not evaporate before detection. Figure 1 displays the sticking cross section for sodium clusters as a function of their size². One striking result is that the data agree with the hard sphere model only beyond a given size. This kind of behavior, already predicted for collisions between neutral reactants (but never observed), can be understood by using a Langevin model. In this model the interaction between the charged cluster and the neutral atom is of the type

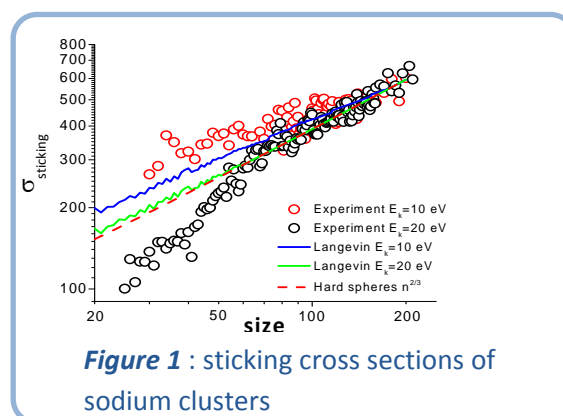


Figure 1 : sticking cross sections of sodium clusters

¹ “New device to study unimolecular nucleation”, F. Chirot, S. Zamith, P. Labastie and J.-M. L'Hermite, Rev. Sci. Instrum. **77**, 063108 (2006)

² “Experimental Determination of Nucleation Scaling Law for Small Charged Particles”, F. Chirot, P. Labastie, S. Zamith, and J.-M. L'Hermite, Phys. Rev. Lett. **99**, 193401 (2007)

charge-induced dipole. The cross section is then essentially determined by the crossing distance between two potential curves: The first one describes the entrance path $\text{Na}_n^+ + \text{Na}$, the second one the excited state $\text{Na}_n + \text{Na}^+$. Beyond a given size, the crossing distance becomes smaller than the size of the cluster and the cross section is then merely given by the hard sphere model. As can be seen on figure 1, this Langevin model gives satisfactory results at low collision energy (10eV, blue curve) but is unable to reproduce the experimental results at higher collision energies (20eV, green curve). A two-center jellium model, developed by F. Spiegelman (LCPQ), explains qualitatively this behavior. At high energy, non reactive excited states can be populated, hence reducing the cross section. The experimental work on water clusters has started in 2008. A new cluster source and a dedicated collision cell have been built and tested during the first half of 2008. The measure of absolute sticking cross sections of water molecules onto protonated water clusters has recently started. As for sodium, the cross sections follow the hard sphere model only beyond clusters containing about one hundred molecules. Below 100 molecules, the cross sections are systematically below the prediction of the hard sphere model. These results are currently analyzed and interpreted. Similar measures are planned for water clusters containing ammonia or sulfuric acid.

Detection of the solid-liquid phase transition

The melting temperature of mass selected clusters is determined by measuring the mean number of sticking that they can undergo as a function of their temperature.

Phase transitions in clusters are detected by measuring the heat capacity of clusters as a function of their temperature. A first order transition is characterized by a peak in the caloric curve. The position of the peak's maximum gives access to the melting temperature whereas the peak area gives the latent heat. The clusters temperature is controlled thanks to a heat bath, whereas the internal energy, related to the evaporation rate, is characterized by the average number of sticking a cluster can stand at this temperature. This technique is quite advantageous compared to others³. Indeed, the use of sticking collisions has a much wider applicability than techniques using laser to deposit energy inside the clusters while the amount of deposited energy can still be precisely controlled. Figure 2 displays the melting temperatures of sodium clusters as a function of their size. Our results (blue squares) are in good agreement with the ones obtained in Freiburg by Schmidt et al⁴ (open circles). Using our differential method, more precise, we have been able to measure melting temperatures and latent heat for new cluster sizes. We have confirmed that the origin of the melting temperature variations for sodium clusters is essentially geometrical. Using a 2-level model, the analysis of the experimental data shows a possible equivalence between the (energy/entropy of melting) correlation and the (binding energy/vibration frequency) correlation. The frequently observed energy/entropy correlation would thus be rooted to the structure of the clusters. For Na_{41}^+ clusters, for which M. Schmidt concluded to the absence of a first order phase transition, we have identified a peak in the caloric curve and structures that could be interpreted as pre-melting.

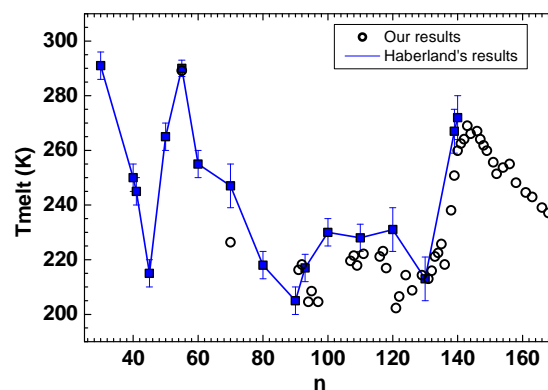


Figure 2 : melting temperature of sodium clusters

³ "A novel experimental method for the measurement of the caloric curves of clusters", F. Chirot, P. Feiden, S. Zamith, P. Labastie, and J-M L'Hermite, J. Chem. Phys. **129**, 164514 (2008)

⁴ M. Schmidt *et al*, Nature (London) **393**, 238 (1998)

We have started preliminary experiments on water clusters. Figure 3 displays the measure heat capacity for $(\text{H}_2\text{O})_{70}\text{H}^+$. Around 120 K, the curve starts increasing a lot; unfortunately, the decrease of the curve after 140 K, that would have unambiguously demonstrated the presence of a peak, is not fully reliable because evaporation comes in play. Indeed, for water, contrary to sodium, the melting and evaporation temperatures are quite close together. Preliminary results from the group of B. von Issendorf in Freiburg show similar behavior for negatively charged water clusters.

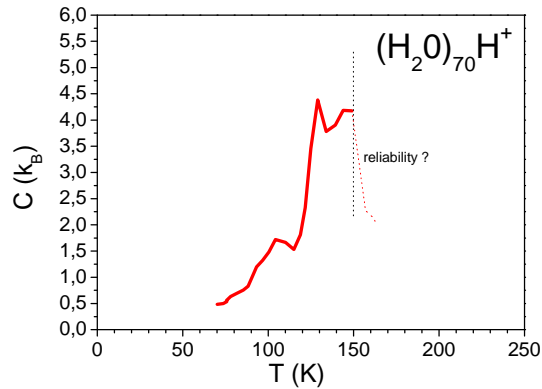


Figure 3 : heat capacity of $(\text{H}_2\text{O})_{70}\text{H}^+$ as a function of temperature

Nucleation and phase transitions

A new model introduces the size-dependent melting properties of droplet in the theory of nucleation in supersaturated vapors.

The critical analysis of theories describing the growth of droplets in supersaturated vapors has shown that phenomena were not taken into account, in particular the size-dependent solid-liquid phase transition in clusters. We have built a non isothermal nucleation model, based on Feder's approach⁵, which introduces the liquid-solid phase transition for nanodroplets and its variation with the size of the particles. Well below the macroscopic melting temperature, between 200 and 273 K for water, the particles initially grow liquid. Beyond a certain size, which depends not only on the vapor temperature but also of its pressure, particles may start growing in solid phase, but not necessarily. We have shown that during the non equilibrium process of nucleation, the size at which the transition from liquid growth to solid growth occurs does not obey simple rules. The fact that water droplets can start growing as liquid even at very low temperatures could contribute in explaining the high abundance of supercooled droplets in clouds⁶.

Topography of cluster potential energy surfaces

The basic idea of this theoretical approach is to use the interatomic distances for the study of potential energy surfaces rather than Cartesian coordinates.

Many model potentials are given in term of distances, so that it seems natural to try to use them directly. Of course, there is a major drawback: the distances are not independent from each other as soon as the number of atoms is greater than 4 (in 3 dimensions). The equations that constrain the distances are known however. They come in two groups: polynomial equalities, which define a variety in the space of distances, and inequalities, which limit the accessible part of this variety. The study of a potential energy surface can be done along three lines of approach:

- Search for local and global minima.
- Computation of the (configurational) density of states.
- Study of the dynamics on this surface.

⁵ J. Feder *et al*, Adv. Phys. **15**, 111 (1966)

⁶ "Liquid growth of water droplets in cold vapors", J-M L'Hermite, Phys.Rev.E, *soumis*

For local minima, a Lagrange method for the search of constrained minima can be used, with a complexity which is of the same order of magnitude as the complexity in Cartesian coordinates. For the global minimum, a "topological" approach is proposed. Among the $N(N-1)/2$ distances (for N atoms), $3N-6$ are independent, so that they can be chosen equal to the equilibrium distance r_0 of the pair potential. The other distances can then be computed using the constraint equations. Of course, many different choices of the initial $3N-6$ distances are possible. If one knows all the possibilities for a given size, it is very probable that one of these configurations is very close to the global minimum. Unfortunately, the number of choices increase tremendously with N , so that the enumeration is hardly possible above $N=11$.

For the dynamics, nothing really convincing has been obtained. The most interesting part of the work concerns the density of states (DOS). A paper is being published on a qualitative study of the DOS of very small clusters, showing that the frustration implied by the limitation of the accessible part of the distance state might give a kind of "explanation" for the solid-liquid transition in small clusters.

Conclusion

Original experimental and theoretical tools have been used to study the phenomena of nucleation and phase transitions in clusters. The implication of these phenomena in the physics of stratospheric clouds has naturally driven us to study the water system. Our investigations, still in progress, should help us to answer practical questions, such as: What are the most efficient seeds for nucleation? Are formed droplets in the liquid or the solid state? Even if we are far from having "elucidated the way stratospherical clouds form" as *Nouvel Observateur*⁷ reported, we hope that our studies will be useful for atmospheric physics.

Résumé

L'activité du groupe « agrégats » sur la période 2006-2009 se confond avec le projet ANR *NUCLEA* (resp. J-M L'Hermite), qui visait à étudier expérimentalement et théoriquement, au niveau moléculaire, le phénomène de croissance de nanogouttelettes et la phase thermodynamique des nanogouttelettes. Ce travail a impliqué le groupe expérimental « agrégats » du LCAR et un groupe théorique (LCPQ, Toulouse et LASIM, Lyon, resp. F. Calvo). D'un point de vue expérimental, une nouvelle technique d'étude de la nucléation unimoléculaire a été mise au point sur le sodium. Cela nous a permis d'obtenir la loi d'évolution avec la taille et l'énergie des sections efficaces de collage d'agrégats sélectionnées en taille avec une résolution atomique. Nous avons développé une méthode permettant, à partir du dispositif expérimental dédié à la nucléation, de mesurer les températures et chaleurs latentes de fusion d'agrégats sélectionnés en taille. Les mesures ainsi réalisées nous ont notamment donné accès, pour les agrégats d'assez petite taille, à certaines structures dans la courbe calorifique (préfusion dans l'agrégat Na_{41}^+ par exemple) jusqu'ici inobservables. Au niveau théorique, la variation de la température de fusion des gouttelettes avec leur taille a été introduite dans un modèle non isothermale de nucléation. Notre modèle prédit, dans certaines conditions, la formation de gouttelettes d'eau liquides métastables dans une vapeur froide, même à très basses températures (typiquement celles des nuages stratosphériques).

Les **Mesures de sections efficaces de nucléation** reposent sur le développement d'un outil expérimental original qui permet de caractériser précisément les produits de la collision élémentaire $A_n^+ + A \rightarrow A_{n+1}^+$, où A_n est un agrégat de taille n . Notre expérience est la seule au monde permettant de telles mesures. Les sections efficaces de collage d'agrégats de sodium en fonction de leur taille ont été mesurées. Les sections efficaces de collage de molécules d'eau sur des agrégats d'eau ont commencé à être mesurées récemment. Des mesures similaires sur des agrégats hétérogènes $(\text{H}_2\text{O})_n\text{NH}_4^+$ et

⁷ « Nano-Lego atomique », in *Le Nouvel Observateur*, 22-28 novembre 2007, page 120

$(\text{H}_2\text{O})_n\text{H}_3\text{O}^+$ vont être réalisées.

Les **transitions de phase solide-liquide** sont détectées en mesurant la capacité calorifique des agrégats en fonction de leur température. L'énergie interne, reliée au taux d'évaporation, est caractérisée par le nombre moyen d'atomes que l'on peut coller à cette température. Sur le sodium, nos résultats sont en accord avec ceux de M. Schmidt (Freiburg). Notre méthode différentielle, plus précise, nous a permis de mesurer la température de fusion pour des tailles inédites. Une analyse des données expérimentales dans le cadre d'un modèle de fusion à deux niveaux a montré une équivalence possible entre la corrélation énergie/entropie de fusion et la corrélation entre l'énergie de liaison de l'isomère le plus stable et sa fréquence de vibration. Pour l'agrégat Na_{41}^+ , pour lequel M. Schmidt concluait à l'absence de transition de phase du premier ordre, nous avons mis en évidence une structure non monotone de la courbe calorifique et identifié un phénomène de préfusion. Des mesures préliminaires ont été initiées sur les agrégats d'eau.

La relation entre **nucléation et transitions de phase** a été étudiée théoriquement en utilisant une modélisation de la transition solide-liquide des nanogouttelettes validée par nos expériences sur les agrégats, nous avons bâti un modèle de nucléation non isothermale. Bien en deçà de la température macroscopique de fusion les particules croissent d'abord dans l'état liquide, puis dans l'état solide à partir d'une taille qui dépend non seulement de la température de la vapeur mais aussi de sa pression. Le fait que les gouttelettes d'eau commencent nécessairement à croître dans l'état liquide même à des températures très basses pourrait contribuer à expliquer la proportion très importante de gouttelettes en surfusion dans les nuages.

E2 – Interférométrie atomique

Matthias Büchner (CR CNRS), Gérard Tréneç (IR CNRS, part time 50%), Jacques Vigué (DR CNRS, resp.), Alain Miffre (PhD student, 09/2001- 08/2005), Marion Jacquey (PhD student, 09/2003 - 06/2007), Steven Lepoutre (PhD student, 09/2007- 08/2010), Gilles Dolfo (PhD student, part time since 11/2006-..), Haikel Jelassi (Post-doc, ANR, 02/2008- 05/2009).

Collaborations : *G. Tino (LENS and university of Firenze, Italy), J. P. Toennies (MPI für Stromungsforschung, Göttingen, Germany), O. Cugat (Laboratoire de Génie Electrique de Grenoble), AEGIS collaboration CERN, A. Cronin (University of Arizona, Tucson, USA), P. Juncar et Th. Badr (BNM-INM, CNAM, Paris), F. Balembois (LCFIO, IOTA, Palaiseau), P. Wolf (Projet SAGAS, LNE-SYRTE, Observatoire de Paris), Ch. Salomon (LKB, UPMC-ENS, Paris), P. Cladé, F. Nez, S. Guellati-Khélifa, F. Biraben (LKB, UPMC-ENS, Paris).*

Our activity is centred on atom interferometry with lithium atom at thermal energy, with emphasis on separated beam experiments, i.e. experiments in which the two paths followed by the atoms inside the interferometers can be physically separated in order to apply a perturbation to one path only and to measure the effect of this perturbation on the fringe signal. After a first period (2000-2004) during which we have built and optimized our atom interferometer, we have done three such experiments: a very precise measurement of the electric polarizability of lithium atom; a measurement of the index of refraction of gases for lithium matter waves and a measurement of the atom-surface interaction.

We have also characterized our interferometer properties by the application of a magnetic gradient. As atom interferometers are very sensitive to inertial effects, we have studied the influence of vibrations on the fringe visibility. This analysis has pushed us to develop a suspended interferometer with an active suspension, as a part of the construction of a new interferometer with a slow and bright atomic beam of lithium produced by a Zeeman slower and intensified by laser compression and focussing. As the diffraction process used in our interferometer is laser diffraction in the Bragg regime, we are developing a solid state laser specific for the manipulation of lithium with 671 nm laser radiation.

We have received the support of ANR grant ANR-05-BLAN-0094 in 2005 and of Region Midi-Pyrénées in 2005 and 2006.

Measurements using our atom interferometer

Our atom interferometer is one of the very few apparatuses with physically separated beams and our measurements illustrate the power of such atom interferometers.

Measurement of the electric polarizability of lithium atom by atom interferometry

This experiment was done in 2004 and a first analysis was completed in 2005. We have obtained a 0.66% relative uncertainty, three times better than the previous measurement due to Bederson in 1974. In our experiment, the achieved uncertainty is dominated by the uncertainty on the atomic beam mean velocity, while the relative uncertainty due to the phase-shift measurement is only 0.07%. In this measurement, the main difficulty comes from the fact that the induced phase shift is proportional to $1/v$ (where v is the velocity) and the associated phase-shift dispersion. In 2006, we have reanalysed this data and we have taken into account the Sagnac phase shift due to Earth rotation, which had been forgotten. This correction had almost no consequence on the polarizability value but it improved the fit of the visibility data. More interesting, this remark suggests that we can exactly compensate the electric polarizability phase shift by a Sagnac-type phase shift, both phase shifts being proportional to $1/v$.

Measurement of the index of refraction of gases for lithium matter waves

The propagation of an atomic wave is modified when it goes through a gas and this modification can be described by a complex index of refraction. With a separated path atom interferometer, the experiment consists in introducing some gas on only one of the two beams. This experiment was first done with sodium waves by D. Pritchard and co-workers at MIT and we have done a similar experiment with our lithium interferometer and we have measured the index of refraction of three gases, argon, krypton and xenon. We would like to point out two very important improvements of our experiment with respect to previous ones: a) by an accurate evaluation of the gas column-density, we have measured absolutely the index of refraction and b) our interferometer exhibits a considerably better phase stability and a better signal-to-noise ratio so that we have been able to get rather accurate values of the real and imaginary parts of $(n-1)$ and of their ratio $\rho = \text{Re}(n-1)/\text{Im}(n-1)$. The ratio ρ is expected to exhibit glory oscillations when the target gas is mono-atomic and our data points are in good agreement with the best theoretical estimate (see figure 1). To show the progress realized, we also present for comparison the most recent published data from D. Pritchard's research group.

In a separate paper, we have also corrected the formula giving the thermal average of the index of refraction. Several groups, including our own group, had published wrong results.

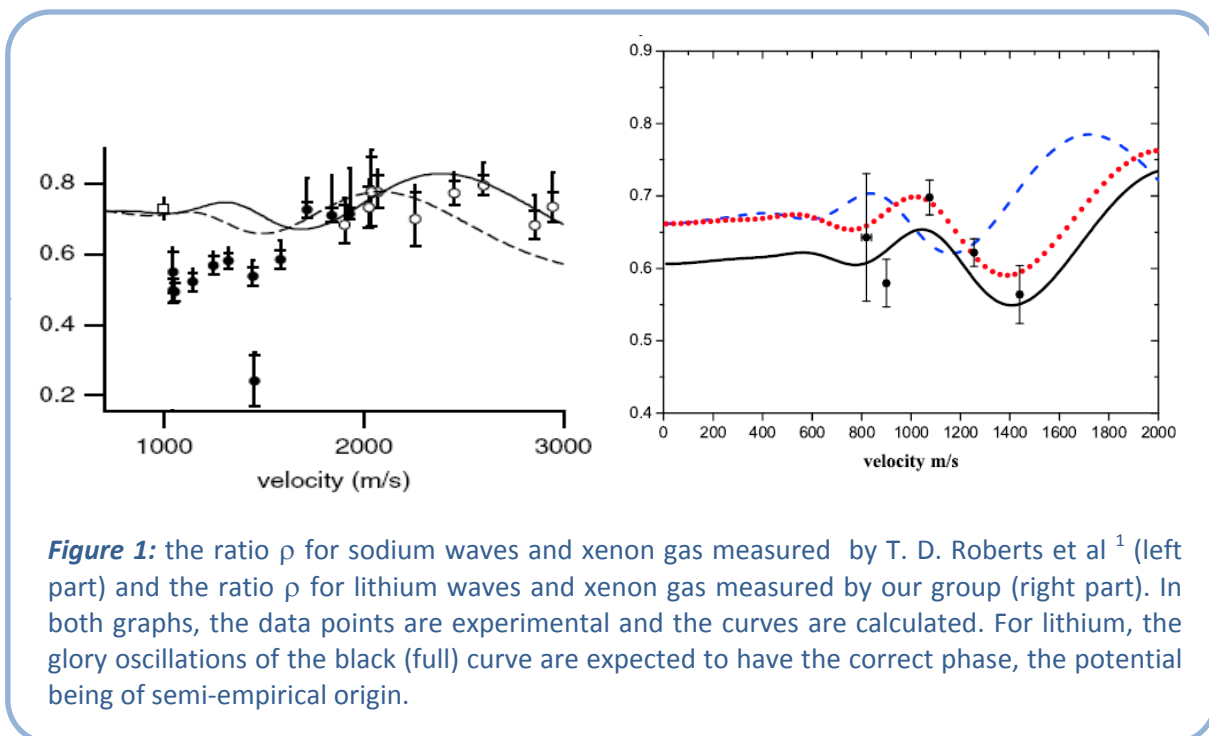


Figure 1: the ratio ρ for sodium waves and xenon gas measured by T. D. Roberts et al ¹ (left part) and the ratio ρ for lithium waves and xenon gas measured by our group (right part). In both graphs, the data points are experimental and the curves are calculated. For lithium, the glory oscillations of the black (full) curve are expected to have the correct phase, the potential being of semi-empirical origin.

¹ T. D. Roberts *et al.*, Phys. Rev. Lett. **89**, 200406 (2002)

Measurement of the atom-surface interaction in the Van der Waals range

The first measurement of this type was done in 2005 by Perreault and Cronin² with their sodium atom interferometer. The principle of the experiment is to put a supplementary grating on one of the atomic beam in the atom interferometer and to measure the effect on the interference fringes. The new feature is that one has access to the phase of the zero-order diffraction amplitude and this phase differs from zero only because of the existence of an atom-surface interaction potential.

In 2006, we have started an informal collaboration with A. Cronin and, in 2007-2008, we have made the same experiment with the same grating they used in their 2005 experiment. With our lithium atom interferometer, we take advantage of the absence of stray beams thanks to Bragg diffraction and its better phase stability and sensitivity. Numerous measurements have enabled us to measure this phase shift with a 3 mrad uncertainty, i.e. 33 times smaller than in the 2005 experiment. This large gain has had several interesting consequences: a) we have observed that this phase-shift is not proportional to $1/v$, where v is the atom velocity, but it has a slower dependence. This unexpected observation is very well reproduced by numerical calculations and by an analytic formula we have established; b) the phase-shift dependence with v is a signature of the dependence of the atom-surface interaction with the distance z and our data proves very clearly that the Van der Waals interaction behaves as $1/z^3$; c) thanks to an accurate measurement of the grating geometry by diffraction experiments done by Cronin and Lonij, we get a measurement of the C_3 parameter of the Li-SiN_x surface with a 6% relative uncertainty. Its value agrees well with our theoretical estimate of this parameter; d) this measurement is sensitive to possible violation of Newton law of gravity at very short range and, if one assumes a Yukawa form, for a range λ near 10 nm, our experiment provides a constraint on the amplification factor $\alpha < 10^{23}$: stronger constraints, $\alpha < 10^{19}$, for this range are available but our experiment is the first one based on atom interferometry.

Characterization of our atom interferometer

An atom interferometer is a complex experiment and, even if one understands its operation rather well from first principles, it is very difficult to develop a complete model describing all its properties. Experiments are needed for this characterization.

Decoherence resulting from the application of a magnetic field gradient

In this experiment, we apply a magnetic field gradient inside the atom interferometer. If there is no point where the magnetic field vanishes, the signal is the sum of the contributions of the various hyperfine sub-levels F , M_F , with a phase difference proportional to the magnetic field gradient. When the gradient increases, the fringe visibility decreases and presents revivals. The maximum visibility at the revivals does not reach its initial value, because of the dispersion of the phase shift which is a function of the atom velocity, in this case proportional to $1/v^2$. These experiments give very interesting information on the operation of the interferometer. We have thus tested the isotopic selectivity achieved by choosing the laser diffraction wavelength (this test is possible because the Landé factors are different for the two lithium isotopes) and also the velocity selectivity of Bragg diffraction as a function of the diffraction order used to run the interferometer.

These results have proved that a correct model of our interferometer must take into account the transverse profile of the laser beams used for Bragg diffraction and that a top-hat profile is a too coarse approximation. We have developed such a model with Gaussian transverse profile of the laser beams, using atomic rays to describe the collimation process and this model clearly improves the description of our interferometer. We have not published it, hoping to make a model without the ray approximation.

² J. D. Perreault and A. D. Cronin, Phys. Rev. Lett. **95**, 133201 (2005)

Effect of vibrations on the fringe visibility

Atom interferometers are very sensitive to rotation and to acceleration. The vibrations of the setup can induce fluctuating phase shifts $\Delta\phi$ which reduce the fringe visibility V given by $V = \exp[-\langle\Delta\phi^2\rangle/2]$ where V_0 would be the visibility in the absence of phase noise. As the vibration induced phase shift $\Delta\phi$ is proportional to the diffraction order p , this equation predicts a Gaussian variation of the visibility with the diffraction order p , in agreement with our observations. Using elasticity theory, we have developed a model of the deformation of the bar holding the three standing wave mirrors and we have evaluated the mirror motion resulting from the setup vibrations. The main result of this model is that the vibrations have the right order of magnitude to explain a large part of the decrease of the visibility with the diffraction order p . Moreover, as the dominant effect is due to rotation (Sagnac phase), these results indicate that the visibility would decrease like as a Gaussian function of the time spent by the atoms in the interferometer, thus precluding the use of slow atoms in our interferometer. We have decided to build a suspended atom interferometer, with an active suspension in order to reduce by a very large factor the vibrations.

Improvements of our atom interferometer

We have decided to build a new atom interferometer with considerably better performances and we have worked on several facets of this new apparatus.

In this new interferometer, we will not change the distance between laser standing waves but we want to increase the distance between the atomic paths by using slower atoms and, if possible, larger diffraction orders. We are going to replace the supersonic lithium beam by an effusive beam slowed and intensified by laser forces and we expect to be able to reduce the beam velocity down to 100 m/s. As stated above, the phase shift due to setup vibrations would be too large for the observations of fringes and we must reduce the vibration amplitude by using an active suspension. When using slow atoms, the probability of scattering by the residual gas increases and we must reduce its pressure by using a Ultra-High Vacuum construction. Finally, we have developed a solid-state laser emitting at 671 nm, specific for lithium manipulation and diffraction, and it is almost ready now. We are going to describe briefly the present status of these developments.

The development of a suspension was started at the end of 2006. The study of suspensions to attenuate vibrations is a very active research subject because of the optical interferometers devoted to gravitational waves detection such as VIRGO, LIGO, etc. Their know-how is not directly transferred to our problem as rotation is our major problem while, in these optical interferometers, mirror translation is the major problem. We have developed a pendulum with a shape similar to the one of the bar supporting the three laser standing wave mirrors and we have built seismometers inspired by the design of Newell³ and of Richman⁴ on which we have servo-looped the motion of pendulum for two oscillations in the horizontal plane. We are presently trying to optimize this operation.

We have also started the development of a slow beam of lithium. In a first time, we aim a final velocity equal to a few 100 m/s. We need a very high brilliance, which is not commonly required (usually, for slow beams, the intensity is optimized). We are building a Zeeman slower, an effusive oven with lithium recycling and powerful (ca. 120 mW) laser diodes emitting at 671 nm, all components inspired by the design used by Ch. Salomon research group at LKB and we hope to run first experiments soon. We must now choose the best way of intensifying the beam by radiative forces.

We have been developing a solid state laser emitting at 671 nm since 2004. The first motivation was to replace our single frequency dye laser system pumped by an argon laser by a simpler and less costly system. Moreover, we also hope to get more power, which may be useful either for a more coherent diffraction (with a larger detuning) or for higher diffraction orders (the required

³ D. B. Newell et al. Rev. Sci. Instrum. **68**, 3211 (1997)

⁴ S. J. Richman et al. Rev. Scient. Instrum. **69**, 2531 (1998)

power density increases with the diffraction order). Our laser is based on Nd^{3+} ion in YVO_4 pumped by a diode laser emitting at 808 nm. This ion emits at 1342 nm and for single frequency operation at large powers, we use a ring cavity with an optical diode. The laser frequency will be doubled either intra-cavity or in an external build-up cavity. The development of this laser has been quite long because we had to try many solutions and components. Presently, we obtain, at best, about 2.5 Watts at 1342 nm and 1 Watt at 671 nm. The resonance wavelengths of lithium, near 670.8 nm, are reached with a 500 milliwatts power. Frequency-doubling in a build-up cavity should be more efficient with PPKTP crystals and we have started a collaboration with Ch. Salomon to test such crystals.

Conclusion

We have worked on various aspects of atom interferometry. We have realized several delicate separated paths experiments exhibiting the full power of this technique; we have also made some theoretical contributions on various aspects (index of refraction, role of vibrations); finally, we have started to build a new and considerably improved lithium atom interferometer.

Résumé

Notre activité est centrée sur l'interférométrie atomique, en utilisant l'atome de lithium aux énergies thermiques et la diffraction de Bragg sur des ondes stationnaires laser. Notre interféromètre est un des très rares appareils au monde permettant de séparer physiquement les deux chemins atomiques de l'interféromètre, ce qui nous permet de réaliser des expériences illustrant toutes les potentialités de l'interférométrie atomique, c'est à dire des expériences dans lesquelles une perturbation est appliquée sur un seul des deux chemins et l'effet de la perturbation est détecté sur le signal de franges d'interférences à la sortie de l'interféromètre. Après une période (2000-2004) de construction et d'optimisation de notre interféromètre, nous avons effectué trois expériences illustrant les capacités de notre interféromètre : la mesure la plus précise de la polarisabilité électrique de l'atome de lithium ; la première mesure de l'indice de réfraction de trois gaz rares pour les ondes atomiques de lithium, avec la première mise en évidence claire des oscillations de gloire sur cet indice ; une mesure de précision des effets de l'interaction atome-surface sur la propagation des ondes atomiques à travers un réseau, avec la mise en évidence d'une dépendance inattendue du déphasage avec la vitesse atomique. Pour chaque expérience, nous avons développé une interprétation détaillée.

Nous avons aussi développé des expériences de caractérisation de notre interféromètre atomique: une de ces expériences utilise l'application d'un gradient de champ magnétique et teste diverses sélectivités (isotopiques et en vitesse atomique) de notre interféromètre. Les interféromètres atomiques sont très sensibles aux effets inertiels et nous avons montré que la décroissance de la visibilité des franges avec l'ordre de diffraction utilisé est, pour une large part, due aux vibrations du montage.

Nous avons entrepris de construire un nouvel interféromètre très fortement amélioré et le résultat concernant les vibrations nous a mené à développer une suspension asservie pour réduire les vibrations. Cette réduction est indispensable pour utiliser des atomes beaucoup plus lents, ce qui est nécessaire pour améliorer la sensibilité de l'interféromètre. Nous avons entrepris de construire un jet de lithium ralenti par un ralentisseur Zeeman et intensifié par forces radiatives, dans un montage ultra-vide. En parallèle, nous avons développé un laser tout-solide spécifique pour la manipulation du lithium à 671 nm : ce laser devrait être plus puissant, plus commode d'emploi et moins coûteux que le système actuel (laser à colorants pompé par laser à argon ionisé).

Notre équipe a reçu le soutien de l'ANR (contrat ANR-05-BLAN-0094) et de la Région Midi-Pyrénées.

E3 – Spectroscopie moléculaire ultra rapide et contrôle cohérent

B. Chatel (CR CNRS), V. Blanchet (CR, CNRS), B. Girard (Pr, UPS, resp), M.A. Bouchène (Pr., UPS, 1992-2005, voir rapport de E7-groupe théorique pour l'activité au-delà de 2005)

S. Weber (PhD), C.-M. Simon (PhD), N. Thiré (PhD), A. Monmayrant (PhD), J.C. Delagnes (PhD), R. Cireasa (postdoc), JB Hamard (postdoc), K. Raffael (postdoc), A. Arbouet (postdoc), M. Barthélémy (ATER), D. Bigourd (postdoc)

Collaborations : *D. Comparat/P. Pillet (LAC, Orsay), X. Marie (LPCNO, Toulouse), Y. Mairesse and co (CELIA, Bordeaux), C. Meier (E7), F. Poitrasson (LMTG, Toulouse), K. Ohmori (IMS, Japon), S. Pratt (ANL, USA), W. Schleich (Uni. Ulm, Allemagne), I. Walmsley (Uni. Oxford, UK), BJ Whitaker (Uni. Leeds, UK), A. Wodtke (USCB, USA).*

During the present four-year period, the femtogroup has followed its main research directions launched in the past ten years with continuously new projects. Indeed, the coherent control initiated in small systems (atoms and diatoms) has been extended to vibrationally cool down translationally cold molecules, or to semiconductors quantum dots. The multiphoton ultrashort photodynamics of complex molecules such as azulene or NO₂ has been studied in details. Finally, totally unexpected extensions have been investigated such as the possibility to apply coherent control schemes to number factorization. Most of these experiments were financially supported through the grant ANR-COCOMOUV.

Coherent control in atoms

We have demonstrated a new approach to quantum state and pulse shape measurements. The dynamics of the interaction between a two-level system and a weak ultrashort shaped resonant laser pulse has been studied in details. The experiments are performed in Rb atoms. The 5s - 5p ($P_{1/2}$) transition (at 795 nm) is resonantly excited with a chirped and/or shaped pulse provided by a pulse shaper. Chirped pulses in the weak field lead to strong oscillations, named Coherent Transients (CT). They result from interferences between on-resonance and off-resonance excitations. We have demonstrated that the behavior of these Coherent Transients can be controlled by changing the shape of the pulse. The high sensitivity of Coherent Transients to slight modifications of the laser pulse has opened possibilities to use them as a measurement of the wave function and also as a characterization of the laser pulse itself¹.

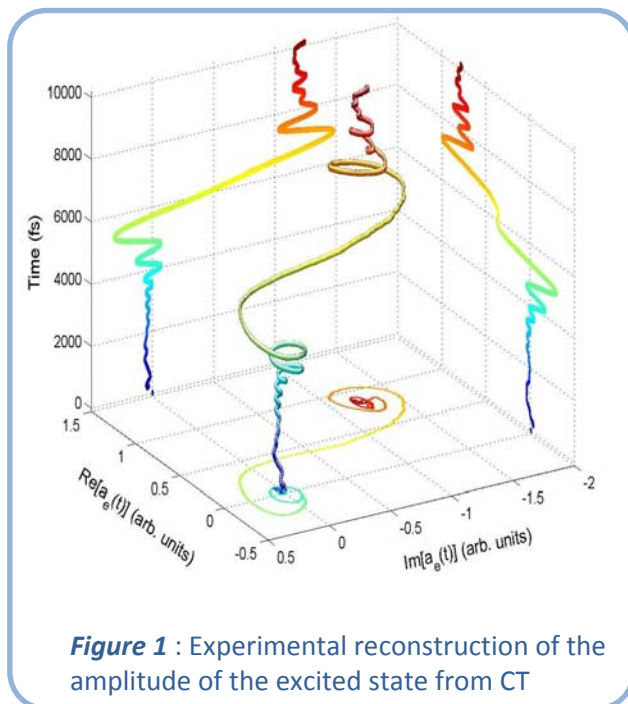


Figure 1 : Experimental reconstruction of the amplitude of the excited state from CT

¹ A. Monmayrant, B. Chatel, and B. Girard, Phys. Rev. Lett. **96**, 103002 (2006)

Figure 1 shows the experimental reconstruction of the amplitude of the excited population in the complex plane.

This approach will be extended to quantum systems with several excited states (such as a fine structure doublet or vibrational levels of a molecule) or to the measurement of complex pulse shapes (where FROG or SPIDER are not efficient).

As a first example, the control of spin precession has been achieved. With a Fourier transform limited pulse, the wave packet is initially prepared in the bright state (coupled to the initial state) whereas a pulse presenting a π step in the spectral phase prepares the wave packet in the dark state. The natural evolution corresponds to precession of the spin and the orbital angular momentum around the total angular momentum. We have shown that the system can then be directly excited to the dark state (with the spin flipped). The precession dynamics can therefore be clearly controlled. Similarly to what was demonstrated on Li_2 , the dynamics has been shifted by an arbitrary offset T_{shift} by applying a relative phase $\theta_{\text{shift}} = \Delta\omega T_{\text{shift}}$.

This approach can also be extended to a multilevel system such as a diatomic molecule. For instance, it is possible to create a wave packet on the opposite side of the Franck Condon point by applying sign inversions at the frequency corresponding to every other vibrational state. This could be achieved while keeping the population at the Franck-Condon point at a minimal value.

An extension of these works was also done to emphasize the role of the probe. It has been shown that a careful adjustment of the wavelength in wave packets dynamic studies gives access to different pathway dynamics. However in all cases, the probe is considered as a spectator of the dynamics, opening several windows as a function of its wavelengths. In this work we have studied how the signal is modified by shaping the spectral phase of the probe. The case of a chirped probe has been carefully studied. This leads to unexpected results as the access to short dynamics even with long pump and probe pulses.

Propagation of ultrashort pulses in a dense atomic vapour: observation and control

These studies have been undertaken by M.A. Bouchène, before he left the femtgroup and finished after he joined the theory group. The involvement of the femtgroup in these studies has been finished with the end of the thesis of JC Delagnes. This part is described in detail within the Theory group section.

Measurement and control of transient quantum interferences (in coll. with C. Meier. This text is identical to the one given in the theory group section)

The time evolution of a vibrational wave packet in an anharmonic potential leads to dispersion and, at a longer time, to a reconstitution of the wave packet ('revival'). At certain well-defined times, the system is described by the motion of two partial wave packets, oscillating out of phase in the potential well. At each crossing, transient interference structures appear. By numerical simulations, we could show that under certain well-defined conditions these transient interferences of the matter waves could be observable experimentally. Initiated by these studies, the observation of this dynamics could be achieved by the group of K. Ohmori, in collaboration with B. Girard, Toulouse, having the required laser system at his disposal. As predicted by theory, the measured signal could clearly resolve the nodes of the matter waves, because the spatial resolution of the experiment was smaller than the de Broglie wavelength. In continuation of this line of research, not only the observation but also the active control of the matter wave interferences could be achieved. The method used consists in a pulse sequence to create trains of separate coherent matter wave packets, the interference of which could be controlled by the relative optical phases of the control pulses.

Factorization of numbers

Recently an approach to factorize numbers has been proposed theoretically and experimentally implemented by several groups in NMR, with cold atoms. This method which presents strong interest is based on multiple-wave interferences with relative phases depending on the number N to be factorised and another integer l . These interferences reproduce the Gauss sum given by:

$$A_N(l) = \frac{1}{l} \sum_{m=0}^{l-1} \exp(-2\pi i m^2 \frac{N}{l})$$

where N is the number to be factored. The argument l scans through all integers between two and \sqrt{N} for possible factors. When l is not a factor, the quadratic phases take quasi-random values (modulo 2π) and the resulting sum remains small. When l is a factor, then all the phases are multiple of 2π and the sum is equal to unity. In practice only the first few terms are necessary to discriminate factors, and we can use the truncated sum by taking the first M terms. We have then demonstrated that it is possible to synthesize by pulse shaping technique a sequence of pulses which realizes this sum. The interference produced is simply analyzed by a high resolution spectrometer. We have also developed a new way of truncating Gauss sums, based on a random choice of the terms instead of choosing the first M terms. We have used this technique to factor two numbers: $N = 1'340'333'404'807 = 11'003 * 11'027 * 11'047$ and: $N = 2'499'200'063 = 49'991 * 49'993$. This latter is the product of two twin prime numbers and as such is particularly difficult to factor with Gauss sum because of ghost factors.

Coherent control to cool molecules

Two collaborations have been initiated to apply coherent control scheme to cool molecules. The first approach is based on pump-dump approach and wavepacket focalization technique. This work is done in Oxford in Walmsley's group. Until now no real wavepacket oscillations has been detected by photoassociation. However time dependent results have been obtained which will help to find the way to cool the molecules. The second approach is performed in collaboration with D. Comparat/P. Pillet (LAC). By using a nonselective broadband detection scheme we have been able to form ultracold Cs_2 molecules in deeply bound vibrational levels $v=1-9$ of their electronic ground state. They are formed by a one-photon photoassociation of ultracold Cs atoms in a manifold of excited electronic states, followed by a two-step spontaneous emission cascade. This process creates about 10^5-10^6 molecules per second. These ultracold molecules, initially in several vibrational levels of the electronic ground state, are accumulated in the $v=0$ level by applying a broadband femtosecond laser that redistributes the vibrational population via a few electronic excitation/spontaneous emission cycles. The laser pulses are shaped by our high resolution pulse shaper to remove the frequency that corresponds to the excitation of the $v=0$ level, preventing re-excitation from that state. The validity of this incoherent depopulation pumping is very general and the vibrational cooling method has been generalized to accumulate molecules into an arbitrary selected "target" vibrational level.

Femtochemistry

Polyatomic molecules exhibit multi-configurational electronic, vibrational and rotational dynamics, as well as couplings between these. This molecular physics is driven by the nature and dynamics of the transition states. Adiabatic potential energy surfaces quantify the fundamental forces acting between the molecular constituents and thus provide accurate descriptions of a reacting system as it evolves through its transition states. The dynamical configuration of the transition barriers following the excitation of a molecular system is in general very difficult to track. These research activities carried on in the last four years can be summarized by the four molecular systems studied, namely : azulene, NO_2 , NO and CH_3I .

Azulene : Optically induced anisotropy and competition between ionization and relaxation in highly excited states

Pump-probe photoionization has been used to map the relaxation processes taking place from highly vibrationally excited levels of the S_2 state of azulene, populated directly or via internal conversion from the S_4 state. At the wavelengths studied (349-265 nm in the pump) the transient signals exhibit two distinct and well-defined behaviours: (i) Short-term (on the order of a picosecond) polarization dependent transients and (ii) longer (10 ps – 1 ns) time-scale decays. On contrast to an earlier study by Diau *et al*² we unambiguously assign the fast initial decay signal to rotational dephasing of the initial alignment created by the pump transition. Photoelectron spectra obtained by 1+2' two-color time-resolved photoelectron imaging are invariant to the pump-probe time delay and to pump wavelength. This reveals a photoionization process which is driven by a doubly excited state electronic state lying below the ionization potential. This state is postulated to be populated by a probe transition from S_2 and to rapidly relax via an Auger like process onto highly vibrationally excited Rydberg states. This accounts for the time invariance of the photoelectron spectrum. An exponential energy gap law is used to describe the internal conversion rate from S_2 to S_0 . The vibronic coupling strength is found to be larger than 60 ± 5 μ eV. This work has been done in collaboration with Pr. B. Whitaker from Leeds university.

Time resolved imaging of multiphoton multichannel dynamics of NO_2

Time-resolved spectroscopy combined with velocity map imaging technique have been used to investigate the multiphoton dynamics of NO_2 molecule. Two different pump-probe excitation schemes were used to explore different potential energy surfaces (PES) in the first dissociation region (~ 398 nm) and in the Rydberg region around 9.2 eV. Integrated and energy resolved signals of NO_2^+ , NO^+ and photoelectrons were recorded as a function of time. The NO^+ signal exhibits an oscillating behavior with a period of 512 fs, only when 403 nm photons were acting as pump. These oscillations have been as well observed on the oxygen fragments. This first part has been done in collaboration with Pr. B. Whitaker from Leeds university. The NO^+ and photoelectron kinetic energy distributions produced by this pump wavelength were cold, while those produced with 269 nm were very rich, evidencing the presence of multiple excitation channels. The most salient feature of these kinetic energy distributions corresponds to a couple of sharp long lived photoion-photoelectron peaks which was assigned to an excitation by two 269 nm photons to some Rydberg states which subsequently dissociate into $NO(A^2\Sigma^+) + O(^3P)$. This sharp NO^+ peak displays a very complex time dependence including the signatures of two dissociation dynamics on timescales of 400-600 fs. The observation of the first dissociation dynamics was related to the long range dynamics induced by one 269 nm photon and then mapped by three probe photons onto the long range part of a dissociating Rydberg state. This is really uncommon that a probe is sensitive to long range interaction and floppy geometry. This ionization probe via dissociative continua will be further investigated.

Predissociation from Rydberg states in NO

We have investigated predissociation from highly excited Rydberg states lying within 100 meV below the ionization potential. The main states $6d\pi^-(v=1)/5s\sigma(v=3)$ are blended, populated by two-photons pump at 270 nm and probed at 805 nm. The ion decay is a bi-exponential function with $T_1 \sim 2$ ps and $T_2 \sim 10$ ps. Surprisingly, these decay constants increase drastically when the probe intensity increases : at 7μ J, $T_1 = 1.3$ ps and $T_2 = 13$ ps while at 20μ J, $T_1 = 3$ ps and $T_2 = 28$ ps. This unexpected dependency of the multiphoton order is not revealed on the time-resolved photoelectron mainly characterized by ultracold compounds. More investigations are required.

² Direct observation of the femtosecond nonradiative dynamics of azulene in a molecular beam: The anomalous behavior in the isolated molecule, E.-G. Diau, S. De Feyter and A. H. Zewail, J. Chem. Phys. **110**, 9785 (1999)

Photodissociation of Methyl halogens

Energy distributions of photofragments are often recorded on the nanosecond scale via a resonant enhanced multiphoton ionization (REMPI). However as encountered in the dissociation of methyl bromide,³ the lifetime of the resonant states can be predissociative and thus damped the REMPI transition. As well the rotation can induce alignment effects that have to be evaluated independently for a proper measurement of the couplings that drive the relaxation. In order to avoid these two effects, we are currently building a REMPI detection of the methyl fragments similar to the one developed in USCB³ with as main difference the timescale that is now femtosecond. In UCSB in the group of Pr. A. Wodtke, we have measured by velocity map imaging the kinetic energy and angular distributions of state selected CH₃ ($v_2=0,1,2,3$) and Br (²P_{3/2},²P_{1/2}) photofragments produced by CH₃Br photolysis. These results show unambiguously that the Br and Br* forming channels result in different vibrational excitation of the umbrella mode of the methyl fragment. However predissociation and alignment effects have prevented the proper measurement of the couplings and the full reconstruction of the Br distribution. The fs-REMPI of methyl (already demonstrated recently⁴) is currently underway on the predissociation of the B-band of CH₃I. This latter study is done in collaboration with S. Pratt (ANL, Chicago).

Femtochemistry using high order harmonics (HHG): Harmodyn

This activity is mostly supported by an ANR-jeune chercheur taking place in CELIA-Bordeaux (project leader : Y. Mairesse). High harmonics are used in two ways : as fs-VUV source and as an Extreme Non-Linear Optical signal in which relaxation dynamics of the emitting medium are naturally encoded. Indeed in this four-wave mixing like set-up, the attosecond electron wavepackets at the origin of the harmonic generation process serve as probes of the molecular structure. We have detected the 8 ps rotation rephasing of the NO fragments produced in the NO₂ photodissociation and we are currently investigating the apparent shift of the Cooper minimum in the HHG of Ar as a function of the intensity and the wavelength of the fundamental pulse.

Instrumental developments

Finally in order to implement all these experiments, instrumental developments have been made in term of sources, characterization and pulse shaping device. The demonstration of direct pulse shaping at the output of a Non collinear optical amplifier has been done in collaboration with Fastlite Company. Shaped UV which is required to apply general schemes to many electron atoms has been implemented using an AOPDF device.

Other applications of ultrafast shaped laser have led to some results in the compensation of propagation in dense vapour (in collaboration with Aziz Bouchene-LCAR) or to determine the best ablation laser parameters for the analysis of geomaterials by ICP-MS (in collaboration with LMTG-Toulouse). Finally experiments on time resolved scattering have been performed in collaboration with ONERA-DOTA.

³ *UV photodissociation of methyl bromide and methyl bromide cation studied by velocity map imaging*, V. Blanchet, P. Samartzis, C. A. Wodtke, M. , J. Chem. Phys. **130** (3), 034304 (2009)

⁴ *A detailed experimental and theoretical study of the femtosecond A-band photodissociation of CH₃I*, R. d. Nalda, J. Dura, A. Garcia-Vela, J. Izquierdo, G. , J. Gonzalez-Vazquez and L. Banares, J. Chem. Phys. **128** (24), 244309 (2008)

Résumé

Les travaux menés dans l'équipe et financés principalement par l'ANR COCOMOUV visent à étudier et contrôler la dynamique temporelle aux temps ultracourts d'atomes, de quasi-atomes comme les quantum-dots et molécules en phase gazeuse. Deux approches sont poursuivies en parallèle :

- Le contrôle cohérent consiste à mettre en œuvre des processus d'interaction impliquant des impulsions ou séquences d'impulsions de forme de plus en plus complexes. Cette approche est menée dans des systèmes modèles (atomes, diatomiques), l'objectif étant d'explorer les potentialités offertes par la complexité des impulsions. Durant ces dernières années, l'équipe a aussi étendue cette approche pour la production de molécules froides. De plus ces schémas de contrôle ont aussi permis d'obtenir des résultats inattendus dans le domaine de la factorisation de nombres. Ces résultats nécessitent des développements expérimentaux en particulier pour le façonnage d'impulsions.
- L'étude de dynamiques variées dans des systèmes moléculaires complexes par imagerie de vecteurs vitesse, soit des photoelectrons, soit des photofragments. Les relaxations étudiées ont été principalement les couplages électroniques dans l'azulène, les dynamiques de relaxation des états de Rydberg de NO, les photodissociations dans NO₂ et dans les halogénures de méthyle. En collaboration avec le CELIA, la génération d'harmoniques élevées comme signal de sonde est en cours d'étude.

Ces différentes approches sont complémentaires, tant sur le plan conceptuel qu'instrumental et progressivement, les méthodes de contrôle seront appliquées à des systèmes de plus en plus complexes.

E4 – Interaction Ion Matière

D.Bordenave-Montesquieu and J.P.Ziesel (jusqu'à sept 2005) .Benoit-Cattin (Pr émérite), P.Çarçabal (CR CNRS,LPPM, mission depuis 2008), P.Cafarelli (MCF), J.P.Champeaux (MCF, depuis 2006), A. LePadellec (MCF, jusqu'en 2008), P.Moretto-Capelle(CR CNRS, resp.), M.Richard-Viard (CR CNRS, jusqu'en 2007),M.Sence (MCF, depuis 2007), N.Neuwjaer (Ph.D, 2005)

The 'Interaction Ion matière' group results of the fusion of two teams working on ion collisions, namely the 'Ion/Surface' and 'Spectroscopie d'électrons dans les collisions' groups. They joined officially in 2007 under the name 'Interaction Ion Matière'to work on molecules of biological interest. In the following we describe the independent activity of both groups and the common work on Molecules of Biological Interest since their reunion. The group is a participating member of two European programs RADAM (Radiation damages in biomolecular systems, N.Mason) and ITS-LEIF(Ion Technology and Spectroscopy at Low Energy Ion Beam Facilities, B.Huber) and GDR 2758 (resp.F.Spiegelman and P.Dugourd)

Ion/Surface Interactions

The group, initially formed by 4 permanent researchers, 1 PhD student and 1 'émérite' professor in January 2005, was reduced to 2 permanents (P. Cafarelli and M. Richard-Viard) and 1 'émérite' (P. Benoit-Cattin) in 2006 because of 2 retirements. The PhD student, Nicolas Nieuwjaer, defended his thesis on July 2005. The thesis was entitled 'Charge transfers during D⁺, Li⁺, Na⁺, F⁺ scattering on the Ag(110) et Cu(110) clean and oxydised.surfaces¹. A detailed analysis of the very last results obtained with Li⁺, Na⁺ has been developed in 2006 and is presented below. Furthermore the experimental results obtained in the laboratory with our colleagues from USTHB (Algeria) during these years have been interpreted². The positive charge fraction resulting from charge exchange during the interaction of Li⁺ and Na⁺ ions on the Ag(110) and Cu(110) metal surfaces has been measured for different energies and incident azimuthal angles of the projectiles. Surprisingly, although metallic Cu and Ag are well described by the free-electron model, the positive charge fraction has been observed to vary significantly according to the azimuthal angle of incidence, for projectile energies lower than 4 keV and incidence angle below 5° with respect to the surface (grazing scattering conditions), and specifically around the low-index [001] and [110] directions.

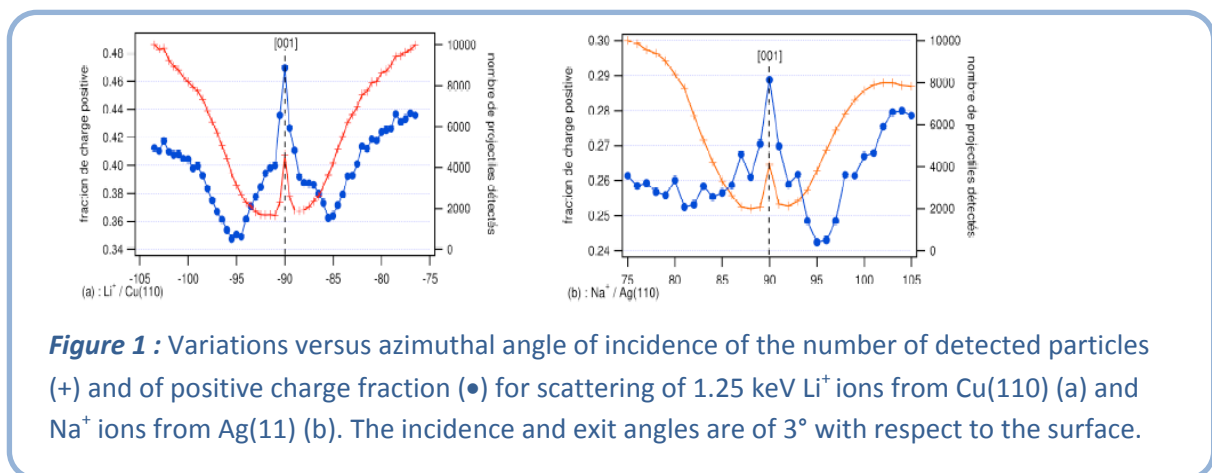


Figure 1 : Variations versus azimuthal angle of incidence of the number of detected particles (+) and of positive charge fraction (●) for scattering of 1.25 keV Li⁺ ions from Cu(110) (a) and Na⁺ ions from Ag(11) (b). The incidence and exit angles are of 3° with respect to the surface.

¹ N.Neuwjaer *et al*, NIM B **230**, 317-322 (2005)

² M.Boudjema *et al*, NIM B **256**, 30-36 (2007)

A detailed analysis of trajectory calculations for the Li/Cu(110) system allows one to distinguish between different types of trajectories (on tops, zigzags, and in rows), the relative importance of which varies rapidly with azimuthal angle. As the projectiles follow different classes of trajectories according to their azimuthal angles of incidence and impact points on the surface, the electronic densities encountered are different. We have shown, with a simple superposition of trajectories with electron density contours calculated by DFT, that the mean electronic density visited and the observed charge fraction vary in a similar way with the azimuthal angle, thus establishing a link between the electronic density and the neutralization probability. This effect occurs near the surface (below 3 a.u.). We show that this short-range effect can be reflected on the observed variation of the charge fraction through the charge image effect on the trajectories.³ This effect is shown to be very sensitive to the electronic corrugation of the surface which is known to be low for Cu and Ag. Azimuthal experimental measurements thus appear to be a tool to characterize such low corrugations²

Carbonated molecules

This activity concludes the work of the team ‘Spectroscopie d’électrons dans les collisions’ which was reduced to two persons (A. Le Padellec and P. Moretto-Capelle) after the retirement leave of D. and A. Bordenave-Montesquieu. It focuses on collision induced ionization/fragmentation processes in fullerene molecules. Fragmentation of the C₆₀ molecule was investigated using a multicorrelation technique. We first focused on the transition from asymmetrical dissociation (AD) to multifragmentation (MF). These processes were studied in collisions between H⁺_x (x = 1–3) hydrogenic projectiles and C₆₀ fullerene in the gas phase, in the 2–130 keV collisional energy range. A rather sharp transition from pure AD to predominant MF is observed when plotting the AD/(AD + MF) ratio against the average deposited energy E_{dep}; it occurs in the 80–240 eV E_{dep} range; this ratio is also found to be independent of the projectile species (scaling law). The evolution of the size distribution

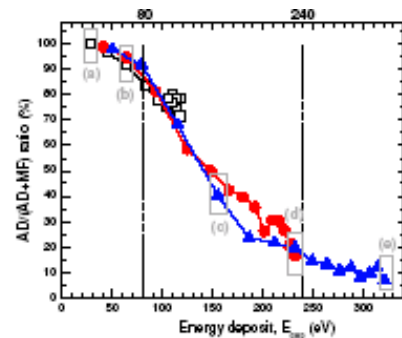


Figure 2 : AD/(AD+MF) ratio against the deposited energy E_{dep}.

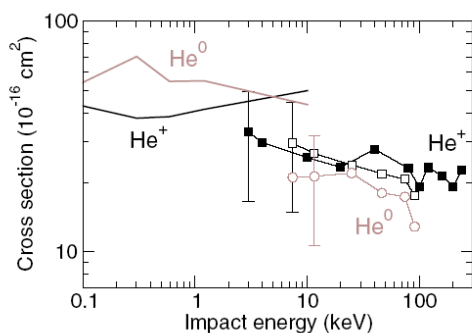


Figure 3 : Cross sections for production of He⁺ and He⁰. Solid lines: theoretical results; solid symbols : exp. results.

shape has also been studied and compared with other data available in the literature. A pure power law is never reached in the present experimental conditions. Finally, an event-by-event analysis of the fragmentation data was developed for the first time in the study of the C₆₀ molecule fragmentation and interpreted in terms of the predictions of the percolation model near a critical behavior. Moments of order 2, 3 and 5 are determined for each correlation event. Moments of order 3 and 5 follow a linear behavior when plotted against the moment of order 2, as predicted, and the extracted exponent τ takes a value near 2. The Campi scatter plot is also determined and discussed for total and multiplicity-selected events. Both slopes of the two branches in the Campi plots and τ value are

³ M. Richard-Viard *et al*, Phys. Rev. B. **76**, 045432 (2007)

near those that are expected in the percolation of a 2D lattice⁴. We have determined absolute charge transfer and fragmentation cross sections in He²⁺+ C60 collisions in the impact-energy range 0.1–250 keV by using a combined experimental and theoretical approach. We have found a good agreement between experiment and theory and the cross sections for the formation of He⁺ and He⁰ turn out to be of comparable magnitude, which cannot be explained by the sole contribution of pure single and double electron capture but also by contribution of transfer-ionization processes that are important even at low impact energies. The results show that multifragmentation is important only at impact energies larger than 40 keV; at lower energy, sequential C2 evaporation is the dominant process⁵.

This activity on carbonated molecule will continue on smaller molecule of astrophysical interest such as coronène and/or corranulène. This will be done in the framework of the Plan Pluri Formation (PPF) ‘Molécules et grains: du laboratoire à l'Univers’ (2007-2010) managed by Christine Joblin (CESR, Toulouse).

Molecules of biological interest

During this period, J.P.Champeaux has been hired (2006)

The main activity of the (new) group consists in the study of the interaction between ionizing radiation and molecules. The molecules of interest are the constituent of DNA, because any alteration of this macromolecule can cause at the biological level, either cellular death, mutation or cancer genesis. The contribution from the physicist community in this field where biology is predominant was questionable until the pioneering works of A.Chetioui (inner shell ionization and cellular death, chromosomal aberration) and more recently (2000) by L.Sanche who has shown that Dissociative Electron Attachment induced by low energy electron (<10eV) and responsible of DNA strand breaks could be observed at the molecular level, i.e. on individual bases. From this, a European COST multidisciplinary program ‘RADAM (radiation damage in biomolecular systems)’ was created, and we belong to the working group ‘Ion-biomol interaction’. In this group, numerous studies have been devoted on fragmentation of ‘Building blocks of lives’ mainly using multicharged ions (see for example⁶). During this period, we hosted Leon Sanche (Département de médecine nucléaire et de radiobiologie, Univ. De Sherbrooke, Canada) as invited professor during one month and we learned a lot through this collaboration.

The principal ionic beam we use consists in proton in the 10-150 keV energy range. This range is of prime relevance as it corresponds to the maximum of ionization cross section (100keV) resulting in maximum Linear Energy Transfer in dense media and therefore to the formation of the Bragg peak which is used in prothotherapy for the treatment of cancer tumors.

We have investigated the Collision Induced Dissociation of pyrimidic bases (Uracil, Thymine, Cytosine) by our multicorrelation Time of Flight technique which gives access to the initial charge of the molecule. Within the energy range under consideration, the single ionization is the dominant process (90%), directly accessible in single stop time-of-flight spectra, i.e. singly charged fragments correlated to – unobserved – neutral ones. 10% of the events correspond to the formation of dications which are not stable and decay mainly with charge separation, often associated to neutral emission. In this particular case, we have access to numerous parameters of the dissociation process such as kinetic energy of the fragment, the dynamics of the dissociation process (sequential, concerted...). Given the complexity of the systems, the interpretation of our data requires help from theoretical investigations giving access to more comprehensive information that cannot be measured. A collaboration with G.Trinquier (LCPQ, Toulouse) has recently been engaged and we have shown that the structure of the cytosine dication is strongly modified with respect to the neutral (planar geometry).

⁴ A.Rentenier *et al*, J.Phys.B **38**, 789-806 (2005)

⁵ A.Rentenier *et al*, Phys.Rev.Lett **100**, 183401 (2008)

⁶ T.Shlathölter *et al*, Phys.Scr, **73** (2006)

In the case of the purine base Adenine, we have studied the correlated fragmentation of doubly charged adenine molecular targets. We have elucidated part of the dissociation dynamics for some of the most significant channels and have derived the corresponding kinetic energy released values. We have extracted activation energies by combining our experimental data with new computation using the *ab initio* code GAMESS. We have observed metastability patterns against fragmentation, from which we have deduced temporal mechanisms (one or two steps). Subsequently, we have obtained lifetimes in the 100–200 ns range. In the simplest case of two-body fragmentation with the emission of mass 28, the determination of transition states and reaction paths has shown that emission of the H–C–N–H fragment is preferred to that of C–N–H₂. From the calculated activation barriers and lifetimes, we have deduced an equivalent temperature of the dication using the Transition State Theory that we have compared with the calculation of the deposited energy inside the molecule with the Lindhardt and Winter model⁷. Electronic emission is an important process occurring during the transport of particles in matter. Nothing was known on electron emission from molecules of biological interest, despite the necessity of their knowledge to perform microdosimetry calculation. Therefore we have investigated the electron emission by the DNA/RNA pyrimidic bases due to collisions with protons in the 25 keV–100 keV energy range. Electron spectroscopy was performed at 35 degrees with respect to the beam direction and absolute values for the double-differential cross section were obtained. Our results show preferential emission of low-energy electrons that can be responsible for damage in biological material through dissociative electron. Experimental results are compared to calculations performed within the Classical Trajectory Monte Carlo method, and a reasonable agreement is obtained despite an overestimation of the cross section. This work has triggered new theoretical investigations in the collision community⁸. Another class of interesting molecules are those used in cancer treatment which are known to be radiosensitive (ie increase the effects of radiation) and used in concomitant treatments combining chemotherapy and radiotherapy. The origin/mechanism of radiosensitivity is badly known so we decided to investigate the fragmentation of all 5-Halo-Uracils (Halogen=F, Cl, Br, I)⁹ induced by proton impact. Prompted by the topics of our study, Dr Anne Laprie and the team of radiotherapy of the Institut Claudius Regaud, Toulouse (cancer institute) contacted us in order to take part in the Protontherapy Project in the Toulouse Canceropole. We write a scientific project in order to show our scientific interest for such a center. Looking for differences between HaloUracil and unsubstituted ‘natural’ base ie Thymine, collision induced mass spectra were registered, For singly ionized molecules, the loss of OCNH is important for all the X-Uracil but is negligible for Thymine. For this fragmentation process, OCNH is emitted either promptly but states with long lifetimes of about 800ns are observed for Cl, Br, I and can be the signature of activation barriers. Also for Thymine, emission of neutral mass 71 is important, it corresponds to N1-C2 and C4-C5 or N3-C4 and C5-C6 bond cleavage. For X-Uracil molecules there is an evolution to an emission of mass 70. This cannot be obtained without molecular recombination: a proton transfer must occur (tautomerism) after the collision and prior dissociation. This has also been

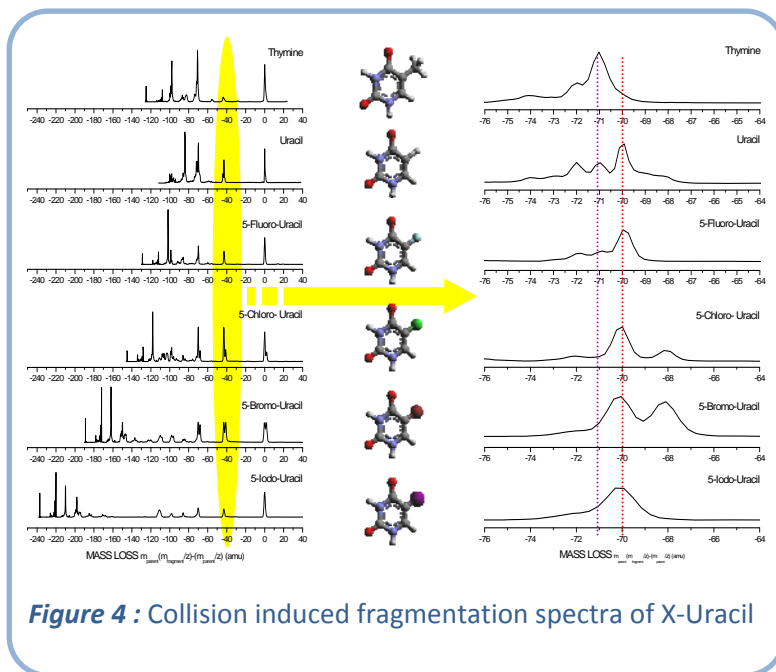


Figure 4 : Collision induced fragmentation spectra of X-Uracil

Experimental results are compared to calculations performed within the Classical Trajectory Monte Carlo method, and a reasonable agreement is obtained despite an overestimation of the cross section. This work has triggered new theoretical investigations in the collision community⁸. Another class of interesting molecules are those used in cancer treatment which are known to be radiosensitive (ie increase the effects of radiation) and used in concomitant treatments combining chemotherapy and radiotherapy. The origin/mechanism of radiosensitivity is badly known so we decided to investigate the fragmentation of all 5-Halo-Uracils (Halogen=F, Cl, Br, I)⁹ induced by proton impact. Prompted by the topics of our study, Dr Anne Laprie and the team of radiotherapy of the Institut Claudius Regaud, Toulouse (cancer institute) contacted us in order to take part in the Protontherapy Project in the Toulouse Canceropole. We write a scientific project in order to show our scientific interest for such a center. Looking for differences between HaloUracil and unsubstituted ‘natural’ base ie Thymine, collision induced mass spectra were registered, For singly ionized molecules, the loss of OCNH is important for all the X-Uracil but is negligible for Thymine. For this fragmentation process, OCNH is emitted either promptly but states with long lifetimes of about 800ns are observed for Cl, Br, I and can be the signature of activation barriers. Also for Thymine, emission of neutral mass 71 is important, it corresponds to N1-C2 and C4-C5 or N3-C4 and C5-C6 bond cleavage. For X-Uracil molecules there is an evolution to an emission of mass 70. This cannot be obtained without molecular recombination: a proton transfer must occur (tautomerism) after the collision and prior dissociation. This has also been

⁷ P. Moretto-Capelle et al J.Chem.Phys **127**, 234311 (2007)

⁸ P. Moretto-Capelle et al Phys.Rev.A **74** 062705 (2006)

⁹ P. Cafarelli et al, Radiation Damage in Biomolecular Systems, AIP conf.proceedings **1080**, p71-76 (2008)

seen for dications, in the case of pure two body fragmentation: emission of 70^+ is observed as light fragment with same intensity than emission of 43^+ . For dication, using the *ab initio* Gamess code at a low level of theory RHF/UHF we computed reaction paths for these decays. Initial possible tautomerism in molecule could also take place in the sublimation source of the molecules. In order to eliminate such possibility, infra red spectrometry (FTIR) has been performed at LPPM by P.Çarçabal and confirmed that tautomerization is collision induced.

Activities outside LCAR

In collaboration with the group based in Louvain-La-Neuve in Belgium, Arnaud Le Padellec performed measurements on cross sections for the association ionizations process leading to the production of molecules from their atomic charged constituents. In collaboration with the Institut de Physique Nucléaire based in Orsay, Arnaud Le Padellec has participated to measurement campaigns that dealt with the ionization and fragmentation of neutral and positively charged carbon and hydrocarbon clusters. Jean-Philippe Champeaux has finishing collaboration with J.M.Bizeau (LIXAM, Orsay) on photoionization of multicharged ions activity corresponding to the writing of papers. J.P.Ziesel has activities on interaction of low energy electrons produced by synchrotron radiation (ISA-Astrid, Aarhus) interacting with molecules.

Conclusion

This period corresponds to both a structure change in the group workforce and a change in the themes developed with a new orientation towards the study of problems with biological and radiobiological relevance. This has been motivated by participation to conferences such as CIRFA (Conf. Int de Radiobiologie Fondamentale et Appliquée), RMRA (Radiations Médicales : Recherches et Applications), RADAM (Radiation Damages in biomolecular systems) and opens possibilities for new partnerships such as the one initiated by the group of radiotherapists of Institut Claudius Regaud.

Résumé

Le groupe Ion/Surface, constitué de 4 permanents, 1 doctorant et 1 professeur émérite en janvier 2005 ne comptait plus que 2 permanents et 1 émérite au cours de l'année 2006 suite à 2 départs en retraite. L'année 2005 a été marquée par la soutenance de thèse de Nicolas Nieuwjaer (juillet 2005) sur l'étude des 'transferts de charge lors de l'interaction d'ions D^+ , Li^+ , Na^+ , F^+ sur les surfaces nanostructurées $Ag(110)$ et $Cu(110)$, propres et oxydées'.

L'analyse détaillée des tout derniers résultats expérimentaux acquis lors de la thèse de Nicolas Nieuwjaer a été réalisée en 2006. Elle met en évidence le rôle de l'effet de la charge image et de la corrugation électronique dans les variations de fraction d'échange de charge lors de l'interaction d'ions alcalins avec des surfaces métalliques. De plus l'interprétation des données expérimentales obtenues au laboratoire en collaboration avec nos collègues de l'USTHB à Alger ont également fait l'objet d'une publication. L'équipe 'Spectrométrie d'électrons dans les collisions' a terminée des études sur la fragmentation/ionisation des fullerènes induite par collision. Elle s'est intéressée durant cette période à la multifragmentation du C_{60} et a montré, en utilisant divers projectiles, que la quantité déterminante qui régit ce mode de fragmentation est l'énergie déposée dans la molécule. Cette seule énergie déposée permet de quantifier non seulement le rendement de multifragmentation mais aussi les distributions en masses. Une analyse de la multifragmentation en terme de théorie de la percolation a été menée et a montré l'existence d'un comportement critique dans la fragmentation du C_{60} , la valeur

du paramètre critique ainsi déterminé (≈ 2) est compatible avec la théorie de percolation 2D (réseau infini).

La nouvelle équipe 'Interaction-Ion Matière' s'intéresse à la dissociation et l'émission électronique des molécules d'intérêt biologique (bases de l'ADN/ARN), en phase gaz, induite par collision avec des protons de 25keV-150keV. Nous avons caractérisé la fragmentation des cations et dications grâce à notre technique de spectrométrie de masse en multicorrélation. L'analyse de la fragmentation des dications est réalisée en réalisant des calculs de chimie quantique. Nous avons étendu ces études à des molécules radiosensibilisantes utilisées en traitements anticancer dont la structure est proche des bases i.e. les haloUracils. La fragmentation montre des différences par rapport à la base non substituée telle que la thymine et montre clairement qu'un transfert de proton se produit. Par des études IR menées au LPPM, il est montré que le transfert de proton ne se fait pas dans le four mais est produit par collision.

E5 – Atomes froids

D. Guéry-Odelin (Pr, resp), T. Lahaye (Cr CNRS), R. Mathevet (MCF)

The Cold atoms group has been created in December 2007 with the recruitment of D. Guéry-Odelin as a professor. Its research activities are focussed on Bose Einstein condensation and guided atom laser. Prior to the creation of this new team, the laboratory LCAR had a team entitled nano-optics and led by professor J. Weiner, with R. Mathevet as an assistant professor. This activity was using some cold atoms techniques such as molasses, magneto-optical trap, micro dipole traps, ... With the retirement of J. Weiner, those activities have been stopped, they are summarized in the first part of this report. During the year 2008 a new lab with a surface of about 110 m² has been built in the basement of the building under the supervision of R. Mathevet and D. Guéry-Odelin. The experiment of D. Guéry-Odelin at laboratory Kastler Brossel in Paris has been moved to Toulouse in February 2009 as soon as the lab was ready. D. Guéry-Odelin has shared his time between Paris and Toulouse from December 2007 to April 2009. In Paris, a Ph. D student, A. Couvert, and a post-doc, G. Gattobigio, were working on this experiment before its displacement to Toulouse. R. Mathevet has also done regular visits in Paris since November 2007 to learn the experimental techniques of quantum degenerate gases experiments. Since February 2009, A. Couvert is writing his Ph D manuscript while G. Gattobigio is analyzing the experimental data in view of writing two new experimental papers. The second part of the report contains a summary of those research activities for the year 2008. In October 2008, our group has recruited T. Lahaye, as a chargé de recherche at CNRS. Prior to its arrival in Toulouse, he did a two year and half post-doc in the group of professor T. Pfau at Stuttgart university in Germany working with dipolar Bose Einstein condensates. In September 2009, two new students will start their Ph D in our group, C. Fabre and F. Vermersch.

Review of the group activity 2005-2007 (nano-optics team)

The nano-optics team was specialized in cold atoms manipulation by optical forces issuing from micro or nano structured objects and was working on three main topics.

Atom pencil (Guillaume Gay PhD thesis part I)

The original motivation of this experiment was nanolithography. We use a transversally cooled Cesium atom beam to pattern a gold surface at the nanometer scale using the Self Assembled Monolayer technique (SAM). It was first shown that a sputtered gold surface yields better resolution than an evaporated one and that about 2 Cs atoms were necessary to engrave a single SAM molecule¹. Then, in collaboration with the group of D. Meschede in Bonn (Germany), a magnetic quadrupole lens was used to increase the flux on a material pyramidal mask (Fig. 1a) mounted on a piezo translation stage. In principle arbitrary patterns could be written dot after dot, with a resolution about 280 nm (serial writing). However, the process is slow and clogging effects were investigated². In collaboration with the group of E. Arimondo in Pisa (Italy) resolution was improved down to 140 nm (Fig 1b). An alternative approach is to use a standing wave that acts as an array of cylindrical microlenses to focus the atom beam on the substrate. Lines down to 30 nm thick were obtained (Fig 1c) with this later method. To prevent clogging, one can guide the atoms towards and through the hole using light.

¹ *Writing self-assembled monolayers with Cs: Optimization of atomic nanolithography imaging using self-assembled monolayers on gold substrates, O'Dwyer C. et al., J. App. Opt. 97, 114309, (2005)*

² *The atom pencil: serial writing in the sub-micrometre domain, Mutzel M. et al., Appl. Phys. B 80, 941, (2005)*

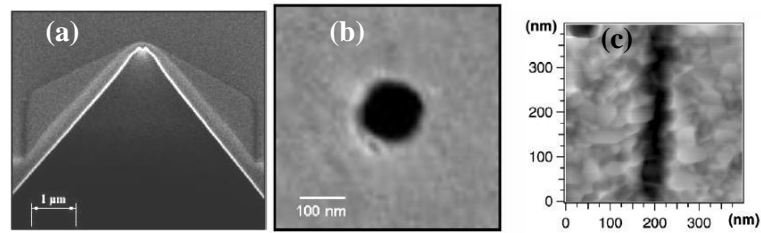


Figure 1 : (a) Secondary electron microscopy image of the pyramidal tips. (b) Atomic force microscope (AFM) image of the gold substrate after 15 minutes exposure behind the pyramidal mask and wet etching. Removed gold appears black. (c) AFM image of a single line obtained on a sputtered gold substrate with a focusing standing wave.

Optical fields issuing from nanostructures (Guillaume Gay PhD thesis part II)

We undertook an extensive experimental study of the optical field issuing from subwavelength apertures milled on a corrugated metallic substrate. Several geometries were investigated: the hole may be circular (2D) or a single line (1D), one can engrave several periodical corrugations or a single one, corrugations may be written on both sides or on one side only, that can then be the output or input side (Fig 2b). A first series of results³ was obtained using a single groove and varying the distance to a single hole or a single slit (Fig. 2a). The phase and wavelength of the surface wave was found to be significantly different from the one of a Surface Plasmon Polariton (SPP) (Fig 2c) and the alternative Composite diffracted Evanescent Wave (CDEW) model was proposed and tested. Further experimentations confronted to numerical simulations from different groups concluded to surface wave of transient modes neighbouring the long range SPP at slit-groove distances within the near zone.

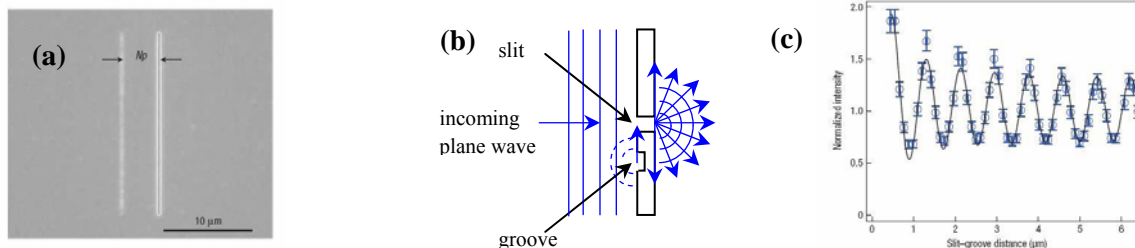
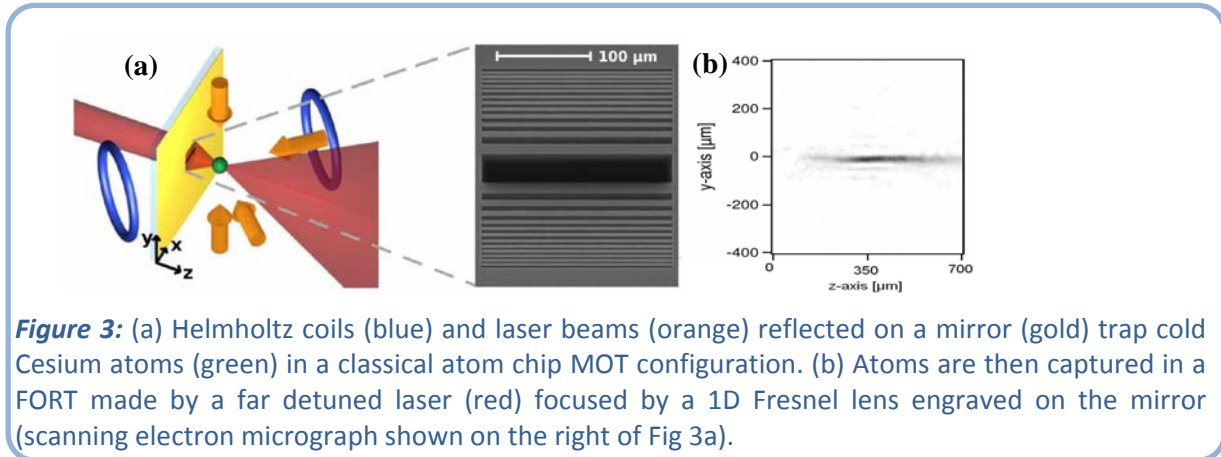


Figure 2: (a) Scanning electron micrograph of one of the series of single-slit (right), single-groove (left) structures; the distance Np is the pitch increment $p=104$ nm multiplied by the number of increments N . (b) The groove facing the incoming plane wave diffracts part of it toward the slit and interferes with the directly transmitted light; the total emerging light is thus modulated as the slit-groove distance varies as recorded in the normalized far-field intensity (c).

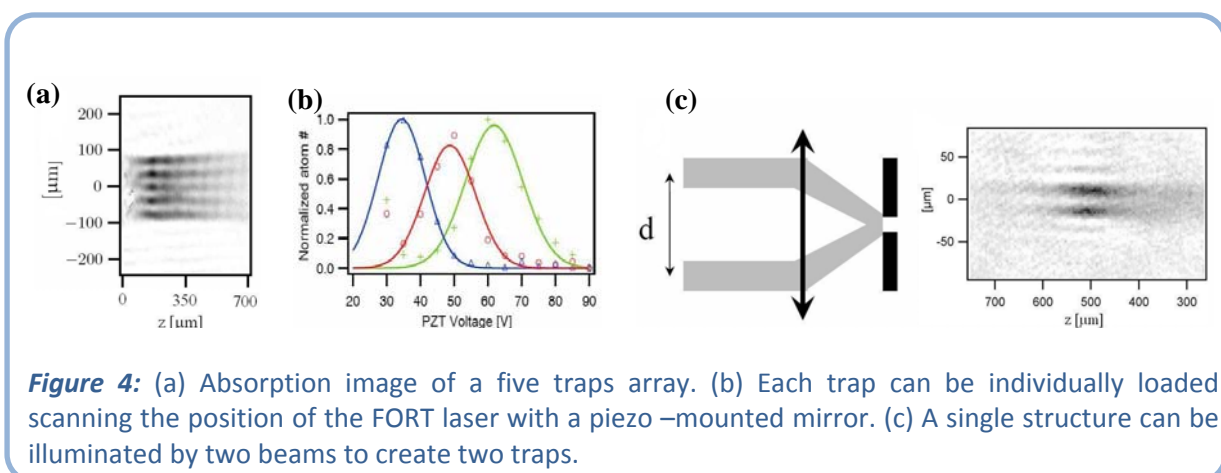
³ *The optical response of nanostructured surfaces and the composite diffracted evanescent wave model*, Gay G. *et al.*, Nature Physics **2**, 262, (2006)

Optical atom chip (Olivier Alloschery PhD thesis)

In atom chip experiment, a Magneto Optical Trap (MOT) is formed a few hundred micrometers above a mirror used to reflect two of the six beams of the classical MOT configuration. We engraved microstructures on the mirror to trap atoms from the MOT in a Far Off Resonance Trap (FORT) made by the diffracted field of a far detuned laser shined from behind (Fig. 3).



After numerical simulation and optical characterization of the samples, we studied different structures with focal length ranging from 100 to 500 μm . Up to $1.5 \cdot 10^5$ atoms at 6 μK were captured in a $30 \times 300 \times 200 \mu\text{m}^3$ trap at distances ranging from 200 to 500 μm from the surface⁴. More elaborated structures were investigated. Among them, lens arrays (up to seven) gave the more promising results. A large FORT beam can illuminate the whole structure and create a trap array (Fig 3a). But one can also focus the beam on a single lens in an array to specifically address the trapped atoms. Conversely several beams can be sent on the same structure at different angles to create an equal number of traps. More, this can be done dynamically giving the possibility to distort the trap continuously from single to multiple wells. As an example of application, this scalability and flexibility could find applications in quantum computing. Another feature could be investigated: one can integrate on the same substrate the trapping lenses and current carrying wires to create local magnetic fields giving another parameter to control the internal degrees of freedom of the trapped atoms.



⁴ All-optical atom surface traps implemented with one-dimensional planar diffractive microstructures, Alloschery O. *et al.*, Optics Express **14**, 12568, (2006)

Review of the group activity 2008

During this year, we have developed a new BEC machine using crossed dipole trap and produced from it new types of guided atom lasers. The two laser beams of the dipole trap originate from the same Ytterbium fiber laser with a central wavelength of 1072 nm. We use in total about 150 W of laser power for the loading. Without any special care during the 3 second evaporation ramp, carried out by lowering the power, we obtain a spinor BEC with typically $3 \cdot 10^5$ rubidium atoms.

We have demonstrated our ability to control the internal state of the BEC using a spin-distillation technique. It consists in applying, during the evaporation, a magnetic gradient to change the relative depth experienced by the different subZeeman species: a horizontal gradient favors the evaporation of $m=1$ and $m=-1$ atoms yielding a pure condensate in the $m=0$ state, while a vertical gradient compensates the gravity field for one species $m=1$ or $m=-1$ giving the possibility to produce a condensate in one of this state. In this process, the species that experience the lowest depth serve as a cold thermal bath for the other one, and both sympathetic and evaporative cooling occur. By combining the spin distillation technique and microwave pulses with well-defined polarization, we have also produced BEC in any superposition of states between those two hyperfine levels of the ground state, and that differs, at maximum, from one unit of angular momentum.

In a first set of experiments, the guided atom lasers were produced by outcoupling atoms from the BEC using an inhomogeneous magnetic field, applied along the optical waveguide axis provided by the horizontal beam of the crossed dipole trap. Due to the transverse confinement, the characterization of the beam quality is obtained from the population of the transverse modes. We have extended the use of isentropic analysis to propagating matter waves in order to relate quantitatively those populations to the characteristics of the BEC from which the guided atom lasers originate. This thermodynamical approach turns out to be possible because of the validity of the local thermal equilibrium and of a sufficiently large reduction of the entropy productions generated by the experimental manipulation. We have even prepared guided atom lasers in a nearly pure monomode regime (85 % in the ground state). The isentropic relation holds both for magnetic and optical outcoupling schemes.

Furthermore, optical outcoupling has enabled the production of a spinor guided atom lasers and opens the possibility to tailor their polarization. The internal degrees of freedom of the atoms are nothing but the analogue of polarization for light. The dimension of the corresponding subspace is much larger for atoms than for light. An appealing perspective, which requires a well-controlled magnetic environment, lies in the control of the polarization of the guided atom laser over their propagation.

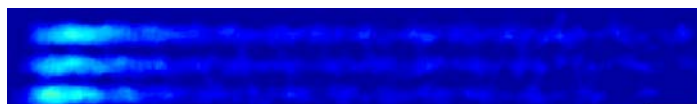


Figure 5 : Spinor guided atom laser. The three components have been separated by applying a Stern and Gerlach field during the time of flight.

Résumé

Le groupe atomes froids s'est constitué en décembre 2007 avec le recrutement de D. Guéry-Odelin dont l'activité de recherche a trait à la physique des laser à atomes. Cette nouvelle équipe s'est substituée aux activités du groupe nano-optique menées par J. Weiner et qui ont été dissoutes suite au départ à la retraite de ce dernier. Ce rapport comporte par suite deux parties, l'une relative aux activités du groupe nano-optique pour la période 2005-2007, et l'autre sur les recherches du groupe atomes froids pour l'année 2008.

Sur la période 2005-2007, l'équipe nano-optique a développé ses activités dans trois directions :

1) La nanolithographie. La technologie de monocouche autoassemblée (SAM) a été caractérisée et optimisée. En utilisant des masques pyramidaux, des résolutions jusqu'à 140 nm ont été obtenues pour des motifs arbitraires (écriture série) et 30nm pour des réseaux de lignes (écriture parallèle).

2) Etude du champ optique émis par des nanostructures sub longueur d'onde gravées dans des membranes métalliques. Les plus simples sont formées d'un sillon de 100 nm de largeur et de profondeur situé à une distance variable d'un trou ou d'une fente de 100nm. L'étude du champ lointain de ces structures a permis de préciser le rôle respectif des plasmons-polaritons de surface et de modes localisés au voisinage de l'ouverture.

3) Piège dipolaire de petites dimensions. Nous avons capturé jusqu'à $1.5 \cdot 10^5$ atomes à 6 μ K dans un piège dipolaire situé entre 200 et 500 μ m de la surface d'un miroir. Ce piège est obtenu par la diffraction d'un laser sur des motifs inspirés des lentilles de Fresnel gravés à sa surface. Des structures plus complexes ont donné lieu à des réseaux de pièges adressables individuellement ou continûment déformables ce qui pourrait avoir des applications en calcul quantique par exemple.

L'année 2008 a été marquée par la mise au point d'un nouveau dispositif expérimental pour réaliser des condensats de Bose Einstein. Ce dispositif exploite des laser de puissance ; il permet de réaliser des condensats par une méthode entièrement optique à une cadence d'un toutes les cinq secondes. Il améliore ainsi considérablement le taux de répétabilité de ce type d'expériences. Après avoir démontré le contrôle des degrés de liberté interne du condensat grâce à une technique de distillation de spin, les travaux de l'équipe se sont tournés vers de nouvelles méthodes pour produire des laser à atomes guidés. Deux méthodes d'extraction cohérente d'atomes du condensat ont été explorées, l'une magnétique et l'autre optique. Selon la fraction condensée du condensat de Bose Einstein, le laser à atomes produit est multi mode ou quasi-monomode. Une étude systématique des corrélations entre l'état du condensat et les populations des différents modes transverses des laser à atomes extraits de ces condensats a révélé que ces deux systèmes avaient la même entropie. Il est donc ainsi possible grâce à notre protocole de contrôler le caractère multimode des laser à atomes guidés. Par ailleurs le découplage optique a permis de réaliser des laser à atomes guidés de spineur, et ouvrent la voie à des études sur le contrôle de la polarisation de ces nouveaux laser de matière.

E6 – Optique pour les tests fondamentaux

Carlo Rizzo (*Pr, resp.*), Cécile Robilliard (*CR CNRS*), Mathilde Fouché (*CR CNRS*).

Collaborations : R. Battesti (*LNCMI*), A. Dupays (*LCAR*), D. Bakalov (*INRNE, Sofia, Bulgarie*).

The activity of our group is devoted to experimental tests of fundamental interest using optical techniques. Since 2001 we are pushing forward a collaboration with LNCMI of Toulouse and LMA of Lyon to measure the vacuum magnetic birefringence (BMV Project), a QED prediction. From 2006 to 2008 we have also performed a measurement at LULI of the École Polytechnique to search for photon oscillations into massive particles (Boson project), still in collaboration with the LNCMI of Toulouse. Photon oscillations into massive particles can generate effects mimicking an optical activity of vacuum, and therefore they are strictly related to the search for the Cotton-Mouton effect of vacuum. Recently, a new research line has been initiated in order to improve the sensitivity of small birefringence measurements. Its goal is to measure small refraction index differences through frequency metrology, and to apply it to the study of a new magneto-electro-optic effect.

BMV project

The BMV project goal is to measure the birefringence induced in vacuum by an external magnetic field (**B**iréfringence **M**agnétique du **V**ide), a QED prediction dating from 1935 and not yet experimentally proven. This magnetic birefringence, also known as Cotton-Mouton effect, has been measured in gases since the sixties and exists in any medium.

The BMV project is a collaboration between the LNCMI of Toulouse and the LCAR. Our experiment is now fully operational in a clean experimental room hosted by the LNCMI and we have performed our first measurements. We will describe them in the following.

Our experimental setup is described in Ref. ¹. A Nd-YAG laser ($\lambda=1064$ nm) is locked on a 2.2 m optical resonant Fabry-Perot cavity using the Pound-Drever-Hall technique. The light is polarized by a high quality polarizer and the transverse magnetic field is delivered by two especially designed coils (Xcoil). To increase as much as possible the effect to be measured we need a very high finesse cavity. The polarization of the light transmitted by the Fabry-Perot cavity is analyzed by a second high quality polarizer.

As far as the optical cavity is concerned, we used different sets of mirrors in order to test more and more efficient configurations. Mirrors are characterised by their reflectivity from which we can deduce the nominal finesse of the cavity. We have locked our laser to cavities of finesse about 5 000 and about 130 000. We have also at our disposal mirrors built by the LMA of Lyon, with which we collaborate since the beginning of the project in 2001. The finesse of the cavity realized using these mirrors is expected to be about 650 000.

The experimental finesse is measured via the photons lifetime in the cavity. We shut down the laser and we measure the intensity of transmitted light versus time. The transmitted light intensity decays exponentially. Once the photon lifetime in the cavity is known, the finesse can be calculated. We have currently reached a cavity finesse of 131 000 (decay time of 306 μ s). The full width at half maximum (FWHM) of the cavity resonance line has a typical value of 500 Hz, which is one the smallest values ever reached in the optical range.

¹ *The BMV experiment: a novel apparatus to study the propagation of light in a transverse magnetic field*, R. Battesti *et al.*, Eur. Phys. J. D **46**, 323–333 (2008)

The second important point is the transverse magnetic field. We are using two identical coils developed especially for this experiment ². Because the Cotton Mouton effect is proportional to the square of the magnetic field, the relevant factor for evaluating the coil performance is the product $B^2 \times L$, where L_0 is the length of the magnetic field region. Each coil can produce 10 T at the center, which gives 30 T².m for each coil.

In order to test our apparatus, we measured the Cotton Mouton effect in nitrogen in July 2008. Our result is in very good agreement with other existing data. Moreover, this is the first Cotton-Mouton measurement ever performed with pulsed coils. After this probing test, we have measured the smallest Cotton Mouton effect known in gases, the one given by helium gas. This measurement is quite difficult and only three experimental values have been published. Our preliminary measurements at different pressures give a birefringence corresponding to an anisotropy of the index of refraction $\Delta n_u = (2.1 \pm 0.4) \times 10^{-16}$ for a magnetic field of 1 T and a gas pressure of 1 atm. The value predicted by *ab initio* computational methods is $\Delta n_u = 2.37 \times 10^{-16}$.³

In conclusion, 2008 has been the year of our first birefringence measurement. Our results are all in agreement with previous ones, and with theoretical ones. Our sensitivity in Δn_u is at the moment of the order of 10^{-17} . In 2009 and 2010 we will test the limits of our present set up.

Major improvements are further needed to reach the Cotton Mouton effect of vacuum, such as the upgrade of the mechanical rotation and tip-tilt of the polarizers and of the cavity mirrors, the upgrade of the cavity finesse, the upgrade of the vacuum system and the upgrade of the magnetic field. A new coil has been designed with new wires, a bigger size, in order to reach 25 T at the centre and a B^2L of 190 T².m in usual working conditions. Our goal is to put at least three of these coils on the experiment. A new bank of capacitors to supply the current for such coils is also needed. To enter this new phase, the experimental set up has to be deeply reshaped.

Boson project

In 2006, the Italian collaboration PVLAS announced the unexpected observation of a magnetic dichroism in vacuum, which they suggested might be due to photoregeneration of axionlike particles ⁴. However, the axion mass and two photon inverse coupling constant inferred from these PVLAS measurements were seriously inconsistent with the CAST limits ⁵, albeit the latter are model dependent. As a consequence, there was an urgent need for a direct independent experimental test of the observed dichroism.

This raised a renewed interest in axionlike particle search, in particular for model independent purely laboratory-based experiments. The most popular setup, commonly called "light shining through a wall", is a photoregeneration experiment based on the Primakoff effect coupling an axionlike particle with two photons (a real one from the laser field and a virtual one from an external magnetic field) ⁶. The experiment consists of converting photons into axionlike particles of identical energy in a transverse magnetic field, then blocking the photon beam with a wall. The axionlike particles hardly interact with the wall and are converted back to photons in a second magnet. Finally, the regenerated photons are counted with an appropriate detector. Such an experiment was conducted in the 1990s by the BFRT Collaboration without detecting any regenerated photon signal, which led to limits on the

² *A transportable pulsed magnet system for fundamental investigations in quantum electrodynamics and particle physics*, S. Batut *et al.*, IEEE Transactions on Applied Superconductivity **18**, Issue: 2, p.600-603 (2008)

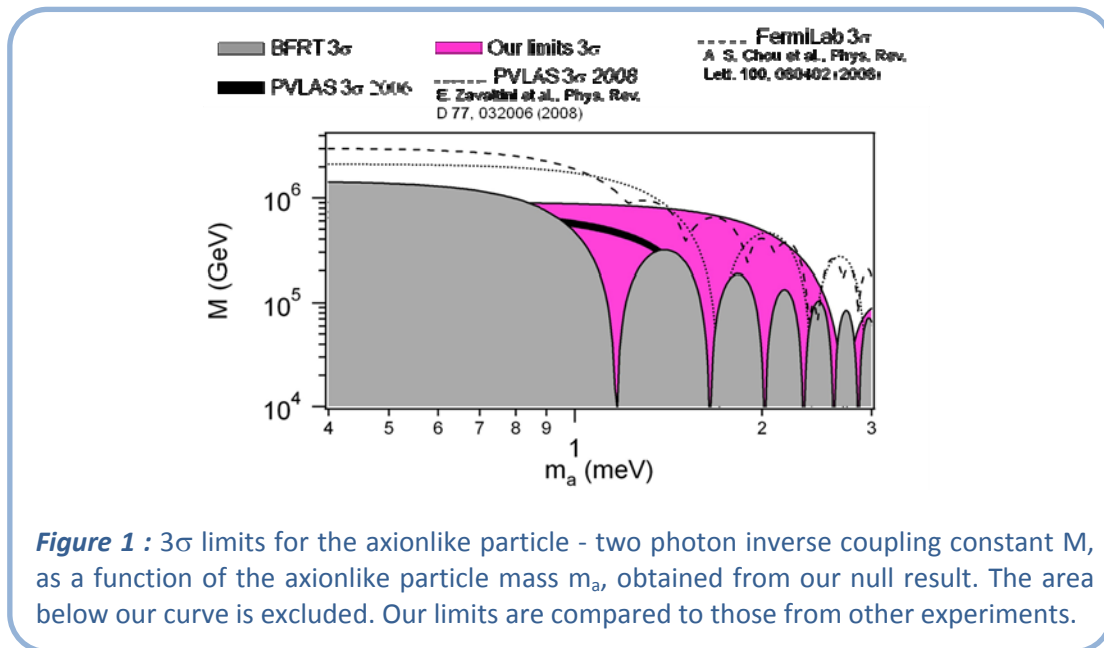
³ *The Cotton-Mouton effect in gases: experiment and theory*, C. Rizzo *et al.*, Int. Rev. Phys. Chem. **16**, 81 (1997), and references therein

⁴ *Experimental Observation of Optical Rotation Generated in Vacuum by a Magnetic Field*, E. Zavattini *et al.*, Phys. Rev. Lett. **96**, 110406 (2006)

⁵ *An improved limit on the axion-photon coupling from the CAST experiment*, S. Andriamonje *et al.* (CAST Collaboration), J. Cosmol. Astropart. Phys. **04**, 010 (2007)

⁶ *Proposed experiment to produce and detect light pseudoscalars*, K. Van Bibber *et al.*, Phys. Rev. Lett. **59**, 759 (1987)

axion parameters ⁷. Mainly motivated by the PVLAS astonishing results, several “light shining through a wall” experiments have been built since 2006 at DESY, CERN, Jefferson Laboratory, Fermilab and at LULI (Laboratoire pour l’Utilisation des Lasers Intenses), in France, by our group.



Experimentally, the main difficulty lies in detection. The expected regeneration rate is indeed very weak — less than 10^{-20} — so that optical shielding has to be perfect and the detector background very low. We have found an original and efficient way to solve the detection problem as both the laser and the magnetic field were pulsed, as well as our detector. Contrary to other similar experiments requiring long integration times, we were not limited by the background of the detector as the photons were concentrated in very intense and short laser pulses. In collaboration with the LULI in Palaiseau and the LNCMI (Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses) in Toulouse, we rapidly set-up the experiment in the LULI2000 laser hall in Palaiseau, so that we were the first to present, in June 2007, the results of our pulsed “light shining through a wall” experiment, definitively invalidating the axion interpretation of the original PVLAS optical measurements with a confidence level larger than 99.9% ⁸. Our latest results, obtained after 3 more weeks of data acquisition in September 2007 and January 2008, are presented in Figure 1. We have found that the axionlike particle - two photon inverse coupling constant M is greater than $9 \cdot 10^5$ GeV for low axion masses. Our measurements also improved the existing limits on the parameters of a low mass hidden-sector boson usually dubbed “paraphoton” because of its similarity with the usual photon ⁹.

ExB project

Extensively studied for more than one century, magneto- and electro-optics have significantly contributed to the understanding of light-matter interactions while providing numerous applications such as Pockels cells, liquid crystals or Faraday rotators. However, the sensitivity of small

⁷ Search for nearly massless, weakly coupled particles by optical techniques, R. Cameron *et al.*, Phys. Rev. D **47**, 3707 (1993)

⁸ No “Light Shining through a Wall”: Results from a Photoregeneration Experiment, C. Robilliard *et al.*, Phys. Rev. Lett. **99**, 190403 (2007)

⁹ Search for photon oscillations into massive particles, M. Fouché *et al.*, Phys. Rev. D **78**, 032013 (2008)

birefringence measurements, all based on polarization measurements, has not significantly improved for years, in spite of the impressive progress of optics.

Our project originates from a paper from J. Hall ¹⁰ who suggested converting birefringence effects into frequency effects, in order to take advantage of the precision of frequency metrology. The experiment relies on laser frequency locking on a high finesse cavity: a birefringence induces a resonance frequency difference, which can then be measured very accurately.

We thus started building a novel apparatus to measure small refraction index differences through frequency metrology, and to apply it to the study of a new magneto-electro-optic effect, occurring in all media in the presence of crossed electric and magnetic fields: the velocity of light propagating orthogonally to the applied fields is not the same in both directions. Predicted some thirty years ago, the so-called magneto-electric directional anisotropy of light has been recently observed for the first time indirectly, in a crystal ¹¹.

The experimental set-up has started in May 2008. It consists of a high finesse square cavity with magneto-electric rods on the four cavity arms. We inject some laser light both clockwise and counter-clockwise in the cavity, and we measure the error signal in one direction while the laser frequency is locked on the resonance in the other direction. Since the electric field is modulated, the detection sensitivity can be enhanced thanks to a lock-in amplifier technique. We are presently optimizing the frequency locking electronics.

Résumé

L'activité de notre équipe entre 2004 et 2009 a eu trois volets différents mais synergiques, que nous développons dans la suite.

Projet BMV

Le projet BMV (Biréfringence Magnétique du Vide), s'articule autour d'un montage expérimental dont le but est de vérifier en laboratoire les prévisions de l'électrodynamique quantique pour ce qui concerne l'effet Cotton-Mouton du Vide. Ce projet, qui est une collaboration entre le LCAR et le LNCMI de Toulouse, est basé sur l'utilisation de champs magnétiques pulsés très intenses et d'un appareil optique très sensible pour la détection des effets induits par ce champ sur un faisceau laser, développé en collaboration avec le LMA de l'IN2P3 de Lyon. Le principe de l'expérience est d'injecter de la lumière polarisée linéairement, à 45° du champ magnétique, et d'observer l'ellipticité de cette lumière à la sortie. Une cavité de très haute finesse, constituée de 2 miroirs, permet de replier le faisceau afin d'augmenter le trajet de la lumière sous champ magnétique. Notre appareil constitue donc un ellipsomètre de grande sensibilité. Les premières prises de données ont été effectuées durant l'été 2008. Nous avons en particulier mesuré l'effet Cotton-Mouton de l'azote moléculaire. La valeur trouvée est en accord avec celles données sur d'autres expériences. A ce jour, la finesse obtenue pour nos cavités est typiquement 130 000 (durée de vie 300 μ s), ce qui correspond à une des meilleures cavités optiques au monde. Après ces premiers résultats très encourageants, nous avons mesuré le plus petit effet Cotton-Mouton d'un gaz, celui de l'Hélium. Les résultats préliminaires donnent $\Delta n_{\text{He}} = (2,1 \pm 0,4) \times 10^{-16} \text{ T}^{-2}$ à 280 K et pression atmosphérique, à comparer à une valeur théorique de $\Delta n_{\text{u}} = 2,37 \times 10^{-16} \text{ T}^{-2}$. Nous comptons en 2009 et 2010 tester les limites de notre montage expérimental

¹⁰ *Measurement of mirror birefringence at the sub-ppm level: Proposed application to a test of QED*, J.L. Hall *et al.*, Phys. Rev. A **62**, 013815 (2000)

¹¹ *Observation of Magnetolectric Directional Anisotropy*, G.L.J.A. Rikken *et al.*, Phys. Rev. Lett. **89**, 133005 (2002)

actuel. Pour pouvoir aborder la prochaine phase de notre projet, qui devrait raisonnablement nous amener à la mesure attendue, un nouveau montage sera nécessaire pour accueillir en particulier au moins trois nouvelles bobines plus puissantes que les bobines actuelles. Une amélioration générale de la partie optique sera aussi nécessaire.

Projet Boson

En 2006, la collaboration italienne PVLAS a annoncé l'observation d'un effet attribué à l'axion⁴, une particule hypothétique proposée dans les années 70 pour résoudre un problème théorique lié à l'interaction forte et longtemps cherché en vain. Cependant, la constante de couplage photon-axion déduite des mesures de PVLAS était incompatible à la fois avec les limites expérimentales précédentes⁵ et avec les observations astrophysiques. Il devenait alors urgent de vérifier ces affirmations par une expérience indépendante, comme en témoignent les différents projets initiés par de grands laboratoires de physique des particules tels que le CERN, le DESY, le Jefferson Lab ou le Fermi Lab. De notre côté, l'expérience que nous avons montée sur la ligne LULI2000 (en collaboration avec le LNCMI à Toulouse et le LULI à Palaiseau) nous a permis d'obtenir les premiers des résultats sans ambiguïté en excluant l'interprétation particulière des italiens avec un niveau de confiance supérieur à 3σ ^{8,9}. Notre expérience, tout comme celles de nos concurrents, était une expérience de photorégénération : un faisceau laser le plus énergétique possible traverse un champ magnétique, puis est envoyé sur une paroi opaque à la lumière. Si certains photons se sont transformés en axions, ces derniers traversent la paroi et sont, du moins pour quelques-uns d'entre eux, à nouveau transformés en photons par un champ magnétique. À la sortie de l'expérience, s'il y a bien eu oscillation, les photons régénérés sont détectés par un appareil adapté. L'originalité de notre expérience consistait à pulser à la fois le laser, le champ magnétique et le détecteur, ce qui nous a permis de contourner la difficulté liée au bruit de fond de la détection.

Projet ExB

Notre projet a un double objectif : d'une part, il met en œuvre une nouvelle technique de mesure de faibles biréfringences par métrologie de fréquence, ce qui permettra un gain de sensibilité de 2 à 3 ordres de grandeur par rapport aux mesures réalisées jusqu'ici. En effet, les techniques existantes sont basées sur la polarimétrie et n'ont pas notablement progressé ces dernières années. Notre projet s'inspire d'une suggestion de J. Hall¹⁰ qui proposait de convertir les biréfringences à mesurer en différences de fréquence pour profiter de la précision impressionnante qu'on atteint maintenant dans ce domaine. Notre deuxième objectif consiste à utiliser cette technique innovante pour mettre en évidence pour la première fois l'anisotropie directionnelle magnéto-électrique de la lumière dans un gaz. En effet, en présence de champs magnétique et électrique croisés la vitesse d'un faisceau lumineux se propageant orthogonalement aux champs appliqués n'est pas la même dans les deux directions. Prédit depuis une trentaine d'années, cet effet a été observé récemment pour la première fois, de manière indirecte, dans un cristal¹¹.

L'expérience a démarré au début de l'été 2008 ; la cavité est maintenant installée avec les barreaux magnéto-électriques sur ses 4 bras, et nous sommes dans la phase d'ajustement de l'asservissement en fréquence du laser à la cavité.

E7 - Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires

Permanent members:

C. Meier (PR, resp), J. A. Beswick (PR), M. A. Bouchène (PR), A. Dupays (MCF), N. Halberstadt (DR CNRS), D. Lemoine (CR CNRS), B. Lepetit (CR CNRS)

PhD students:

L. Uranga-Piña (since 01/2009), W. Unn-Toc (since 10/2008), R. Franklin-Merango (since 03/2008) C. Escure (since 10/2006), A. Valdés (6 months in 2005-2006), L. Velilla (6 months in 2007-2008), F. A. Hashmi (09/2005-02/2009), S. Monturet (10/2005-07/2008), D. Bonnhommeau (10/2003-06/2006)

The theory group of the LCAR is composed of 7 permanent members working in the field of quantum and mixed quantum/classical dynamics of atomic and molecular systems. Within this context, the interaction with external fields, which not only allows to trigger but also to detect the induced dynamics plays a crucial role. One of the main principles of the work done in our group is the direct and close collaboration with experimental groups, both within the laboratory but also with many experimentalists around the world. With N. Halberstadt joining the group in Oct. 2006, a new line of research, the dynamics of molecules embedded in helium droplets, opens new, exciting perspectives, namely the combination of short pulse laser interaction with these systems. Furthermore, with the recruitment of A. Dupays, collaboration with the experimental group of C. Rizzo has been established. Each member of the theory group has its own specific expertise so that bringing together the different members in collaborative projects is one of the strengths of our group.

The research performed over the period 2005-2009 can be grouped into 4 lines of activity:

- 1. Development of novel methods for molecular dynamics*
- 2. Dynamics of isolated molecular systems or in different environments*
- 3. Using laser light to control atomic or molecular processes*
- 4. Quantum vacuum*

1. Development of novel methods for molecular dynamics

1.1 Mixed Quantum classical dynamics (J.A. Beswick, C. Meier)

One of the main challenges in the study of quantum molecular dynamics and its control is the extension to cases where a large number of atoms participate actively. If a sufficiently large number of atoms can be treated, one could extend the control studies to the liquid or solid phase. For large systems, the dynamics is usually accomplished by using classical trajectories. However, there exist cases where a classical treatment of the nuclear dynamics is not adequate. It is thus necessary to develop methods, which can treat at least some degrees of freedom using a quantum treatment. Based on extensive work in this field during the last years, the method developed in our group has been

extended and applied to several test systems. Results summarizing these efforts have been published in research articles and several book chapters recently.¹

2. Reactivity and dynamics of molecular systems in the gas phase or in different environments

2.1 Polarization of products in photofragmentation processes (J. A. Beswick)

Coll : R.N. Zare (Stanford)

Photofragmentation processes, in general produce anisotropic distributions of the products' relative velocity v and their angular momenta j . If the products are excited, the light emitted reflects the anisotropy of the fragments through its angular distribution and polarization.

Particularly interesting are electronically doubly excited states of diatomics which can show interference effects due to the production of entangled states. General quantum expressions for the fluorescence polarization have been obtained using the previously developed multipole treatment of alignment and orientation of photofragments.² It has been shown that in many cases the fluorescence polarization can be calculated by using the simple semiclassical treatment in terms of absorption and emitting oscillators.³

Another important observable is the angular distribution of the photofragments from an initially polarized precursor molecule. Quantum and quasiclassical expressions have been compared, under the conditions of a one-photon electric dipole transition to a repulsive state followed by prompt axial recoil into two separating fragments.² The treatment is most readily applicable to diatomic molecules, but it is more general than that. In this work it has been shown that when the rotational and electronic angular momentum J and its projection Ω along the body-fixed z axis Ω , are well defined in the initial state the quantum and quasiclassical expressions are identical for any initial polarization of the molecule prior to photolysis and for all values of J and Ω . Moreover, the quasiclassical expression is still a good approximation even when the initial state is a coherent superposition of $J \Omega M$ levels for the same Ω . This near identity still pertains even when Ω is not well defined for a parallel transition but fails for a perpendicular transition if the initial state is in a coherent superposition of Ω states differing by 2.

These conclusions apply to preparation schemes employing optical excitation, static inhomogeneous and/or homogeneous electric and/or magnetic fields, as well as to molecules physisorbed on solids or clusters. This can be important for the interpretation of photofragment distributions when some other angular momenta are involved, such as electronic angular momentum, with and without nuclear spin, coupled to molecular rotation, asymmetric top rotational angular momentum, or internal vibrational angular momentum in polyatomics.

¹ J. Li, C. Woywod, V. Vallet, C. Meier, J. Chem. Phys. **124**, 184105 (2006), C. Meier, J. A. Beswick in Quantum Dynamics of Complex Molecular Systems, ed. by D. Micha, I. Burghardt (Springer, 2006)

² L. Siebbeles, M. Glass-Maujean, O. Vasyutinskii, J.A. Beswick, J.A. Beswick, O. Roncero, J. Chem. Phys. **100**, 3610 (1994)

² J.A. Beswick, in Vector Correlation and Alignment in Chemistry, G.G. Balint-Kurti and M.P. de Miranda Eds., Collaborative Computational Project on Molecular Quantum Dynamics (2006)

³ J.A. Beswick, R.N. Zare, J. Chem. Phys. **129**, 164315 (2008)

2.2 Photodissociation of Van der Waals complexes (J.A Beswick, N. Halberstadt, D. Lemoine, B. Lepetit)

Coll : O. Roncero, A. Valdès, R. Prosimi, P. Villareal, G. Delgado Barrio (CSIC, Madrid) A.A. Buchachenko (Moscow State University)

The rare gas-halogen systems are prototypes for a wide range of molecular processes, in particular predissociation of excited van der Waals resonances. The main trend over the past years has been the availability of new accurate ab-initio potential energy surfaces in conjunction with higher precision experiments which motivate new dynamical calculations. In this context, we performed two such studies in recent years. One was on the competition between electronic and vibrational predissociation in Ar...I₂ involving a set of 6 coupled three dimensional potential energy surfaces, and the other was on the vibrational predissociation of He...I₂ on a new ab-initio potential energy surface which allowed to reach an agreement with experimental resonance energies⁴ better than 0.5 cm⁻¹.

2.3 Photodissociation of chemical systems (B. Lepetit)

Coll : V. Blanchet, T. Leininger (LCPQ, Toulouse)

The recent publication of experimental results⁵ as well as ongoing experiments in our lab has motivated the start of a PhD on the photodissociation of methyl-bromide. This molecule together with methyl-chloride has the largest impact on ozone depletion layer. Our study involves for the first time ab-initio generation of potential energy surfaces (with Molpro) and wavepacket dynamics. Computed absorption cross-sections, branching ratios and anisotropy parameters compared with experimental results provide insight in the dissociation dynamics and in particular show the effect of reduced spin-orbit coupling by comparison with the extensively studied methyl-iodine system.

2.4 Spectroscopy and predissociation (J. A. Beswick, B. Lepetit)

Coll: R. Abrol, A. Kuppermann, D. Wang (Caltech, USA) ; U. Galster, J.M. Rost (Dresden, Germany) ; R. Kalus, F. Karlicky (Ostrava, Czech Republic) ; A. Aguado, M. Paniagua, (Autonoma, Madrid) ; X. Gadéa (LCPQ, Toulouse)

This activity involves development and use of the hyperspherical coordinate method for tri and tetra-atomic system (development of a numerical method to generate hyperspherical harmonics). Concerning **spectroscopy**, we have worked on high accuracy ro-vibrational spectra for rare gas neutral triatomic cluster, ionized helium trimers which is the core of larger clusters and undergoes Jahn-Teller effect, as well as hydrogen triatomic molecular ions of astrophysical interest. These studies took advantage of new ab-initio potential energy surfaces.

Our study on the **predissociation** of H₃ (final step of the dissociative recombination of H₃⁺ which is the main destruction mechanism of this highly abundant molecular ion in diffuse interstellar clouds) was motivated by recent experimental results on two and three body break-up⁶. This includes measurement of the energy sharing between the three particles (Dalitz plots) and of the branching ratio between two-body and three-body dissociation. This is also of interest for nuclear fusion industry (highly vibrationally excited hydrogen obtained in volume plasma from dissociative recombination of H₃⁺ or from charge exchange with Cs is then used to generate H⁻ from dissociative attachment, which in turn is used to heat fusion plasma after being electrostatically accelerated and neutralized).

⁴ S.E. Ray, A.B. McCoy, J.J. Glennon, J.P. Darr, E.J. Fesser, J.R. Lancaster, R.A. Loomis, J. Chem. Phys. **125**, 164314 (2006)

⁵ M. Lipciuc, M. Janssen, J. Chem. Phys. **127**, 127 (2007) ; V. Blanchet, P. Samartzis, T. Kitsopoulos, J. Chem. Phys. **130**, 034304 (2009)

⁶ U. Galster, F. Baumgartner, U. Muller, H. Helm, M. Jungen, Phys. Rev. A **72**, 062506 (2005) ; J.E. Mann, C.M. Laperle, J.D. Savee, R.E. Continetti, Chem. Phys. Lett. **472**, 34 (2009)

2.5 Photoinduced Multi-mode Quantum Dynamics (A. Dupays)

Coll : W. Domcke, Z. Lan (U München)

In collaboration with Z. Lan and W. Domcke (München, Germany), we have investigated the photoinduced dynamics of pyrrole at the $^1A_2(\pi\sigma^*)-S_0$ and $^1B_1(\pi\sigma^*)-S_0$ conical intersections by multi-mode time-dependent quantum wave-packet calculations⁷. These conical intersections provide a mechanism for ultrafast internal conversion (that is, radiationless decay to the electronic ground state), as well as hydrogen abstraction. Diabatic potential-energy surfaces have been constructed for both conical intersection using accurate multi-reference ab initio electronic-structure calculations. It has been shown that the excitation of the NH stretching mode strongly enhances the photodissociation rate, while the excitation of the strongest coupling mode has a pronounced effect on the branching ratio of the photodissociation process. These calculations provide insight into the effect of the multiple coupling modes on the process of direct photodissociation through a conical intersection.

2.6 Dynamics in Helium droplets (N. Halberstadt)

Coll : D. Bonhommeau (PhD), A. Viel (I.P. Rennes), M. Lewerenz (LCT Marne la Vallée), K.C. Janda (U.C. Irvine, USA), U. Buck (MPI Göttingen), M. Farník (Prague, PHC Barrande)

We have performed simulations on the effect of a helium nanodroplet environment on the fragmentation dynamics of embedded molecular systems. Helium nanodroplets (typically 500 to 10^6 atoms) provide a unique low-temperature (0.38K), inert, liquid environment, with superfluid properties that can be studied at the molecular level. Based on the superfluid properties of bulk helium II, one could expect gas-phase like fragmentation (no viscosity exerted on the separating fragments) or complete caging (*in situ* recombination of the dissociating molecule, because of the high heat conductivity). Experimental results in the group of Janda and more recently of Neumark (UC Berkeley) have shown that the "caging" effect is important, although fragmentation is usually not completely hindered. In a photodissociation experiment on CF_3I inside helium droplets, Braun and Drabbels have concluded that binary collisions play an important role in high kinetic energy dynamics. In addition, experiments on cooling by helium atom evaporation conducted in the group of Miller at Chapel Hill have revealed that it is highly non thermal for some ions in small droplets.

Ionized rare gas clusters are chosen as model systems because they are well known for extensively fragmenting upon ionization. Our preliminary simulations⁸ of the dissociative ionization of rare gas clusters using non adiabatic dynamics on model DIM (diatomics in molecules) potential energy surfaces have given very good agreement with experiments for argon clusters from 3 to 11 atoms. For krypton and xenon clusters our simulations give the correct tendencies but a dominant proportion of monomer ionic fragments is found experimentally and is still not accounted for (see also our review paper⁹ on the subject). In the droplets the helium atoms are treated explicitly, with zero-point effects taken into account in an average way by dressing the helium atoms with a constant wave function (this is equivalent to using an effective helium-helium interaction potential in the dynamics). Previous attempts at describing the helium environment implicitly through a friction force¹⁰ have given good results compared to the experiment of Janda and coworkers. However, the value obtained for the friction coefficient by fitting this sole parameter to the experimental fragment distribution was very large, indicating that some other processes must be playing an important role.

Our results have revealed a new mechanism, in which the intermediate fragmenting species can eject itself from the droplet, thereby reducing the cooling power of the latter. They have also

⁷ Z. Lan, A. Dupays, V. Vallet, S. Mahapatra and W. Domcke J. Photochem. Photobiol. **190**, 177-189 (2007)

⁸ D. Bonhommeau, N. Halberstadt, and A. Viel, J. Chem. Phys. **124**, 184314 (2006) ; *ibid*, **124**, 024328 (2006) ; V. Poterya, M. Farník, U. Buck, D. Bonhommeau and N. Halberstadt, Int. J. Mass Spec. **280**, 78-84 (2009)

⁹ D. Bonhommeau, N. Halberstadt, and U. Buck, Int. Rev. Phys. Chem. **26**, 353 (2007)

¹⁰ D. Bonhommeau, A. Viel, and N. Halberstadt, J. Chem. Phys. **120**, 11359 (2004); *ibid*. **124**, 024328 (2006)

confirmed the experimental conjecture that cooling by helium atom evaporation is more efficient than believed so far by analyzing the kinetic energy distribution of the departing helium atoms. Finally, the final fragment distributions were in agreement with available experimental results.

2.7 Photodynamics of molecular chromophores in clathrates, ice, and liquid water (N. Halberstadt, R. Franklin-Mergarejo, J.A. Beswick, A. Dupays, D. Lemoine, B. Lepetit, C. Meier)

Coll : K.C. Janda (U.C. Irvine), A. Apkarian (U.C. Irvine, USA), R. Hernández-Lamonedá et M.I. Bernal-Uruchurtu (UAEM Cuernavaca, Mexique), J. Rubayo-Soneira (InSTeC La Havane, Cuba)

This work is a combined experimental (in Irvine) and theoretical (in Toulouse and in Cuernavaca) study of the photoexcitation of chromophore molecules in different water environments: clathrate hydrates, ice, and liquid water. Clathrate hydrates are water solids stabilized by the presence of molecules in nanometric-scale cages. One example of their importance is the estimation that 10^{19} grams of methane are encapsulated in solid water hydrates in the oceans. By studying the photoexcitation of dihalogen molecules in clathrates, and in ice and liquid water for comparison, we will bring information on the properties of this remarkable solvent. Experiments have already given the absorption spectra of Cl_2 , Br_2 and I_2 in clathrates. In the first part of this work we have obtained the absorption spectrum of the $\text{H}_2\text{O}\cdots\text{Cl}_2$ dimer based on the 2D model of the potential energy surfaces¹¹. We have deduced several conclusions concerning the presence of this dimer in water solution, and the interpretation of a time-resolved photodissociation experiment of Br_2 in ice.

One important conclusion of this work for future simulations was obtained by testing different approximate models against the reference wave packet calculation of the spectrum. The spectator model in which the water molecule does not have time to move during the dissociation of the dihalogen molecule was found to be a very good approximation. This is very promising for future simulations of the absorption spectrum of dihalogens in different condensed water environments (clathrates, water, ice) since it will then reduce to the spectrum of X_2 with potential energy curves that will be modified by the presence of the surrounding water molecules.

2.8 Atom- and molecule-surface interaction (D. Lemoine, B. Lepetit)

Coll : B. Jackson (UMASS, Amherst, USA), G. J. Kroes (Leyde, The Netherlands)

The dissociative scattering of $(v=0, j=0)\text{D}_2$ and $(v=1, j=0)\text{H}_2$ from the Cu(111) surface was studied with exact quantum wave packet methods involving the explicit dynamical treatment of the six molecular degrees of freedom.¹² Two potential energy surfaces were investigated and the results were compared with experiment. None of the two investigated potential energy surfaces was found satisfactory: the use of neither potential yielded reaction and vibrational excitation probabilities and vibrational efficacies that are in close agreement with experiment. In addition to showing the shortcomings of existing potential energy surfaces we have pointed out an inconsistency in the experimental fits for D_2 .

The trapping and sticking of H and D atoms on the graphite (0001) surface was examined over the energy range of 0.1–0.9 eV.¹³ For hydrogen to chemisorb onto graphite, the bonding carbon must pucker out of the surface plane by several tenths of an angstrom. A quantum approach in which both the hydrogen and the bonding carbon atoms can move was used to model the trapping, and a potential

¹¹ R. Hernández-Lamonedá, V.H. Uc Rosas, M.I. Bernal-Uruchurtu, N. Halberstadt et K.C. Janda, *J. Phys. Chem. A* **112**, 89 (2008); R. Franklin-Mergarejo, J. Rubayo-Soneira, N. Halberstadt, T. Ayed, M.I. Bernal-Uruchurtu, R. Hernández-Lamonedá, et K.C. Janda, *J. Phys. Chem. A*, accepté (2009)

¹² S. Nave, D. Lemoine, M.F. Somers, S.M. Kingma, G.J. Kroes, *J. Chem. Phys.* **122**, 214709-1-9 (2005)

¹³ X. Sha, B. Jackson, D. Lemoine, B. Lepetit, *J. Chem. Phys.* **122**, 014709-1-8 (2005)

energy surface based on density functional theory calculations was employed. It was found, for energies not too far above the 0.2 eV barrier to chemisorption that a significant fraction of the incident H or D atoms can trap. The forces on the bonding carbon are large, and it can reconstruct within 50 fs or so. After about 100 fs, most of the trapped H atoms scatter back into the gas phase, but the 5%–10% that remain can have lifetimes on the order of a picosecond or more. Calculations of the resonance eigenstates and lifetimes confirmed this. An additional lattice degree of freedom was included quantum mechanically and was shown to significantly increase the amount of H that remains trapped after 1 ps. Further increasing the incident energy destabilizes the trapped state, leading to less H remaining trapped at long times. We estimated that for a full dissipative bath, the sticking probabilities should be on the order of 0.1.

3. Using laser light to control atomic or molecular processes.

3.1 Measurement and control of transient quantum interferences (C. Meier)

Coll: B. Girard (LCAR), K. Ohmori (IMS, Japan)

The time evolution of a vibrational wave packet in an anharmonic potential leads to dispersion and, at a longer time, to a reconstitution of the wave packet ('revival'). At certain well-defined times, the system is described by the motion of two partial wave packets, oscillating out of phase in the potential well. At each crossing, transient interference structures appear. By numerical simulations, we could show that under certain well-defined conditions these transient interferences of the matter waves could be observable experimentally. Initiated by these studies, the observation of this dynamics could be achieved by the group of K. Ohmori, in collaboration with B. Girard, Toulouse, having the required laser system at his disposal¹⁴. As predicted by theory, the measured signal could clearly resolve the nodes of the matter waves, because the spatial resolution of the experiment was smaller than the de Broglie wavelength. In continuation of this line of research, not only the observation but also the active control of the matter wave interferences by adding phase coherent pulses was achieved. The method used consists in a pulse sequence to create trains of separate coherent matter wave packets, the interference of which could be controlled by the relative optical phases of the control pulses¹⁵.

3.2 Coherent control: development and application to IR excitation (C. Meier)

Coll: V. Engel, (U Würzburg, All.), M.C. Heitz, (LPQ)

In collaboration with V. Engel, (Würzburg), a theoretical approach which constructs an external control field based on the instantaneous response of a quantum system was developed and tested on model systems. Once the general method being validated, the method was applied to the multiphoton excitation of active center of carboxy-hemoglobin using shaped IR pulses.

This line of research is situated within the field of photoinduced ground state chemistry. To induce the dynamics of molecules in the electronic ground state is a promising way of chemical reactivity control: the strategy is to excite specific vibrations in order to induce dissociation, isomerisation etc. Despite its simplicity, this concept is still a great challenge, both for the theoretical description as well as for its experimental realization. Recently, the excitation of the active site of carboxy-hemoglobin to high vibrational quantum levels could be achieved by chirped infrared laser pulses, thus forming a first step into this direction.

Based on these experimental results, the control scheme mentioned above was employed to calculate laser pulses optimized for the multiphoton excitation of the CO vibration in the model system. The electric fields obtained by this procedure have a complex

¹⁴ H. Katsuki, H. Chiba, B. Girard, C. Meier and K. Ohmori, *Science* **311**, 1589 (2006)

¹⁵ H. Katsuki, H. Chiba, C. Meier B. Girard, and K. Ohmori, *Phys. Rev. Lett.* **102**, 103602 (2009)

shape, which up to now prevented its experimental verification. However, the group of M. Zanni, (University of Wisconsin, USA) very recently succeeded in shaping optical pulses directly in the infrared domain. With this novel pulse shaper, the complex fields proposed by our theoretical modeling can for the first time be realized experimentally. In a research project submitted by Prof. M. Zanni, he proposes to experimentally verify our theoretical predictions.

3.3. Study of resonant propagation of femtosecond pulses : observation and control (M. A. Bouchène)

The studies of the phenomena on an atomic or molecular scale often relate to atoms or molecules taken individually. The passage to a high number of particles brings into play the collective answer. The control of the influence of propagation effects that emerge becomes crucial for efficient excitation of dense samples. During the Phd of J-C Delagnes (2002-2005), we have performed several experiments where we have modified the propagation effects for ultrashort pulses by controlling accurately the atomic dynamics.

One important result obtained during this period is the possibility to control light-shifts that are induced when an atomic system interacts with strong laser fields¹⁶. These effects induce dramatic changes in both the structure and the dynamics of the driven systems and are strongly enhanced when laser pulses are used. We have considered a double two-level system where a strong femtosecond pulse drives each of the two-level system and a weak resonant femtosecond pulse connects cross transitions. In the adiabatic representation, the dressed states are connected by the weak pulse with a coupling strength that differs whether the states are identically or oppositely light-shifted, and that also depends on the relative phase of the optical waves. The control comes from adjusting this phase, which we achieve experimentally by varying the time delay between the pulses. Depending on the relative phase, the weak pulse can be amplified, or transmitted without any modification. Likewise in coherent control experiments, here the control results from the interference between two excitation quantum paths, corresponding to the absorption and to the emission by the dressed atomic system of one photon from/on the weak field mode respectively.

Moving to theory, I have investigated many aspects of laser-atom interaction and propagation effects in both the ultrafast and the long pulse regime. Most of these results constitute the central content of the PhD thesis of F. A. Hashmi (2005-2009)

3.4 Slowing light and coherent control of susceptibility in a duplicated two-level system (M. A. Bouchène)

We have theoretically proposed a new method of slowing light that can be realized in a double two level system by exciting it with two orthogonally polarized light pulses that propagate along different axis. The spatio-temporal dephasing of the total polarization induces a grating in the ground Zeeman coherence. The stronger of the two fields (the control field) is diffracted from this grating into the direction of the weak probe field compensating for the absorption of this latter field. A transparency window is thus created in the absorption spectrum of the probe leading to the slowing down of light. The transparency window exhibits characteristics identical to the one obtained by Electromagnetic Induced Transparency (EIT) method. However, the important difference between our method and the traditional EIT method is that ours does not rely on realizing dark state in the system¹⁷. This may open the possibility of slowing down light in more complex atomic media.

For the case when the two fields have the same frequency and the same axis of propagation, linear susceptibility vanishes and higher order, phase dependent non-linear susceptibility becomes

¹⁶ J. C. Delagnes and M. A. Bouchene, Physical Review Letters **98**, 053602 (2007)

¹⁷ F. A. Hashmi and M. A. Bouchene, Physical Review A, **77**, 051803 R (2008)

important, allowing coherent control of the optical response of the medium¹⁸. Coherent control of the medium gain for double two level systems in the femtosecond pulse regime has already been discussed in¹⁹. Here we demonstrate that for long pulses the effective susceptibility for the probe behaves as $\chi_{eff} = \chi_{lin} e^{2i\phi}$ where $\chi_{eff} = \chi_{lin}$ is linear susceptibility and ϕ is the phase difference between two fields. Depending on the relative phase between the two fields the system can be converted into an absorber or the gain medium for the probe with normal or anomalous dispersion. At larger optical thickness, phase growth during propagation destroys this coherent control and effective susceptibility turns into χ_{lin}^* , turning an absorber into an amplifier without effecting the dispersion.

3.5 Extremely sensitive coherent control of atomic processes (M. A. Bouchène)

Coherent control was introduced few years ago to control accurately the dynamics of a physical system excited by light. It relies on the interference effects produced by excitation with coherent fields. Such control has been demonstrated in many contexts. Generally, the quantity of interest corresponds to a cross section or the population of an excited state and the sensitivity of the process to the relative phase is limited to a smooth variation that follows the optical variation of the total field with the relative phase. The originality in the present work is to show that much higher sensitivity can be obtained using different configurations. For instance, in an atomic driven system, we show that geometric phases like the Pancharatnam phase exhibit a highly sensitive dependence with the phase shift, much more pronounced than the population dynamics dependence²⁰. In a non-resonantly driven atomic system, non adiabatic transitions can lead to a significant population transfer if the pulse profile is asymmetric. We have shown that the interaction of two time delayed, phase-locked and non-resonant pulses with an atomic system leads to an efficient control of non adiabatic coupling. The population transfer to excited states exhibits a very sensitive dependence with the relative phase that is a consequence of the high non linearity of the interaction²¹. With the virtue of this increased sensitivity, these effects can lead to the improvement of the techniques based on interferometry and open large perspectives in the control of systems dynamics.

4. Quantum Vacuum (A. Dupays)

Coll: C. Rizzo, G. F. Bignami (Pavia, Italy), E. Masso (Barcelona, Spain)

In collaboration with C. Rizzo (Toulouse, France) and G. F. Bignami (Pavia, Italy), we have studied the astrophysical consequences of quantum vacuum properties. Indeed, one of the most fundamental Quantum Electro Dynamics (QED) prediction concerns dielectric properties of vacuum : vacuum can be regarded as a standard medium with its own electromagnetic properties. Nevertheless, effects related to these properties are extremely weak and can only be tested in the presence of a very high electromagnetic field. Pulsars are very appropriate systems to look for evidences for vacuum properties. They are fast-rotating neutrons stars, with a very high magnetic dipole moment tilted with respect to their rotational axis. Typically, their mass is of the order of the solar mass, and their radius of the order of 10 km. But the most interesting feature of these stars is certainly their magnetic field which can be of the order of $10^8 - 10^9$ T on their surface. Pulsars are thus suitable laboratories to study magnetic properties of the surrounding vacuum.

Following this idea, we have studied the propagation of light in the neighbourhood of magnetized neutron stars. Because of the optical properties of quantum vacuum in the presence of a magnetic field, the light emitted by background astronomical objects is deviated, giving rise to a

¹⁸ F. A. Hashmi and M. A. Bouchene, Physical Review Letters, **101**, 213601 (2008)

¹⁹ J. C. Delagnes and M. A. Bouchene, Physical Review Letters **98**, 053602 (2007)

²⁰ M. A. Bouchene and M. Abdel-Aty, "Phase control of the Pancharatnam phase", Physical Review A, accepted (2009)

²¹ F. A. Hashmi and M. A. Bouchene, Physical Review A, **79**, 025401 (2009)

phenomenon of the same kind as the gravitational one²². Our numerical simulations have shown that this effect could be detected by monitoring the evolution of the recently discovered double neutron star system J0737-3039.

We have also performed numerical calculations of the photon–light-pseudoscalar-boson (LPB) production in this binary pulsar system²³. Light pseudoscalar bosons oscillate into photons in the presence of strong magnetic fields. In the context of this binary pulsar system, this phenomenon attenuates the light beam emitted by one of the pulsars, when the light ray goes through the magnetosphere of the companion pulsar. We have shown that such an effect is observable in the gamma-ray band since the binary pulsar is seen almost edge-on, depending on the values of the LPB mass and on the strength of its two photon coupling.

In collaboration with E. Masso (Barcelona, Spain), we have investigated how the existence of such new particles like LPB should also leads to the existence of a long-range spin-independent non-Newtonian forces²⁴. A particle coupling to two photons couples also radiatively to charged particles, like protons. If the particle is a light scalar, this induced coupling leads to spin-independent non-Newtonian forces. Our calculations have allowed us to find a very stringent limit on the coupling, using the experimental null results coming from searches for new forces.

Very recently, we have proposed a new energy loss process for pulsars, namely Quantum Vacuum Friction (QVF), resulting from the interaction between the non-stationary magnetic dipole moment of the star and its induced quantum vacuum magnetic dipole moment²⁵. In the case of magnetars, with very high magnetic fields, we have shown that the QVF is the dominating energy loss process and has important consequences, in particular for the inferred value of the magnetic field.

²² A. Dupays, C. Robilliard, C. Rizzo and G. F. Bignami, *Phys. Rev. Lett.* **94**, 161101 (2005)

²³ A. Dupays, C. Rizzo, M. Roncadelli and G. F. Bignami, *Phys. Rev. Lett.* **95**, 211302 (2005)

²⁴ A. Dupays, E. Masso, J. Redondo and C. Rizzo, *Phys. Rev. Lett.* **98**, 131802 (2007)

²⁵ A. Dupays, C. Rizzo, D. Bakalov and G. F. Bignami, *EPL*, **82** 69002 (2008)



Publications

199 publications, dont 1 Science, 1 Nature, 3 Nature Physics, 26 Phys. Rev. Lett.

ACL - Articles dans des revues internationales ou nationales avec comité de lecture

E1 – Structure, dynamique et thermodynamique des agrégats

- [AGR-1] *Numerical simulations of the shape and “phase transitions” in finite systems*
F. Calvo and P. Labastie
Eur. J. Phys. **26**, S23-S30 (2005).
- [AGR-2] *Optimal control of femtosecond laser–cluster interactions*
T. Martchenko, C. Siedschlag, S. Zamith, H. G. Muller and M. J. J. Vrakking
Phys. Rev. A **72**, 053202 (2005).
- [AGR-3] *Response of polyatomic molecules to ultrastrong laser- and ion-induced fields*
T. Schlathölter, R. Hoekstra, S. Zamith, Y. Ni, H. G. Muller and M. J. J. Vrakking
Phys. Rev. Lett. **94**, 23300/1-4 (2005).
- [AGR-4] *Single-shot measurement of revival structures in femtosecond laser-induced alignment of molecules*
S. Zamith, F. Lépine, Z. Ansari and M. J. J. Vrakking
Opt. Lett. **30**, 2326 (2005).
- [AGR-5] *New device to study unimolecular cluster nucleation*
F. Chirot, S. Zamith, P. Labastie and J. M. L’Hermite
Review of Scientific Instruments **77**, 063108 (2006).
- [AGR-6] *Experimental Determination of Nucleation Scaling Law for Small Charged Particles*
F. Chirot, P. Labastie, S. Zamith and J.-M. L’Hermite
Phys. Rev. Lett. **99**, 193401 (2007).
- [AGR-7] *Comment on “Critical analysis of negative heat capacities in nanoclusters” by K. Michaelian and I. Santamaría-Holek*
F. Calvo, D. J. Wales, J. P. K. Doye, R. S. Berry, P. Labastie and M. Schmidt
Eur. Phys. Lett. **82**, 43003 (2008).
- [AGR-8] *A novel experimental method for the measurement of the caloric curves of clusters*
F. Chirot, P. Feiden, S. Zamith, P. Labastie and J.-M. L’Hermite
J. Chem. Phys. **129** 164514 (2008).
- [AGR-9] *Above threshold ionization in a strong dc electric field*
Y. Ni, S. Zamith, F. Lepine, T. Martchenko, M. Kling, O. Ghafur, H. G. Muller, G. Berden, F. Robicieux and M. J. J. Vrakking
Phys. Rev. A **78**, 013413 (2008).
- [AGR-10] *Adiabatic electron affinities of (AgF)_n clusters : Experiment and DFT calculations*
F. Rabilloud, O. Bonhomme, J.-M. L’Hermite and P. Labastie
Chem. Phys. Lett. **454**, 153-157 (2008).

- [AGR-11] *Growth and melting of droplets in cold vapors*
J.-M. L'Hermite
Phys. Rev. E (2009), à paraître
- [AGR-12] *Distance geometry : A viewing help for the solid-liquid phase transition in small systems*
P. Labastie
Phys. Rev. A, soumis

E2 – Interférométrie Atomique

- [INT-1] *Lithium atom interferometer using laser diffraction: description and experiments*
A. Miffre, M. Jacquy, M. Büchner, G. Tréneç and J. Vigué
Eur. Phys. J. D **33**, 99-112 (2005).
- [INT-2] *Parallel temperatures in supersonic beams: Ultracooling of light atoms seeded in a heavier carrier gas*
A. Miffre, M. Jacquy, M. Büchner, G. Tréneç and J. Vigué
J. Chem. Phys. **122**, 094308-1-10 (2005).
- [INT-3] *Phase noise due to vibrations in Mach-Zehnder atom interferometers*
M. Jacquy, A. Miffre, M. Büchner, G. Tréneç and J. Vigué
Europhysics Letters **75**, 688-694 (2006).
- [INT-4] *Atom interferometry*
A. Miffre, M. Jacquy, M. Büchner, G. Tréneç and J. Vigué
Physica Scripta **74**, C15-C23 (2006).
- [INT-5] *Vibration-induced phase noise in Mach-Zehnder atom interferometers*
A. Miffre, M. Jacquy, M. Büchner, G. Tréneç and J. Vigué
Appl. Phys. B-Lasers Opt. **84**, 617-625 (2006).
- [INT-6] *Atom interferometry measurement of the electric polarizability of lithium*
A. Miffre, M. Jacquy, M. Büchner, G. Tréneç and J. Vigué
Eur. Phys. J. D **38**, 353-365 (2006).
- [INT-7] *Measurement of the electric polarizability of lithium by atom interferometry*
A. Miffre, M. Jacquy, M. Büchner, G. Tréneç and J. Vigué
Physical Review A **73**, 011603 (2006).
- [INT-8] *Test of the isotopic and velocity selectivity of a lithium atom interferometry by magnetic dephasing*
M. Jacquy, A. Miffre, M. Büchner, G. Tréneç and J. Vigué
Europhys. Lett. **77**, 20007 (2007).
- [INT-9] *First measurements of the index of refraction of gases for lithium atomic waves*
M. Jacquy, M. Büchner, G. Tréneç and J. Vigué
Phys. Rev. Lett. **98**, 240405 (2007).

- [INT-10] *New Spectroscopic Data, Spin-Orbit Functions, and Global Analysis of Data on the $A^1\Sigma_u^+$ and $B^3\Pi_u$ States of Na_2*
P. Qi, J. Bai, E. Ahmed, A. M. Lyyra, S. Kotochigova, A. J. Ross, C. Effantin, P. Zalicki, J. Vigué, G. Chawla, R. W. Field, T.-J. Whang, W. C. Stwalley, J. Shang, L. Li and T. Bergeman
J. Chem. Phys. **127**, 044301 (2007).
- [INT-11] *The BMV experiment: A novel apparatus to study the propagation of light in a transverse magnetic field*
R. Battesti, B. Pinto Da Souza, S. Batut, C. Robilliard, G. Bailly, C. Michel, M. Nardone, L. Pinard, O. Portugall, G. Tréneç, J. Mackowski, G. L. J. A. Rikken, J. Vigué and C. Rizzo
Eur. Phys. J. D **46**, 323-3333 (2008).
- [INT-12] *Index of refraction of gases for matter waves: effect of the motion of the gas particles on the calculation of the index*
C. Champenois, M. Jacquy, S. Lepoutre, M. Büchner, G. Tréneç and J. Vigué
Phys. Rev. A **77**, 013621 (2008).
- [INT-13] *Dispersion compensation in atom interferometry by a Sagnac phase*
M. Jacquy, A. Miffre, M. Büchner, G. Tréneç, J. Vigué and A. Cronin
Phys. Rev. A **78**, 013638 (2008).
- [INT-14] *Quantum physics exploring gravity in the outer solar system: the SAGAS project*
P. Wolf, C. J. Bordé, A. Clairon, L. Duchayne, A. Landragin, P. Lemonde, G. Santarelli, W. Ertmer, E. Rasel, F. S. Cataliotti, M. Inguscio, G. M. Tino, P. Gill, H. Klein, S. Reynaud, C. Salomon, E. Peik, O. Bertolami, P. Gil, J. Páramos, C. Jentsch, U. Johann, A. Rathke, P. Bouyer, L. Cacciapuoti, D. Izzo, P. De Natale, B. Christophe, P. Touboul, S. G. Turyshev, J. Anderson, M. E. Tobar, F. Schmidt-Kaler, J. Vigué, A. A. Madej, L. Marmet, M.-C. Angonin, P. Delva, P. Tournenc, G. Metris, H. Müller, R. Walsworth, Z. H. Lu, L. J. Wang, K. Bongs, A. Toncelli, M. Tonelli, H. Dittus, C. Lämmerzahl, G. Galzerano, P. Laporta, J. Laskar, A. Fienga, F. Roques and K. Sengstock
Experimental Astronomy **23**, 651-687 (2009).
- [INT-15] *High sensitivity atom interferometry measurement of the atom-surface interaction*
S. Lepoutre, H. Jelassi, G. Tréneç, M. Büchner, J. Vigué, V. P. A. Lonij and A. Cronin
Phys. Rev. Lett. , (4 Novembre 2008) (2009) *soumis*.

E3 – Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent

- [FEM-1] *Optimisation of NOPA output pulse shaping using an AOPDF with dispersion self-correction*
A. Monmayrant, A. Arbouet, B. Girard, B. Chatel, B. J. Whitaker, A. Barman and D. Kaplan
Appl. Phys. B **81**, 177-180 (2005).
- [FEM-2] *Spectral and temporal modifications of a weak resonant ultrashort pulse propagating in a two-level system driven by a strong nonresonant field*
J.-C. Delagnes, F. A. Hashmi and M. A. Bouchene
Physical Review A **74**, 053822 (2006).

- [FEM -3] *Visualizing picometric quantum ripples of ultrafast wave-packet interference*
H. Katsuki, H. Chiba, B. Girard, C. Meier and K. Ohmori
Science **311**, 1589-1592 (2006).
- [FEM-4] *Factorization of numbers with physical systems*
W. Merkel, I. S. Averbukh, B. Girard, G. G. Paulns and W. P. Schleich
Fortschritte Phys.-Prog. Phys. **54**, 856-865 (2006).
- [FEM-5] *Chirped pulses, Gauss sums and the factorization of numbers*
W. Merkel, O. Crasser, F. Haug, E. Lutz, H. Mack, M. Freyberger, W. P. Schleich, I. S. Averbukh, M. Bienert, B. Girard, H. Maier and G. G. Paulus
Int. J. Mod. Phys. B **20**, 1893-1916 (2006).
- [FEM-6] *Real time quantum state holography using coherent transients*
A. Monmayrant, B. Chatel and B. Girard
Optics Communications **264**, 256-263 (2006).
- [FEM-7] *Quantum state measurement using coherent transients*
A. Monmayrant, B. Chatel and B. Girard
Physical Review Letters **96**, 103002 (2006).
- [FEM-8] *Femtosecond spectral electric field reconstruction using coherent transients*
A. Monmayrant, B. Chatel and B. Girard
Optics Letters **31**, 410-412 (2006).
- [FEM-9] *Time-resolved four-wave-mixing spectroscopy of excitons in a single quantum well*
J. A. Davis, J. J. Wathen, V. Blanchet and R. T. Phillips
Phys. Rev. B **75**, 035317/1-9 (2007).
- [FEM-10] *Coherent Control of Light Shifts in an Atomic System: Modulation of the Medium Gain*
J.-C. Delagnes and M. A. Bouchene
Physical Review Letters **98**, 053602-4 (2007).
- [FEM-11] *Gain-dispersion coupling induced by transient light shifts in an atomic medium*
J.-C. Delagnes and M. A. Bouchene
Phys. Rev. A **76**, 023422 (2007).
- [FEM-12] *Coherent control of light shifts in an atomic medium driven by two orthogonally polarized pulses: Effect of the pulse overlap*
J.-C. Delagnes and M. A. Bouchene
Physical Review A **76**, 053809 (2007).
- [FEM-13] *Influence of wave-packet dynamics on the medium gain of an atomic system*
J.-C. Delagnes and M. A. Bouchene
Physical Review A **76**, 045805 (2007).
- [FEM-14] *Compensation of resonant atomic dispersion using a pulse shaper*
J. C. Delagnes, A. Monmayrant, P. Zahariev, A. Arbouet, B. Chatel, B. Girard and M. A. Bouchene
Applied Physics B **86**, 573-578 (2007).
- [FEM-15] *Chirping a two-photon transition in a multi-state ladder*
W. Merkel, H. Mack, W. P. Schleich, E. Lutz, G. G. Paulus and B. Girard
Phys. Rev. A **76**, 023417/1-10 (2007).

- [FEM-16] *Optically monitored nuclear spin dynamics in individual GaAs quantum dots grown by droplet epitaxy*
T. Belhadj, T. Kuroda, C.-M. Simon, T. Amand, T. Mano, K. Sakoda, N. Koguchi, X. Marie and B. Urbaszek
Phys. Rev. B **78**, 205325 (2008).
- [FEM-17] *Factorization of Numbers with the temporal Talbot effect: Optical implementation by a sequence of shaped ultrashort pulses*
D. Bigourd, B. Chatel, B. Girard and W. P. Schleich
Physical Review Letters **100**, 030202 (2008).
- [FEM-18] *Time-dependent photoionization of azulene : Competition between ionization and relaxation in highly excited states*
V. Blanchet, K. Raffael, G. Turri, B. Chatel, B. Girard, I. A. Garcia, I. Wilkinson and B. J. Whitaker
Journal of Chemical Physics **128**, 164318 (2008).
- [FEM-19] *Coherent control of spin-orbit precession with shaped laser pulses*
B. Chatel, D. Bigourd, S. Weber and B. Girard
Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics **41**, 074023 (2008).
- [FEM-20] *Beyond the pulse-area theorem: Role of the absorption and the dispersion in the propagation of weak ultrashort resonant pulses*
J. C. Delagnes and M. A. Bouchene
Optics Communications **281**, 5824 (2008).
- [FEM-21] *Effect of pulse duration on chemical analysis of glass with LA-ICP-MS*
R. Freydier, A. Arbouet, B. Chatel, F. Poitrasson, B. Dupré and F. Candaudap
J. Anal. At. Spectrom. **23**, 702 (2008).
- [FEM-22] *Time-dependent photoionization of azulene: Optically induced anisotropy on the femtosecond scale*
K. Raffael, V. Blanchet, B. Chatel, G. Turri, B. Girard, I. A. Garcia, I. Wilkinson and B. J. Whitaker
Chemical Physics Letters **460**, 59-63 (2008).
- [FEM-23] *Factoring numbers with interfering random waves*
S. Weber, B. Chatel and B. Girard
EuroPhysics Letters **83**, 34008 (2008).
- [FEM-24] *UV photodissociation of methyl bromide and methyl bromide cation studied by velocity map imaging*
V. Blanchet, P. Samartzis, C. and A. Wodtke, M.
The Journal of Chemical Physics **130**, 034304 (2009).
- [FEM-25] *Actively Tailored Spatiotemporal Images of Quantum Interference on the Picometer and Femtosecond Scales*
H. Katsuki, H. Chiba, C. Meier, B. Girard and K. Ohmori
Phys. Rev. Lett. **102**, 103602 (2009).
- [FEM-26] *Molecular vibrational cooling by optical pumping with shaped femtosecond pulses*
D. Sofikitis, S. Weber, A. Fioretti, R. Horchani, M. Allegrini, B. Chatel, D. Comparat and P. Pillet
New J. Phys. **11**, 055037 (2009).

- [FEM-27] *Broadband vibrational cooling of cold molecules: theory and experiments*
D. Sofikitis, S. Weber, A. Fioretti, R. Horchani, M. Allegrini, B. Chatel, D. Comparat and P. Pillet
Chinese Journal of chemical physics **22**, 149-156 (2009).
- [FEM-28] *Attosecond chirp-encoded dynamics of light nuclei*
S. Haessler, W. Boutu, M. Stankiewicz, L. J. Frasinski, S. Weber, J. Caillat, R. Taieb, A. Maquet, P. Breger, P. Monchicourt, B. Carre and P. Salieres
J. Phys B (2009) *submitted*.
- [FEM-29] *Controlling the polarization eigenstate of a quantum dot exciton with light*
T. Belhadj, C.-M. Simon, T. Amand, P. Renucci, B. Chatel, S. Faure, O. Krebs, A. Lemaître, P. Voisin, X. Marie and B. Urbaszek
Phys Rev Lett (2009) *submitted*.
- [FEM-30] *Time resolved imaging of multiphoton multichannel dynamics of NO₂*
R. Cireasa and V. Blanchet
Journal of Chemical Physics (2009) *submitted*.
- [FEM-31] *Imaging fast relaxation dynamics of NO₂*
R. Cireasa, J.-B. Hamard, C. Maury and V. Blanchet
Physica Scripta **80**, 048106 (2009)
- [FEM-32] *Cold cesium molecules: from formation to cooling*
A. Fioretti, D. Sofikitis, R. Horchani, X. Li, M. Pichler, S. Weber, M. Allegrini, B. Chatel, D. Comparat and P. Pillet
Journal of Modern Optics (2009) *submitted*.
- [FEM-33] *A pump-probe study of the photoassociation of rubidium molecules*
D. J. McCabe, D. G. England, H. E. L. Martay, M. E. Friedman, J. Petrovic, E. Dimova, B. Chatel and I. A. Walmsley
Phys. Rev. A (2009) *submitted*.
- [FEM-34] *A newcomer's guide to ultrashort pulse shaping and characterization*
A. Monmayrant, S. Weber and B. Chatel
Journal of Physics B (2009) *submitted*.
- [FEM-35] *Experiments and theory of broadband vibrational cooling of translationally cold molecules*
D. Sofikitis, A. Fioretti, S. Weber, R. Horchani, M. Pichler, X. Li, M. Allegrini, B. Chatel, D. Comparat and P. Pillet
Physica Scripta (2009) *submitted*.
- [FEM-36] *Direct Shaping of tunable UV ultrashort pulses*
S. Weber, M. Barthélémy and B. Chatel
Optic Express (2009) *submitted*.
- [FEM-37] *Role of a shaped probe in a pump-probe experiment*
S. Weber, B. Girard and B. Chatel
New Journal of Physics (2009) *submitted*.

E4 – Interactions ions-matière

- [ION-1] *Absolute Cross Section For L-Shell Photoionisation of the Ions: N^{2+} , N^{3+} , O^{3+} , O^{4+} , F^{3+} , F^{4+} and Ne^{4+}*
 J.-M. Bizau, J.-P. Champeaux and al.
 Astr. and Astrophys. **439**, 387-399 (2005).
- [ION-2] *Asymmetric fission and evaporation of C_{6q}^+ ($q=2-4$) fullerene ions in ion - C_{60} collisions. III- Universal collisional behaviour for fission*
 A. Bordenave-Montesquieu, D. Bordenave-Montesquieu, A. Rentenier and P. Moretto-Capelle
 J. Phys. B **38**, 1037-49 (2005).
- [ION-3] *Specular reflection model study of the image effect in He $+/a$:Si scattering at low energy*
 A. Hidouche, A. C. Chami, Y. Boudouma, M. Boudjema and C. Bénazeth
 NIM B **230**, 178-184 (2005).
- [ION-4] *Virtual state scattering with cold electrons: para-xylene and para-difluorobenzene*
 N. C. Jones, D. Field, J. P. Ziesel and T. A. Field
 J. Chem. Phys. **122**, 074301-1-8 (2005).
- [ION-5] *Partial near threshold cross sections for the Associative Ionization to form CO^+ , NO^+ and O_2^+*
 A. Le Padellec
 Phys. Scripta **71**, 621-26 (2005).
- [ION-6] *Ionisation cross sections of small cationic carbon clusters in high energy collisions with helium atoms and stability of multiply charged species*
 F. Mezdari, K. Wohrer, M. Chabot, G. Martinet, S. Della Negra, P. Désesquelles and A. Le Padellec
 Phys. Rev. A **72**, 032707/1-7 (2005).
- [ION-7] *Charge transfer in grazing scattering on clean and oxygen covered Cu(1 1 0) surfaces: velocity effects*
 N. Nieuwjaer, C. Bénazeth, P. Benoit-Cattin, P. Cafarelli and M. Richard-Viard
 NIM B **230**, 317-322 (2005).
- [ION-8] *Analysis of fragment size distribution in collisions of monocharged ions with C_{60} molecule*
 A. Rentenier, P. Moretto-Capelle, D. Bordenave-Montesquieu and A. Bordenave-Montesquieu
 J. Phys. B **38** 789-806 (2005).
- [ION-9] *Electron attachment cross-sections in CCl_4 and SF_6 from total scattering data*
 J. P. Ziesel, L. B. Madsen, N. C. Jones and D. Field
 J. Chem. Phys. **122**, 024309 (2005).
- [ION-10] *Absolute photoionization cross sections along the Xe isonuclear sequence : Xe^{3+} to X^{6+}*
 J. M. Bizau, C. Blancard, D. Cubaynes, F. Folkmann, J. P. Champeaux, J. L. Lemaire and F. J. Wuilleumier
 Phys. Rev. A **73**, 022718 (2006).

- [ION-11] *Charge transfer in high velocity C-n(+)+He collisions*
M. Chabot, G. Martinet, F. Mezdari, S. Diaz-Tendero, K. Beroff-Wohrer, P. Desesquelles, S. Della-Negra, H. Hamrita, A. LePadellec, T. Tuna, L. Montagnon, M. Barat, M. Simon and I. Ismail
J. Phys. B-At. Mol. Opt. Phys. **39**, 2593-2603 (2006).
- [ION-12] *Rotational excitation of H₂O by cold electrons*
R. Curik, J. P. Ziesel, N. C. Jones, T. A. Field and D. Field
Physical Review Letters **97**, 123202 (2006).
- [ION-13] *Fragmentation of small neutral carbon clusters*
S. Diaz-Tendero, G. Sanchez, M. Alcamí, F. Martin, P. A. Hervieux, M. Chabot, G. Martinet, P. Desesquelles, F. Mezdari, K. Wohrer-Beroff, S. Della Negra, H. Hamrita, A. LePadellec and L. Montagnon
Int. J. Mass Spectrom. **252**, 126-132 (2006).
- [ION-14] *Reactive collisions between CH⁺ and O*
A. Le Padellec, E. M. Staicu-Casagrande, T. Nzeyimana, E. A. Naji and X. Urbain
Journal of Chemical Physics **124**, 154304 (2006).
- [ION-15] *Electron spectroscopy in proton collisions with dry gas-phase uracil base*
P. Moretto-Capelle and A. Le Padellec
Physical Review A **74**, 062705 (2006).
- [ION-16] *Characteristic velocity for inner-shell charge exchange of low energy Ne ions scattered from a polycrystalline Ni surface*
M. Boudjema, K. Belghanem, R. Zemih, M. Richard-Viard and C. Benazeth
NIM B **256**, 30-36 (2007).
- [ION-17] *Development and realization of non-periodic W/Si multilayer mirrors for 5–14 keV X-ray plasma diagnostic*
J.-P. Champeaux and al.
Nucl. Instr. and Meth. A **581**, 687-694 (2007).
- [ION-18] *Energetics and metastability of the adenine di-cation observed in proton-adenine collisions*
P. Moretto-Capelle, A. Le Padellec, G. Briere, S. Massou and F. Franceries
J.Chem.Phys **127**, 234311 (2007).
- [ION-19] *Role of the image charge and electronic corrugation on charge-fraction azimuthal variations for keV Li and Na ions interacting with Cu(110) and Ag(110) under grazing incidence.*
M. Richard-Viard, C. Bénazeth, P. Benoit-Cattin, P. Cafarelli and N. Nieuwjaer
Phys. Rev. B **76**, 045432 (2007).
- [ION-20] *Molecular dissociation of D⁺² scattered from a polycrystalline nickel surface*
M. Hamhami, N. Djouhri, A. C. Chami, M. Richard-Viard and M. Boudjema
NIM B **266**, 3359-3364 (2008).
- [ION-21] *Ionization and fragmentation of DNA, RNA bases induced by proton impact*
A. Le Padellec, P. Moretto-Capelle, M. Richard-Viard, J. P. Champeaux and P. Cafarelli
J. Phys.: Conf. Ser. **101** 012007 (2008).

- [ION-22] *Competitive processes in the associative ionisation of C⁻ with C⁺, N⁺, and O⁺*
A. Le Padellec, J. Liévin, E. M. Staicu-Casagrande, T. Nzeyimana, E. A. Naji and X. Urbain
Phys. Rev. A **78**, 062705 (2008).
- [ION-23] *Absolute charge transfer and fragmentation cross sections in He²⁺ -- C60 collisions*
A. Rentenier, L. F. Ruiz, S. Diaz-Tendero, B. Zarour, P. Moretto-Capelle, D. Bordenave-Montesquieu, A. Bordenave-Montesquieu, P. A. Hervieux, M. Alcami, M. F. Politis, J. Hanssen and F. Martin
Phys. Rev. Lett. **100** (2008).
- [ION-24] *Fragmentation branching ratios of highly excited hydrocarbon molecules C_nH and their cations C_nH⁺ (n<=4)*
T. Tuna, M. Chabot, T. Pino, P. Désesquelles, A. Le Padellec, G. Martinet, M. Barat, B. Lucas, F. Mezdari, L. Montagnon, N. T. Van-Oanh, L. Lavergne, A. Lachaize, Y. Carpentier and K. Béroff
J.Chem.Phys **128** 124312 (2008).
- [ION-25] *Low energy total electron scattering in the methyl halides CH₃Cl, CH₃Br and CH₃I*
N.C. Jones, D. Field, J.-P. Ziesel
Int. J. Mass. Spectrom. **277**, 91 (2008).
- [ION-26] *Scattering of cold electrons by ammonia, hydrogen sulfide, and carbonyl sulfide*
N.C. Jones, D. Field, S.L. Lunt and J.-P. Ziesel
Phys. Rev. A **78**, 042714 (2008).
- [ION-27] *Photoionization of the Ne-like Si⁴⁺ ion in ground and metastable states in the 110–184-eV photon energy range*
J. M. Bizau, J. P. Mosnier, E. T. Kennedy, D. Cubaynes, F. Wuillemier, C. Blancard, J. P. Champeaux and F. Folkmann
Phys. Rev. A **79**, 033407 (2009).

E5 – Atomes froids

- [ATF-1] *Atomic fluorescence mapping of spatial optical intensity distributions issuing from nanostructured slits, milled into subwavelength metallic layers*
G. Gay, B. Viaris de Lesegno, R. Mathevet, C. O'Dwyer and J. Weiner
Appl. Phys. B **81**, 871 (2005).
- [ATF-2] *Discrete-step evaporation of an atomic beam*
T. Lahaye and D. Guéry-Odelin
Eur. Phys. J. D **33**, 67 (2005).
- [ATF-3] *Evaporative Cooling of a Guided Rubidium Atomic Beam*
T. Lahaye, Z. Wang, G. Reinaudi, S. P. Rath, J. Dalibard and D. Guéry-Odelin
Phys. Rev. A. **72**, 033411 (2005).
- [ATF-4] *Blazed atom grating*
G. Lévêque and R. Mathevet
J. Opt. Soc. Am. B **22**, 1554-60 (2005).

- [ATF-5] *The Atom Pencil : Serial Writing in the Sub-Micrometer Domain*
M. Mützel, M. Müller, D. Haubrich, D. Meschede, C. O'Dwyer, G. Gay, B. Viaris de Lesegno, G. Ludolph, G. Georgiev, E. Osterschulze and J. Weiner
J. Appl. Phys. B **80**, 941-944 (2005).
- [ATF-6] *Atomic nanolithography patterning of submicron features: writing an organic self-assembled monolayer with cold, bright Cs atom beams*
C. O'Dwyer, G. Gay, B. Viaris de Lesegno, J. Weiner, A. Camposeo, F. Tantussi, F. Fuso, M. Allegrini and E. Arimondo
Nanotechnology **16**, 1536-41 (2005).
- [ATF-7] *Writing self-assembled monolayers with Cs: optimization of atomic nanolithography imaging using self-assembled monolayers on gold substrates*
C. O'Dwyer, G. Gay, B. Viaris de Lesegno, J. Weiner, K. Ludolph, D. Albert and E. Osterschulze
Appl. Phys. B **97**, 114309/1-11 (2005).
- [ATF-8] *All-optical atom surface traps implemented with one-dimensional planar diffractive microstructures*
O. Alloschery, R. Mathevet, J. Weiner and H. J. Lezec
Optics Express **14**, 12568 (2006).
- [ATF-9] *Thermalization in mixtures of ultracold gases,*
M. Anderlini and D. Guéry-Odelin
Phys. Rev. A **73**, 032706 (2006).
- [ATF-10] *The optical response of nanostructured surfaces and the composite diffracted evanescent wave model*
G. Gay, O. Alloschery, B. V. De Lesegno, C. O'Dwyer, J. Weiner and H. J. Lezec
Nat. Phys. **2**, 262-267 (2006).
- [ATF-11] *Surface wave generation and propagation on metallic subwavelength structures measured by far-field interferometry*
G. Gay, O. Alloschery, B. V. de Lesegno, J. Weiner and H. J. Lezec
Physical Review Letters **96**, 213901 (2006).
- [ATF-12] *The response of nanostructured surfaces in the near field*
G. Gay, O. Alloschery, J. Weiner, H. J. Lezec, C. O'Dwyer, M. Sukharev and T. Seideman
Nat. Phys. **2**, 792-792 (2006).
- [ATF-13] *Refroidissement par évaporation d'un jet atomique guidé magnétiquement*
T. Lahaye
Ann. Phys. Fr. **31**, 1-166 (2006).
- [ATF-14] *Transport of Atom Packets in a Train of Ioffe-Pritchard Traps*
T. Lahaye, G. Reinaudi, Z. Wang, A. Couvert and D. Guéry-Odelin
Phys. Rev. A **74**, 033622 (2006).
- [ATF-15] *Kinetics of the evaporative cooling of an atomic beam*
T. Lahaye and D. Guéry-Odelin
Phys. Rev. A **73**, 063622 (2006).
- [ATF-16] *Evaporation of an atomic beam on a material surface*
G. Reinaudi, T. Lahaye, A. Couvert, Z. Wang and D. Guéry-Odelin
Phys. Rev. A. **73**, 035402 (2006).

- [ATF-17] *A moving magnetic mirror to slow down a bunch of atoms*
G. Reinaudi, Z. Wang, A. Couvert, T. Lahaye and D. Guéry-Odelin
Eur. Phys. J. D **40**, 405 (2006).
- [ATF-18] *Foundations of the composite diffracted evanescent wave model – Response*
J. Weiner and H. J. Lezec
Nat. Phys. **2**, 791 (2006).
- [ATF-19] *Two-frequency acousto-optic modulator driver to improve the beam-pointing stability during intensity ramps*
B. Fröhlich, T. Lahaye, B. Kaltenhäuser, H. Kübler, S. Müller, T. Koch, M. Fattori and T. Pfau
Rev. Sci. Instrum. **78**, 043101 (2007).
- [ATF-20] *Surface Quality and Surface Waves on Subwavelength-structured Silver Films*
G. Gay, O. Alloschery, H. J. Lezec, C. O'Dwyer, M. Sukharev and T. Seideman
Phys. Rev. E **75**, 016612 (2007).
- [ATF-21] *Surface-wave interferometry on single subwavelength slit-groove structures fabricated on gold films*
F. Kalkum, G. Gay, O. Alloschery, J. Weiner, H. J. Lezec, Y. Xie and M. Mansuripur
Optics Express **15**, 2613-2621 (2007).
- [ATF-22] *Strong dipolar effects in a quantum ferrofluid*
T. Lahaye, T. Koch, B. Fröhlich, M. Fattori, J. Metz, A. Griesmaier, S. Giovanazzi and T. Pfau
Nature **448**, 672 (2007).
- [ATF-23] *Transient behavior of surface plasmon polaritons scattered at a subwavelength groove*
G. Lévêque, O. J. F. Martin and J. Weiner
Phys. Rev. B **76**, 155418 (2007).
- [ATF-24] *Strong saturation absorption imaging of dense clouds of ultracold atoms*
G. Reinaudi, T. Lahaye, Z. Wang and D. Guéry-Odelin
Opt. Lett. **32**, 3143 (2007).
- [ATF-25] *A quasi-monomode guided atom-laser from an all-optical Bose-Einstein condensate*,
A. Couvert, M. Jeppesen, T. Kawalec, G. Reinaudi, R. Mathevet and D. Guéry-Odelin
Europhys. Lett. **83**, 50001 (2008).
- [ATF-26] *Optimal transport of ultracold atoms in the non-adiabatic régime*
A. Couvert, T. Kawalec, G. Reinaudi and D. Guéry-Odelin
Europhys. Lett. **83**, 13001 (2008).
- [ATF-27] *Stabilization of a purely dipolar quantum gas against collapse*
T. Koch, T. Lahaye, J. Metz, B. Fröhlich, A. Griesmaier and T. Pfau
Nat. Phys. **4**, 218 (2008).
- [ATF-28] *d-wave collapse et explosion of a dipolar Bose-Einstein condensate*
T. Lahaye, J. Metz, B. Fröhlich, T. Koch, M. Meister, A. Griesmaier, T. Pfau, H. Saito, Y. Kawaguchi and M. Ueda
Phys. Rev. Lett. **101**, 080401 (2008).

- [ATF-29] *Efficiency in the loading of a sodium magneto-optical trap from alkali metal dispensers*
R. Muhammad, J. Ramirez-Serrano, K. M. F. Magalhaes, R. Paiva, R. Shiozaki, J. Weiner and V. S. Bagnato
Optics Comm. **281**, 4926 (2008).
- [ATF-30] *Quantitative determination of optical transmission through subwavelength slit arrays in Ag films: Role of surface wave interference and local coupling between adjacent slits*
D. Pacifici, H. J. Lezec, H. A. Atwater and J. Weiner
Phys. Rev. B **77**, 115411 (2008).
- [ATF-31] *A Maxwell's demon in the generation of an intense and slow guided beam*
G. Reinaudi and D. Guéry-Odelin
Phys. Rev. A **78**, 015401 (2008).
- [ATF-32] *Comment on: "Enhanced transmission of light through a gold film due to excitation of standing surface-plasmon Bloch waves"*
J. Weiner
Phys. Rev. B **77**, 036401 (2008).
- [ATF-33] *Phase shifts and interference in surface plasmon polariton waves*
J. Weiner
Optics Express **16**, 950 (2008).

E6 – Optique pour les tests fondamentaux

- [OPT-1] *Proton Zemach radius and the hyperfine splitting of the ground state of muonic hydrogen*
D. Bakalov, J. A. Beswick, A. Dupays and C. Rizzo
Can. J. Phys. **83**, 351-356 (2005).
- [OPT-2] *Kerr effect of molecular oxygen at $\lambda = 1064$ nm : experiment and theory*
F. Bielsa, R. Battesti, C. Robilliard, G. Bialolenker, G. Bailly, G. Tréneç, A. Rizzo and C. Rizzo
Eur. Phys. J. D **36**, 261-269 (2005).
- [OPT-3] *Observing Quantum Vacuum Lensing in a Neutron Star Binary System*
A. Dupays, C. Robilliard, C. Rizzo and G. F. Bignami
Phys. Rev. Lett. **94**, 161101 (2005).
- [OPT-4] *Looking for Light Pseudoscalar Bosons in the Binary Pulsars System J0737-3039*
A. Dupays, C. Rizzo, M. Roncadelli and G. F. Bignami
Phys. Rev. Lett. **95**, 211302 (2005).
- [OPT-5] *Magneto-Electro-Optical properties of the Quantum Vacuum and Lorentz Invariance*
C. Rizzo and G. L. J. A. Rikken
Physica Scripta **71**, C5-8 (2005).
- [OPT-6] *P, T violating magneto-electro-optics*
B. Pinto Da Souza, R. Battesti, C. Robilliard and C. Rizzo
Eur. Phys. J. D **40**, 445-452 (2006).

- [OPT-7] *Light Scalars Coupled to Photons and Non-Newtonians Forces*
A. Dupays, E. Masso, J. Redondo and C. Rizzo
 Phys. Rev. Lett. **98**, 131802 (2007).
- [OPT-8] *No "Light Shining through a Wall": Results from a Photoregeneration Experiment*
C. Robilliard, R. Battesti, M. Fouché, J. Mauchain, A.-M. Sautivet, F. Amiranoff and C. Rizzo
 Phys. Rev. Lett. **99**, 190403 (2007).
- [OPT-9] *The BMV experiment: a novel apparatus to study the propagation of light in a transverse magnetic field*
 R. Battesti, B. Pinto Da Souza, S. Batut, C. Robilliard, G. Bailly, C. Michel, M. Nardone, L. Pinard, O. Portugall, G. Tréneç, J.-M. Mackowski, G. L. J. A. Rikken, J. Vigué and C. Rizzo
 Eur. Phys. J. D **46**, 323-3333 (2008).
- [OPT-10] *Quantum Vacuum Friction in Highly Magnetized Neutron Stars*
A. Dupays, C. Rizzo, D. Bakalov and G. F. Bignami
 EPL **82**, 69002 (2008).
- [OPT-11] *Search for photon oscillations into massive particles*
M. Fouché, C. Robilliard, S. Faure, C. Rizzo, J. Mauchain, M. Nardone, R. Battesti, L. Martin, A.-M. Sautivet, J.-L. Paillard and F. Amiranoff
 Phys. Rev. D **78**, 032013 (2008).

E7 – Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires

- [THE-1] *Proton Zemach radius and the hyperfine splitting of the ground state of muonic hydrogen*
 D. Bakalov, J. A. Beswick, A. Dupays and C. Rizzo
 Can. J. Phys. **83**, 351-356 (2005).
- [THE-2] *Dissociative ionization of neon clusters Nen , $n=3$ to 14: A realistic multi-surface dynamical study*
 D. Bonhommeau, A. Viel and N. Halberstadt
 J. Chem. Phys. **123**, 054316 (2005).
- [THE-3] *Structure and stability of $(NeHen)^+$: Experiment and diffusion Quantum Monte Carlo theory with "on the fly" electronic structure*
 C. A. Brindle, M. R. Prado, K. C. Janda, N. Halberstadt and M. Lewerenz
 J. Chem. Phys. **123**, 064312 (2005).
- [THE-4] *Observing Quantum Vacuum Lensing in a Neutron Star Binary System*
A. Dupays, C. Robilliard, C. Rizzo and G. F. Bignami
 Phys. Rev. Lett. **94**, 161101/1-4 (2005).
- [THE-5] *Looking for Light Pseudoscalar Bosons in Gamma-Rays from Binary Pulsars*
A. Dupays, C. Rizzo, M. Roncadelli and G. F. Bignami
 Phys. Rev. Lett. **95**, 211302 (2005).

- [THE-6] *Muon transfer from muonic hydrogen to carbon*
A. Dupays
Phys. Rev. A **72**, 054501 (2005).
- [THE-7] *Combining fixed- and moving-grid methods to study direct dissociation processes involving nonadiabatic transitions*
E. Gindensperger, C. Meier, J. A. Beswick and G. Parlant
J. Chem. Phys. **23**, 214107 (2005).
- [THE-8] *Instantaneous dynamics and quantum control fields: principle and numerical applications*
S. Gräfe, C. Meier and V. Engel
J. Chem. Phys. **122**, 184103-1-8 (2005).
- [THE-9] *Perturbative simulation of ultrafast four-wave mixing in electron-transfer systems*
J. P. Lavoine, A. J. Boeglin and C. Meier
Chem. Phys. Lett. **416**, 192 (2005).
- [THE-10] *Single-molecule manipulation and chemistry with the STM*
N. Lorente, R. Rurali and H. Tang
J. Phys.: Condens. Matter **17**, S1049-74 (2005).
- [THE-11] *CO dynamics induced by tunnelling electrons: differences on Cu(110) and Ag(110)*
N. Lorente and H. Ueba
Eur. Phys. J. D **35**, 341-48 (2005).
- [THE-12] *Local control of molecular fragmentation: The role of orientation*
P. Marquetand, C. Meier and V. Engel
J. Chem. Phys. **123**, 204320 (2005).
- [THE-13] *Laser control of vibrational excitation in carboxy-hemoglobin: a quantum wave packet study*
C. Meier and M.-C. Heitz
J. Chem. Phys. **123**, 044504-1-11 (2005).
- [THE-14] *Six-dimensional quantum dynamics of scattering of ($v=0, j=0$) D₂ and of ($v=1, j=0$) H₂ from Cu(111)*
S. Nave, D. Lemoine, M. F. Somers, S. M. Kingma and G. J. Kroes
J. Chem. Phys. **122**, 214709-1-9 (2005).
- [THE-15] *Competition between adiabatic and non adiabatic fragmentation pathways in the unimolecular decay of ArI₂(B) van der Waals complex*
O. Roncero, A. Buchachenko and B. Lepetit
J. Chem. Phys. **122** 034303-1-12. (2005).
- [THE-16] *Metallic and semimetallic Silicon <110> nanowires*
R. Rurali and N. Lorente
Phys. Rev. Lett. **94**, 026805/1-4 (2005).
- [THE-17] *On the properties of surface reconstructed silicon nanowires*
R. Rurali and N. Lorente
Nanotechnology **16**, S250 -3 (2005).
- [THE-18] *Quantum studies of H atom trapping on a graphite surface*
X. Sha, B. Jackson, D. Lemoine and B. Lepetit
J. Chem. Phys. **122**, 014709-1-8 (2005).

- [THE-19] *Adsorbate motions induced by inelastic-tunneling current: theoretical scenarios of two-electron processes*
H. Ueba, T. Mii, N. Lorente and B. N. J. Persson
J. Chem. Phys. **123**, 084707/1-8 (2005).
- [THE-20] *Electron transport via local polarons at interface atoms*
M. Berthe, A. Urbieto, L. Perdigo, B. Grandidier, D. Deresmes, C. Delerue, D. Stievenard, R. Rurali, N. Lorente, L. Magaud and P. Ordejon
Physical Review Letters **97**, 206801 (2006).
- [THE-21] *Inelastic spectroscopy identification of STM-induced benzene dehydrogenation*
M. L. Bocquet, H. Lesnard and N. Lorente
Physical Review Letters **96**, 096101 (2006).
- [THE-22] *Fragmentation dynamics of ionized neon clusters (Nen , $n=3$ to 14) embedded in helium nanodroplets*
D. Bonhommeau, A. Viel and N. Halberstadt
J. Chem. Phys. **124**, 024328 (2006).
- [THE-23] *Modelization of the fragmentation dynamics of krypton clusters (Krn , $n=2$ to 11) after electron-impact ionization*
D. Bonhommeau, T. Bouissou, N. Halberstadt and A. Viel
J. Chem. Phys. **124**, 164308 (2006).
- [THE-24] *Fragmentation dynamics of argon clusters (Arn , $n=2$ to 11) after electron-impact ionization: Modelization and comparison with experiment*
D. Bonhommeau, N. Halberstadt and A. Viel
J. Chem. Phys. **124**, 184314 (2006).
- [THE-25] *Spectral and temporal modifications of a weak resonant ultrashort pulse propagating in a two-level system driven by a strong nonresonant field*
J.-C. Delagnes, F. A. Hashmi and M. A. Bouchene
Physical Review A **74**, 053822 (2006).
- [THE-26] *Spontaneous formation of triptycene supramolecules on surfaces*
I. Fernandez-Torrente, K. J. Franke, N. Henningsen, G. Schulze, M. Alemani, C. Roth, R. Rurali, N. Lorente and J. I. Pascual
J. Phys. Chem. B **110**, 20089-20092 (2006).
- [THE-27] *Visualizing picometric quantum ripples of ultrafast wave-packet interference*
H. Katsuki, H. Chiba, B. Girard, C. Meier and K. Ohmori
Science **311**, 1589-1592 (2006).
- [THE-28] *Molecules on vicinal Au surfaces studied by scanning tunnelling microscopy*
J. Kroger, N. Neel, H. Jensen, R. Berndt, R. Rurali and N. Lorente
Journal of Physics-Condensed Matter **18**, S51-S66 (2006).
- [THE-29] *Numerical generation of hyperspherical harmonics for tetra-atomic systems*
B. Lepetit, D. S. Wang and A. Kuppermann
Journal of Chemical Physics **125**, 133505 (2006).

- [THE-30] *Investigation of the dynamics of two coupled oscillators with mixed quantum-classical methods*
J. R. Li, C. Woywod, V. Vallet and C. Meier
Journal of Chemical Physics **124**, 184105 (2006).
- [THE-31] *Prediction of giant electroactuation for papyruslike carbon nanoscroll structures: First-principles calculations*
R. Rurali, V. R. Coluci and D. S. Galvao
Phys. Rev. B **74**, 085414 (2006).
- [THE-32] *Size effects in surface-reconstructed < 100 > and < 110 > silicon nanowires*
R. Rurali, A. Poissier and N. Lorente
Phys. Rev. B **74**, 165324 (2006).
- [THE-33] *Resonances in muon transfer from muonic hydrogen to oxygen and neon*
T. V. Tscherbul, B. Lepetit and A. Dupays
Few-Body Systems **38**, 193-198 (2006).
- [THE-34] *Methylthiolate adsorption on Au(111): Energetics, vibrational modes and STM imaging*
N. Gonzalez, N. Lorente and A. Arnau
Surface Science **600**, 4039-4043 (2006).
- [THE-35] *Fragmentation of rare-gas clusters ionised by electron impact: New theoretical developments and comparison to experiments*
D. Bonhommeau, N. Halberstadt and U. Buck
Int. Rev. Phys. Chem. **26**, 353 (2007).
- [THE-36] *Modelling the fragmentation dynamics of ionic clusters inside helium nanodroplets: the case of He₁₀₀Ne₄⁺*
D. Bonhommeau, P. T. Lake Jr., C. Le Quiniou, M. Lewerenz and N. Halberstadt
J. Chem. Phys. **126**, 051104 (2007).
- [THE-37] *Coherent Control of Light Shifts in an Atomic System: Modulation of the Medium Gain*
J.-C. Delagnes and M. A. Bouchene
Physical Review Letters **98**, 053602-4 (2007).
- [THE-38] *Gain-dispersion coupling induced by transient light shifts in an atomic medium*
J.-C. Delagnes and M. A. Bouchene
Phys. Rev. A **76**, 023422 (2007).
- [THE-39] *Coherent control of light shifts in an atomic medium driven by two orthogonally polarized pulses: Effect of the pulse overlap*
J.-C. Delagnes and M. A. Bouchene
Physical Review A **76**, 053809 (2007).
- [THE-40] *Influence of wave-packet dynamics on the medium gain of an atomic system*
J.-C. Delagnes and M. A. Bouchene
Physical Review A **76**, 045805 (2007).
- [THE-41] *Compensation of resonant atomic dispersion using a pulse shaper*
J. C. Delagnes, A. Monmayrant, P. Zahariev, A. Arbouet, B. Chatel, B. Girard and M. A. Bouchene
Applied Physics B **86**, 573-578 (2007).

- [THE-42] *Light Scalars Coupled to Photons and Non-Newtonians Forces*
A. Dupays, J. Redondo, E. Masso and C. Rizzo
Phys. Rev. Lett. **98**, 131802 (2007).
- [THE-43] *Long-range repulsive interaction between molecules on a metal surface induced by charge transfer*
I. Fernandez-Torrente, S. Monturet, K. J. Franke, J. Fraxedas, N. Lorente and J. I. Pascual
Physical Review Letters **99** 176103 (2007).
- [THE-44] *From tunneling to contact: Inelastic signals in an atomic gold junction from first principles*
T. Frederiksen, N. Lorente, M. Paulsson and M. Brandbyge
Phys. Rev. B **75**, 235441 (2007).
- [THE-45] *Chemisorption of sulfur and sulfur-based simple molecules on Au(111)*
N. Gonzalez-Lakunza, N. Lorente and A. Arnau
Physical Review B **75**, 235441 (2007).
- [THE-46] *Phase Control of Medium Gain in a Double Two-level System : From Ultrashort to Long Pulse Regime*
F. A. Hashmi and M. A. Bouchene
Applied Mathematics & Information Sciences **1**, 305 (2007).
- [THE-47] *Calculation of argon trimer rovibrational spectrum*
F. Karlicky, B. Lepetit, R. Kalus and X. Gadéa
J. Chem. Phys. **126**, 174305 (2007).
- [THE-48] *Molecular orbital shift of perylenetetracarboxylic-dianhydride on gold*
J. Kroger, H. Jensen, R. Berndt, R. Rurali and N. Lorente
Chemical Physics Letters **438**, 249-253 (2007).
- [THE-49] *Photoinduced multi-mode quantum dynamics of pyrrole at the $1\pi\sigma^*-50$ conical intersections*
Z. Lan, A. Dupays, V. Vallet, S. Mahapatra and W. Domcke
J. Photochem. Photobiol. **190**, 177-189 (2007).
- [THE-50] *Geometric phase effect in H₃ predissociation*
B. Lepetit, R. Abrol and A. Kuppermann
Phys. Rev. A **76**, 040702 (2007).
- [THE-51] *Dehydrogenation of aromatic molecules under a scanning tunneling microscope: Pathways and inelastic spectroscopy simulations*
H. Lesnard, M. L. Bocquet and N. Lorente
Journal of the American Chemical Society **129**, 4298-4305 (2007).
- [THE-52] *Including the probe tip in theoretical models of inelastic electron tunneling spectroscopy: CO on Cu(100).*
G. Teobaldi, M. Peñalba, A. Arnau, N. Lorente and W. A. Hofer
Phys. Rev. B **76**, 235407 (2007).
- [THE-53] *Ab-initio predissociation dynamics of He-I₂(B) complex*
A. Valdès, R. Prosmi, P. Villareal, G. Delgado-Barrio, D. Lemoine and B. Lepetit
J. Chem. Phys. **126**, 244314 (2007).

- [THE-54] *On the quantum and quasiclassical angular distributions of photofragments*
J. A. Beswick and R. N. Zare
J. Chem. Phys. **129**, 164315 (2008).
- [THE-55] *Fragmentation of ionized doped helium nanodroplets: Theoretical evidence for a dopant ejection mechanism*
D. Bonhommeau, M. Lewerenz and N. Halberstadt
J. Chem. Phys. **128**, 054302 (2008).
- [THE-56] *Beyond the pulse-area theorem: Role of the absorption and the dispersion in the propagation of weak ultrashort resonant pulses*
J. C. Delagnes and M. A. Bouchene
Optics Communications **281**, 5824 (2008).
- [THE-57] *Quantum Vacuum Friction in Highly Magnetized Neutron Stars*
A. Dupays, C. Rizzo, D. Bakalov and G. F. Bignami
EPL **82**, 69002 (2008).
- [THE-58] *Enhancing the probability of three-photon absorption in iodine through pulse shaping*
N. T. Form, B. J. Whitaker and C. Meier
J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys **41**, 074011 ((2008).
- [THE-59] *Adsorption of N2O on Cu(100): a combined scanning tunneling microscopy and density functional theory study*
K. J. Franke, I. Fernandez-Torrente, J. I. Pascual and N. Lorente
Physical Chemistry Chemical Physics **10**, 1640 (2008).
- [THE-60] *Reducing the Molecule-Substrate Coupling in C60-Based Nanostructures by Molecular Interactions*
K. J. Franke, G. Schulze, N. Henningsen, I. Fernandez-Torrente, J. I. Pascual, S. Zarwell, K. Rueck-Braun, M. Cobian and N. Lorente
Physical Review Letters **100**, 036807 (2008).
- [THE-61] *Dynamic Jahn-Teller effect in electronic transport through single C60 molecules*
T. Frederiksen, K. J. Franke, A. Arnau, G. Schulze, J. I. Pascual and N. Lorente
Phys. Rev. B **78**, 233401 (2008).
- [THE-62] *Formation of Dispersive Hybrid Bands at an Organic-Metal*
N. Gonzalez-Lakunza, I. Fernandez-Torrente, K. J. Franke, N. Lorente, A. Arnau and J. I. Pascual
Physical Review Letters **100**, 156805 (2008).
- [THE-63] *Slowing light through Zeeman Coherence Oscillations in a duplicated two-level system*
F. A. Hashmi and M. A. Bouchene
Physical Review A **77**, 051803 (2008).
- [THE-64] *Coherent control of the effective susceptibility through wave mixing in a duplicated two-level system*
F. A. Hashmi and M. A. Bouchene
Physical Review Letters **101**, 213601 (2008).

- [THE-65] *Two Dimensional H₂O-Cl₂ and H₂O-Br₂ potential surfaces: an ab initio study of ground and valence excited electronic states*
R. Hernández-Lamonedá, V. H. Uc Rosas, M. I. Bernal-Uruchurtu, N. Halberstadt and K. C. Janda
J. Phys. Chem. A **112**, 89 (2008).
- [THE-66] *Creating pseudo-Kondo resonances by field-induced diffusion of atomic hydrogen*
W. A. Hofer, G. Teobaldi and N. Lorente
Nanotechnology **19**, 305701 (2008).
- [THE-67] *Modeling of HeN⁺ clusters. II. Calculation of He₃⁺ vibrational spectrum*
F. Karlicky, B. Lepetit, R. Kalus, I. Paidarova and F. X. Gadéa
J. Chem. Phys. **128**, 124303 (2008).
- [THE-68] *Theoretical study of benzene and pyridine STM-induced reactions on copper surfaces*
H. Lesnard, N. Lorente and M.-L. Bocquet
Journal of Physics-Condensed Matter **20**, 224012 (2008).
- [THE-69] *Inelastic effects in electron transport studied with wave packet propagation*
S. Monturet and N. Lorente
Phys. Rev. B **78** 035445 (2008).
- [THE-70] *Unified Description of Inelastic Propensity Rules for Electron Transport through Nanoscale Junctions*
M. Paulsson, T. Frederiksen, H. Ueba, N. Lorente and M. Brandbyge
Physical Review Letters **100**, 226604 (2008).
- [THE-71] *The H₃⁺ rovibrational spectrum revisited with a global electronic potential energy surface*
L. Velilla, B. Lepetit, A. Aguado, J. A. Beswick and M. Paniagua
J. Chem. Phys. **129** 084307 (2008).
- [THE-72] *Phase control of non-adiabatic optical transitions*
F. A. Hashmi and M. A. Bouchene
Physical Review A **79**, 025401 (2009).
- [THE-73] *Actively Tailored Spatiotemporal Images of Quantum Interference on the Picometer and Femtosecond Scales*
H. Katsuki, H. Chiba, C. Meier, B. Girard and K. Ohmori
Phys. Rev. Lett. **102**, 103602 (2009).
- [THE-74] *Fragmentation of size-selected Xe clusters: Why does the monomer ion channel dominate the Xen and Krn ionization?*
V. Poterya, M. Fárník, U. Buck, D. Bonhommeau and N. Halberstadt
Int. J. Mass Spec. **280**, 78-84 (2009).
- [THE-75] *Phase control of the Pancharatnam phase*
M. A. Bouchene and M. Abdel-Aty
Physical Review A (2009) *accepté*.
- [THE-76] *Ab-initio study of methyl-bromide photodissociation in the \tilde{A} band*
C. Escure, T. Leininger and B. Lepetit
J. Chem. Phys. (2009) *accepté*.

- [THE-77] *Ab-initio study of valence and Rydberg states of CH₃Br*
C. Escure, T. Leininger and B. Lepetit
J. Chem. Phys. (2009) *accepté*.
- [THE-78] *An ab initio calculation of the valence excitation spectrum of H₂O...Cl₂: Comparison to condensed phase spectra*
R. Franklin-Mergarejo, J. Rubayo-Soneira, N. Halberstadt, T. Ayed, M. I. Bernal-Uruchurtu, R. Hernández-Lamoneda and K. C. Janda
J. Phys. Chem. A (2009) *accepté*.
- [THE-79] *Slowing and storing light processes without a trapping dark state in a duplicated two-level system. Theoretical study*
F. A. Hashmi, M. Abdel-Aty and M. A. Bouchene
Journal of Modern Optics (2009) *accepté*.
- [THE-80] *Local control of population control under noise*
R. Kritzler, C. Meier and V. Engel
Chem. Phys. Lett. (2009) *soumis*.
- [THE-81] *Vibrational dynamics of the He₂Ne⁺ cation*
A. B. J. Zuniga, A. Requena, J.A. Beswick, K.C. Janda
J. Phys. Chem. A (2009) *soumis*.

Publications inter-équipes

Interférométrie Atomique (E2) en collaboration avec Optique pour les tests fondamentaux (E6)

1. *The BMV experiment : a novel apparatus to study the propagation of light in a transverse magnetic field*
R. Battesti, B. Pinto Da Souza, S. Batut, C. Robilliard, G. Bailly, C. Michel, M. Nardone, L. Pinard, O. Portugall, G. Tréneç, J. Mackowski, G. L. J. A. Rikken, J. Vigué and C. Rizzo
Eur. Phys. J. D **46**, 323-3333 (2008).

Optique pour les tests fondamentaux (E6) en collaboration avec Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires (E7)

1. *Proton Zemach radius and the hyperfine splitting of the ground state of muonic hydrogen*
D. Bakalov, J. A. Beswick, A. Dupays and C. Rizzo
Can. J. Phys. **83**, 351-356 (2005).
2. *Observing Quantum Vacuum Lensing in a Neutron Star Binary System*
A. Dupays, C. Robilliard, C. Rizzo and G. F. Bignami
Phys. Rev. Lett. **94**, 161101/1-4 (2005).
3. *Looking for Light Pseudoscalar Bosons in Gamma-Rays from Binary Pulsars*
A. Dupays, C. Rizzo, M. Roncadelli and G. F. Bignami
Phys. Rev. Lett. **95**, 211302 (2005).
4. *Light Scalars Coupled to Photons and Non-Newtonians Forces*
A. Dupays, J. Redondo, E. Masso and C. Rizzo
Phys. Rev. Lett. **98**, 131802 (2007).
5. *Quantum Vacuum Friction in Highly Magnetized Neutron Stars*
A. Dupays, C. Rizzo, D. Bakalov and G. F. Bignami
EPL **82**, 69002 (2008).

Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent (E3) en collaboration avec Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires (E7)

1. *Spectral and temporal modifications of a weak resonant ultrashort pulse propagating in a two-level system driven by a strong nonresonant field*
J.-C. Delagnes, F. A. Hashmi and M. A. Bouchene
Physical Review A **74**, 053822 (2006).
2. *Visualizing picometric quantum ripples of ultrafast wave-packet interference*
H. Katsuki, H. Chiba, B. Girard, C. Meier and K. Ohmori
Science **311**, 1589-1592 (2006).
3. *Coherent Control of Light Shifts in an Atomic System: Modulation of the Medium Gain*
J.-C. Delagnes and M. A. Bouchene
Physical Review Letters **98**, 053602-4 (2007).

4. *Gain-dispersion coupling induced by transient light shifts in an atomic medium*
J.-C. Delagnes and M. A. Bouchene
Phys. Rev. A **76**, 023422 (2007).
5. *Coherent control of light shifts in an atomic medium driven by two orthogonally polarized pulses: Effect of the pulse overlap*
J.-C. Delagnes and M. A. Bouchene
Physical Review A **76**, 053809 (2007).
6. *Influence of wave-packet dynamics on the medium gain of an atomic system*
J.-C. Delagnes and M. A. Bouchene
Physical Review A **76**, 045805 (2007).
7. *Compensation of resonant atomic dispersion using a pulse shaper*
J. C. Delagnes, A. Monmayrant, P. Zahariev, A. Arbouet, B. Chatel, B. Girard and M. A. Bouchene
Applied Physics B **86**, 573-578 (2007).
8. *Beyond the pulse-area theorem: Role of the absorption and the dispersion in the propagation of weak ultrashort resonant pulses*
J. C. Delagnes and M. A. Bouchene
Optics Communications **281**, 5824 (2008).
9. *Actively Tailored Spatiotemporal Images of Quantum Interference on the Picometer and Femtosecond Scales*
H. Katsuki, H. Chiba, C. Meier, B. Girard and K. Ohmori
Phys. Rev. Lett. **102**, 103602 (2009).

ACLN – Articles dans des revues avec comité de lecture non répertoriées dans des bases de données internationales

E5 – Atomes froids

1. *A mirror to generate a beam*,
D. Guéry-Odelin et al.
EurophysicsNews **38** (3) 17 (2007) (highlights).
2. *Quasi-monomode guided atom laser*,
D. Guéry-Odelin et al.
EurophysicsNews **39** (6) 14 (2008) (highlights).

ASCL –Articles dans des revues sans comité de lecture

E2 – Interférométrie Atomique

1. *La lumière dévie bien les électrons*
Jacques Vigué
Les dossiers de la Recherche, hors série n°29, p 78 Novembre 2007.

E5 – Atomes froids

1. *Atomes froids et condensats quantiques*
D. Guéry-Odelin, et Jean Dalibard,
Dossier Pour la Science (La lumière dans tous ses états), pp 28-33, Octobre/Décembre 2006.

INVi – Conférences données à l'invitation du Comité d'organisation dans un congrès international

E1 – Structure, dynamique et thermodynamique des agrégats

1. *A novel calorimeter device for free clusters*
P. Labastie, F. Chiro, S. Zamith, J.-M. L'Hermite
Symposium on size selected clusters, Brand, Austria, 2007
2. *Atom by atom nucleation of sodium and caloric curves*
J.-M. L'Hermite, F. Chiro, S. Zamith, P. Labastie
ISACC, Darmstadt, Germany, 2007
3. *Nucleation and thermodynamics of free clusters*
J.-M. L'Hermite, S. Zamith, P. Labastie, P. Feiden
XIV International Symposium on Small Particles and Inorganic Clusters (ISSPIC XIV), Valladolid, SPAIN, 2008
4. *Phase transitions in water clusters*
J.-M. L'Hermite, S. Zamith
Gordon Conference on "Clusters, Nanocrystals & Nanostructures", Mount Holyoke College, Massachusetts, July 19-24, 2009

E2 – Interférométrie Atomique

1. *Phase noise due to vibrations in Mach-Zehnder atom interferometers*
M. Jacquy, A. Miffre, M. Büchner, G. Tréne, and J. Vigué
SIGRAV meeting à Florence (Italie) 27/9 -1/10/2006.
2. *Atom interferometry*
M. Jacquy, A. Miffre, M. Büchner, G. Tréne, and J. Vigué
Fascination for Lasers, Molecules and Clusters, meeting en l'honneur de L. Wöste et M. Broyer, Berlin (Allemagne), 6-8/10/2006
3. *Atom interferometry with lithium atoms at thermal energy*
M. Jacquy, A. Miffre, M. Büchner, G. Tréne, and J. Vigué
ESF exploratory workshop: Coherence, decoherence & entanglement of non-degenerate massive quantum systems ; University of Vienna & Erwin Schrödinger Institute of Mathematical Physics, October 5-7 2007
4. *Atom interferometry with separated paths*
Steven Lepoutre, Gilles Dolfo, Haikel Jelassi, Gérard Tréne, Matthias Büchner and Jacques Vigué
International meeting "Gravitational Waves Detection with Atom Interferometry", February 23-24, 2009 at Galileo Galilei Institute for Theoretical Physics in Arcetri (Firenze, Italy).

E3 – Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent

1. *Control of Coherent Transients using shaped pulses*
B. Chatel*, A. Monmayrant and B. Girard
CLEO Europe (Munich, 2005)
2. *The atomic spirograph: Atomic wave function and laser pulse shape measurements from coherent transients*
B. Chatel*, A. Monmayrant and B. Girard
4 th workshop on "Optimal Control of Quantum Dynamics: Theory and Experiment"
(Rindberg castle, 2005)
3. *The atomic spirograph: Atomic wave function and laser pulse shape measurements from coherent transients*
B. Chatel*, A. Monmayrant and B. Girard
17th International Conference on Laser Spectroscopy (ICOLS05) (Cairngorms National Park, Scotland, 2005)
4. *Quantum state and laser pulse shape measurements from coherent transients in Rubidium atoms*
B. Chatel, A. Monmayrant and B. Girard*
Ultrafast Chemistry and Physics symposium (Philadelphia, 2006)
5. *The atomic spirograph : Atomic wave function and laser pulse shape measurements from coherent transients*
B. Chatel*
Workshop on Control of quantum Dynamics of atoms, Molecules (Nesebar (Bulgaria), 2006)
6. *Ultrafast dynamics in azulene excited states.*
V. Blanchet, K. Raffael, B. Chatel, G. Turri, B. Girard*, Ivan Anton Garcia, Iain Wilkinson, Benjamin Whitaker
First European Chemistry congress, Budapest 27-31 aout 2006
7. *Ultrashort dynamics in azulene states*
V. Blanchet, K. Raffael, B. Chatel, G. Turri, B. Girard*, Ivan Anton Garcia, Iain Wilkinson, Benjamin Whitaker
22nd symposium on chemical kinetics and dynamics, Okazaki, june 2006
8. *Coherent control and pump-probe spectroscopy in atoms and molecules: basic principles and applications*
B. Girard*
2nd CAMEL workshop, (Nesebar (Bulgarie), 2006)
9. *Observation and control of ultrafast quantum interferences in atoms and molecules*
B. Girard*
APS march meeting (Baltimore, 2006)
10. *Real – time quantum state holography using coherent transients. Ultrashort dynamics in azulene*
B. Girard*
22nd Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (Okazaki, 2006)
11. *Ultrashort Lasers: State of the art*
B. Chatel*
CEFIPRA (Gif sur Yvette, 2007)

12. *Observation and control of ultrafast quantum interferences in small systems*
B. Chatel*
Symposium on molecular dynamics and control (Londres, 2007)
13. *Factoring numbers with interfering random waves*
B. Chatel*, S. Weber, D. Bigourd and B. Girard
Symposium on quantum technology and cluster science (Berlin, 2007)
14. *Factoring numbers with interfering random waves*
S. Weber*, D. Bigourd, B. Chatel and B. Girard
CEFIPRA (colloque Franco-Indien) (Gif sur Yvette, 2007)
15. *Ultrafast dynamics in azulene excited states.*
V. Blanchet*, K. Raffael, B. Chatel, G. Turri, B. Girard, Ivan Anton Garcia, Iain Wilkinson, Benjamin Whitaker
International Symposium on Free Radicals -August 12-17, 2007 Big Sky, Montana
invitation decline
16. *Coherent control in Atoms and Molecules with ultrashort laser pulses*
B. Girard*
Physics of Quantum Electronics 37 (Snowbird, Utah, 2007)
17. *Factoring Numbers with Interfering Random Waves*
A. Monmayrant, S. Weber, D. Bigourd, B. Girard and B. Chatel*
CLEO-QUELS (San Diego, 2008)
18. *Factorisation of numbers*
B. Chatel*, S. Weber, D. Bigourd, B. Girard and W. Schleich
Physics on Quantum Electronics (Snowbird-UTAH (Etats-Unis), 2008)
19. *Coherent control, quantum interferences and Gauss sums*
B. Chatel*
Conference on ultrafast and ultracold (Eingedi-Israel, 2008)
20. *Femtosecond dynamics revealed by non-vertical photoionization"*
V. Blanchet*
Gordon conference Photoions, Photoionization & Photodetachment
01/27/2008 - 02/01/2008 - Il Ciocco in Lucca (Barga) Italy
21. *Coherent control on small systems : spin dynamics, cold molecules...*
B. Chatel*
KITP (Santa Barbara-USA, 2009)

E4 – Interactions ions-matière

1. *Fragmentation of small carbon clusters – progress reports: heavy particles*
M. Chabot*, F. Mezdari, G. Martinet, K. Wohrer - Béroff, S. Della Negra, P. Désesquelles, H. Hamrita, A. Le Padellec, L. Montagnon, S. Diaz - Tendero, M. Alcami, P.A. Hervieux and F. Martin
XXIV ICPEAC -Rosario (Argentine, Juillet 2005)
2. *Electron spectroscopy in H^+ to dry DNA RNA base collisions in the 25-100keV energy range*
A. Le Padellec* and P. Moretto-Capelle
"Radiation damage in biomolecular systems" (Groninguen, Pays-Bas, 2006)

3. *Electron emission and fragmentation of DNA/RNA components induced by proton impact*
P. Moretto-Capelle (orateur), A. Le Padellec, M. Richard-Viard, J.P. Champeaux and P. Cafarelli
XXth International Seminar on Ion-Atom Collision (Agios Nikolaos, Crete, 2007)
4. *Merged beam experiments with positive and negative ions: from charge exchange to reactive scattering*
X. Urbain*, A. Le Padellec, E.M. Staicu - Casagrande, T. Nzeyimana and E.A. Naji
ICPEAC 2007 Freiburg, Allemagne, Juillet 2007
5. *Collision induced ionization and fragmentation of DNA/RNA bases and Halogen derivatives*
P. Carçabal, P. Cafarelli, J.P. Champeaux, A. Le Padellec, J. Rabier, M. Sence and P. Moretto-Capelle*
"Many Particle Spectroscopy of Atoms, Molecules, Clusters and Surfaces" (MPS08)
(Paris, 2008)
6. *Carbon clusters fragmentation*
K. Béroff*, M. Chabot, F. Mezdari, G. Martinet, T. Tuna, P. Désesquelles and A. Le Padellec
"Seventh International Symposium Swift Heavy Ions in Matter - SHIM 2008" (Lyon, 2008)

E5 – Atomes froids

1. D. Guéry-Odelin,
Degenerate Quantum Gases, Les Treilles, 7-13 février 2005.
2. D. Guéry-Odelin,
Quantum optics, Les Houches, 14-18 février 2005.
3. *Evaporative cooling of a magnetically guided atomic beam: towards a cw coherent source for atom optics*
T. Lahaye,
7th Workshop on Quantum Optics and Foundations of Quantum Mechanics, Bilbao, Espagne, le 14 décembre 2005.
4. D. Guéry-Odelin,
European–Australian Workshop on Quantum-Atom Optics, Kioloa (Australie), 9-11 février 2006.
5. *Experiments with dipolar quantum gases*
T. Lahaye,
Ecole d'été Novel Quantum Phases and Non-equilibrium Phenomena in Cold Atom Gases, 27 Août–7 Septembre 2007, International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italie
6. D. Guéry-Odelin,
International Conference on Spontaneous Coherence in Excitonic Systems 4th, Cambridge, 8-12 septembre 2008.
7. D. Guéry-Odelin,
Ultracold atoms and quark-gluon plasmas at the Niels Bohr International Academy and Nordita, Copenhagen June 2008.
8. *Nonlinear dynamics of a dipolar BEC*
T. Lahaye,
Conférence Nonlinear phenomena in quantum degenerate gases, 1–5 Avril 2008, Tolède, Espagne

9. *Experiments with a dipolar Chromium BEC*
T. Lahaye,
Conférence 'Theory of Quantum Gases and Quantum Coherence', Grenoble, France, Juin 3–7, 2008.
10. *Experiments with dipolar BECs*
T. Lahaye,
CO.CO.MAT International conference Control of quantum correlations in tailored matter: Common perspectives of mesoscopic systems and quantum gases, 3–6 Décembre 2008, Reims, France.

E6 – Optique pour les tests fondamentaux

1. *The BMV project: status of the experiment*
C. Robilliard
Conférence QED 2005 (Les Houches, 6 au 9 juin 2005).
2. *The BMV Project*,
C. Rizzo
PVLASDay, Trieste, Italie, 2006.
3. *Laboratory and astrophysical tests of vacuum magnetism: the BMV project*,
C. Rizzo
II CERN-CAST Axion Workshop, Patras, Greece, 2006.
4. *The BMV project: Photoregeneration of axion-like particles*
C. Robilliard
3rd Axion–WIMPS workshop (Patras, Grèce, du 19 au 25 juin 2007).
5. *Structure of the photon and magnetic field induced birefringence and dichroism*,
C. Rizzo
Fondation Louis de Broglie, Journées de Peyresq 2007, Peyresq.
6. *The BMV project : Optical detection of axions ?*,
C. Rizzo
Rencontres de Moriond, Gravitational Waves and Experimental Gravity, La Thuile, Val d'Aosta, Italie, 2007.
7. *BMV Project : final results on photon oscillations into massive particles*
M. Fouché
Patras-Hamburg, 2008

E7 – Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires

1. *Fragmentation dynamics of ionized neon clusters embedded in helium nanodroplets: A many-surface dynamics problem*
N. Halberstadt
Workshop on Quantum Dynamics of Complex Molecular Systems, Paris, 18-20 mai 2005
2. *Mixing quantum and classical mechanics using Bohmian trajectories*
C. Meier
Workshop on Quantum Dynamics of Complex Molecular Systems, Paris, 18-20 mai 2005
3. *Mixing quantum and classical mechanics using Bohmian trajectories*
C. Meier
Workshop on "Molecular Dynamics: Chemistry and Mathematics" des DFG-Schwerpunktsprogramm: "Multiscale Problems" Chemistry and Mathematics Blaubeuren, Juin 2005
4. *Vector properties in molecular photodissociation*
J. A. Beswick
CCP6 meeting on vector correlation and alignment in chemistry, Bristol, juillet 2005.
5. *Resonance states in the chemisorption of hydrogen atoms on the graphite (0001) surface*
D. Lemoine
13th Workshop "Quantum Atomic and Molecular Tunneling in Solids and other Condensed Phases" QAMTS , du 27 au 31 Juillet 2005, Saint Jacques de Compostelle (Espagne))
6. *Dynamique de la photofragmentation*
J. A. Beswick
Ecole de Physique Moléculaire, Académie Tunisienne des Sciences, Tunis, décembre 2005.
7. *Collisions et Dynamique des interactions gaz-surface*
D. Lemoine
Ecole de Physique Moléculaire, Académie Tunisienne des Sciences, Tunis, décembre 2005.
8. *The MQCB method as surface hopping*
C. Meier
Madrid Workshop on Bohmian Mechanics, mai 2006
9. *Quantum dynamics of the chemisorption and of the Eley-Rideal reaction of hydrogen atoms on carbonaceous surfaces*
D. Lemoine
Minisymposium "H/graphite", le 8 Juin 2006, Aarhus (DANEMARK)
10. *Electronic non adiabaticity in the H+H₂ system*
B. Lepetit, R. Abrol, A. Kuppermann
XI-QSCP Saint Petersburg, August 2006
11. *Fragmentation dynamics of ionized rare gas clusters in gas phase and inside helium droplets: A theoretical study*
N. Halberstadt
Symposium "Frontiers in Molecular Dynamics: Experiment and Theory", American Chemical Society Meeting, San Francisco (Californie), 10-14 septembre 2006
12. *Slow Light and Group Velocity Control*
M. A. Bouchene

- "Optics, Laser-Matter interaction/" Tunis, Tunisie 19-21 Mars 2007.
13. *Detection and control of wave packet interference and decoherence*
C. Meier:
European Conference on Atomic and Molecular Physics 9, mai 2007, Crete
 14. *Fragmentation dynamics inside helium droplets: A theoretical study*
N. Halberstadt
XXII. International Symposium on Molecular Beams, Fribourg (Allemagne), 27 mai-1er juin 2007
 15. *Local control within a mixed quantum/classical approach*
C. Meier
Gordon Research Conference on "Quantum Control of Light and Matter", août 2007, Etats-Unis
 16. *Fragmentation dynamics inside helium droplets: New theoretical results*
N. Halberstadt
XVI. Symposium on Atomic, Cluster and Surface Physics, Les Diablerets (Suisse), 20-25 janvier 2008
 17. *Fragmentation dynamics inside helium droplets: New theoretical results*
N. Halberstadt
2008 APS March Meeting, Focus Session on the Photophysics of Cold Molecules, La Nouvelle Orléans (USA), 10-14 mars 2008
 18. *Wave packet dynamics and simulation of pump –probe spectra*
C. Meier
FASTQUAST European Network Meeting, Cargèse, Août 2008
 19. *Halogen-water clusters: Intermolecular Potentials and Spectroscopic Properties*
N. Halberstadt
2008 Telluride Workshop on the Microscopic Description of Gas Clathrates, Telluride (USA), 4-8 août 2008
 20. *Fragmentation dynamics inside helium nanodroplets: New theoretical results*
N. Halberstadt
2008 Gordon Research Conference on Molecular and Ionic Clusters, Aussois, 7-12 septembre 2008
 21. *Fragmentation dynamics of ionized rare gas clusters in gas phase and inside helium nanodroplets*
N. Halberstadt
International Workshop on Molecular Dynamics, Universidad Nacional de Quilmes (Argentine), 4-5 novembre 2008
 22. *Graphite-enhanced negative ion production: surface vicinity production*
D. Lemoine
Meeting of the EFDA Coordinating Committee on Neutral Beams, les 24 et 25 novembre 2008, Padoue (Italie)
 23. *Slow light and coherent control of the optical response in a duplicated two-level system*
M. A. Bouchene, F. A. Hashmi:
International Conference on Optics Photonics and Applications (ICOPA 08), Alger, 12-15 décembre 2008

24. *Methods of coherent control*
C. Meier
QuAMP09, Leeds, 2009
25. C. Meier
Sixth International Meeting on Photodynamics, La Havane, Cuba, 2009.

INVn– Conférences données à l'invitation du Comité d'organisation dans un congrès national

E2 – Interférométrie Atomique

1. Interférométrie atomique avec le lithium aux énergies thermiques
M. Büchner, A. Miffre, M. Jacquey, G. Tréneç et J. Vigué
Congrès Général de la Société Française de Physique et de Belgian Physical Society ; Lille 29 Août-2 Septembre 2005
2. Interférométrie atomique avec le lithium
A. Miffre, M. Jacquey, M. Büchner, G. Tréneç et J. Vigué
COLOQ9, Dijon 7-9 Septembre 2005.

E3 – Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent

1. *Le spirographe atomique : mesures d'états quantiques excités par une impulsion laser ultracourte*
A. Monmayrant, B. Chatel and B. Girard
PAMO (Dijon, 2006)
2. *Observation et contrôle d'interférences dans les atomes : application du contrôle cohérent*
B. Chatel*, E. Baynard, D. Bigourd, A. Monmayrant and B. Girard
COLOQ (Grenoble (France), 2007)
3. *Façonnage d'impulsions courtes*
B. Chatel*
JNROP (Giens (France), 2007)
4. *Impulsions Façonnées ; Quelques exemples de contrôle cohérent*
B. Chatel*
UVX-2008 (Dourdan-France, 2008)
5. *Caractérisation et façonnage d'impulsions*
A. Monmayrant
FEMTO 2008 (Mittelwihr, 2008)
6. *Mise en forme dans l'UV : Transitions à deux photons*
S. Weber*, M. Barthelemy and B. Chatel
Journées des Phénomènes ultrarapides (Bordeaux, France, 2009)

E4 – Interactions ions-matière

1. *Systèmes d'Imagerie à haute résolution dans le domaine des rayons X pour le Laser Mégajoule*
J.-P. Champeaux and al.
J. Phys. IV France **138**, 285-295 (2006)

2. *Collision induced ionization and fragmentation of DNA/RNA bases and Halogen derivatives*
P. Carçabal, P. Cafarelli, J. P. Champeaux, A. LePadellec, J. Rabier, M. Sence and P. Moretto-Capelle*.
Many Particle Spectroscopy of Atoms, Molecules, Clusters and Surfaces (MPS08) (Paris, 2008)
3. *Carbon clusters fragmentation*
K. Béroff*, M. Chabot, F. Mezdari, G. Martinet, T. Tuna, P. Désesquelles and A. Le Padellec.
Seventh International Symposium Swift Heavy Ions in Matter - SHIM 2008 (Lyon, 2008)
4. *Collision Induced Fragmentation of Carbonated molecules*
P. Moretto-Capelle*.
Toulouse Interstellar Nanograin Workshop (Toulouse, 2008)

E5 – Atomes froids

1. D. Guéry-Odelin,
Degenerate Quantum Gases, Les Treilles, 7-13 février 2005.
2. D. Guéry-Odelin,
Quantum optics, Les Houches, 14-18 février 2005.
3. *Refroidissement par évaporation d'un jet guidé : perspectives ouvertes par l'utilisation d'un convoyeur à atomes*
T. Lahaye,
« Workshop IFRAF » (Institut Francilien de Recherche sur les Atomes Froids), IHP, Paris, France, le 4 mai 2006
4. *Experiments with a dipolar BEC: progress report and future directions*
T. Lahaye,
IFRAF workshop on dipolar quantum gases, Villetaneuse, France, 25 Juin 2008.

E6 – Optique pour les tests fondamentaux

1. *Probing dark matter and vacuum energy by light propagation in a magnetic field*
C. Rizzo
Astroparticle Meeting : dark energies, dark matters, IHP, Paris, 2005.
2. *Light-Dark matter conversion in a magnetic field : recent results and future projects*
C. Rizzo
Astroparticle Meeting : Quel modèle d'univers ?, Narbonne, 2006.
3. *Photoregeneration experiment and axion search*
M. Fouché
Astroparticle Meeting, Toulouse, 2007.
4. *L'effet Cotton-Mouton et le vide quantique*
C. Rizzo
Colloque : Les 80 ans du Laboratoire Aimé Cotton, Meudon-Bellevue, 2007.
5. *Biréfringence du Vide et des coatings*
C. Rizzo
Journées Cavités Passives, LAL, Orsay, 2009.

E7 – Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires

1. *Local control: theory and applications*
C. Meier
Journée thématique "Contrôle et dynamique sous champs laser"
Paris, mars 2005
2. *Wave packet dynamics and simulation of pump –probe spectra*
C. Meier
GDR Agrégation, Fragmentation et Thermodynamique des Systèmes Complexes Isolés,
Poquerolles, mai 2005
3. *Muon transfer from hydrogen to oxygen*
A. Dupays, D. Bakalov, C. Rizzo, A. Beswick, B. Lepetit
Quantum electrodynamics
les Houches, juin 2005
4. *Dynamique quantique des interactions hydrogène-surface,*
D. Lemoine
Colloque interdisciplinaire "Interaction de l'hydrogène avec des surfaces", les 13-14 Juin
2005, Observatoire de Paris (FRANCE)
5. *Etats de résonance dans la chimisorption d'atomes d'hydrogène sur la surface de graphite (0001)*
D. Lemoine
Rencontres CEA-CNRS-Universités "Interaction plasma-paroi", les 19 et 20 Octobre 2005,
Cadarache
6. *Formation de molécules d'hydrogène vibrationnellement très excitées sur des surfaces solides*
D. Lemoine
Rencontres CEA-CNRS-Universités "Injecteurs de neutres à base d'ions négatifs pour ITER",
le 23 Mars 2006, Cadarache
7. *Approches paquets d'ondes. Illustration et limitations*
D. Lemoine,
Atelier "Collisions moléculaires inélastiques", Colloque du programme national "Physique et
Chimie du Milieu Interstellaire" PCMI, du 23 au 26 Octobre 2006, Grenoble
8. *Production d'ions H-/D- par des mécanismes de surface dans un plasma multi-dipolaire sans césium : approche théorique*
D. Lemoine
Réunion CEA-CNRS-Universités "Injecteurs de neutres à base d'ions négatifs pour ITER", le
23 octobre 2007, Cadarache
9. *Formation de H2 sur des surfaces carbonées*
D. Lemoine
Atelier du PN PCMI "Grains", les 7 et 8 janvier 2008, Grenoble
10. *Dynamique des nanogouttes d'hélium*
N. Halberstadt
Journées de Dynamique du Sud-Ouest, Montpellier, 20-21 mai 2008

11. *Contrôle local de systèmes quantiques et mixtesquantiques/classiques*
C. Meier
PAMO, juillet 2008, Lille
12. *Geometric phase effect in H3 predissociation*
B. Lepetit, R. Abrol, A. Kuppermann
France Korea symposium on reaction dynamics, Bordeaux, july 2008

ACTI– Communications avec actes dans un congrès international

E1 – Structure, dynamique et thermodynamique des agrégats

1. *Nucleation and thermodynamic of sodium clusters*
J-M L'Hermite, S.Zamith, F.Chivot, P.Labastie
ISSPIC XIII, Göteborg, Sweden, 2006
2. *Phase Transitions in Free Clusters*
P. Labastie
Condensed Matter Theory 27, ed. M.Dinh and M. Belkacem, Nova Science (2005)

E2 – Interférométrie Atomique

1. *Proposal for an antimatter gravity measurement with an antihydrogen beam*
A. Kellerbauer, M. Amoretti, A.S. Belov, G. Bonomi, I. Boscolo, R.S. Brusa, M. Büchner, M. Byakov, L. Cabaret, C. Canali, C. Carraro, F. Castelli, S. Cialdi, M. de Combarieu, D. Comparat, G. Consolati, N. Djourelou, M. Doser, G. Drobychev, A. Dupasquier, G. Ferrari, P. Forget, L. Formaro, A. Gervasini, M.G. Giammarchi, S.N. Gninenko, G. Gribakin, S.D. Hogan, M. Jacquy, V. Lagomarsino, G. Manuzio, S. Mariazzi, V.A. Matveev, J.O. Meier, F. Merkt, P. Nedelec, M.K. Oberthaler, P. Pari, M. Prevedelli, F. Quasso, A. Rotondi, D. Sillou, S.V. Stepanov, H.H. Stroke, G. Testera, G.M. Tino, G. Tréneç, A. Vairo, J. Vigué, H. Walters, U. Warring, S. Zavatarelli, D.S. Zvezhinskij (AEGIS Proto-Collaboration)
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 266 (2008) 351–356,
Proceedings of Low-Energy Positron and Positronium Workshop in Reading (UK).

E3 – Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent

1. *The atomic spirograph: atomic wave function and laser pulse shape measurements from coherent transients*
B. Chatel, A. Monmayrant and B. Girard
ICOLS05 (Aviemore, UK, 2005), E. A. Hinds, A. Ferguson, E. Riis ed., pp. 403-412
2. *Shaping and characterization of tunable UV ultrashort pulses*
S. Weber, J. Bonnet, A. Besse, A. Arbouet, B. Chatel
UVX 2008 (Gif sur Yvette, France, 2008), A. Klisnick, S. Jacquemot, T. Ruchon, ed EDP Sciences 2008

E4 – Interactions ions-matière

1. *Fragmentation of small carbon clusters - progress reports: heavy particles*
M. Chabot*, F. Mezdari, G. Martinet, K. Wohrer-Bérouff, S. Della Negra, P. Désesquelles, H. Hamrita, A. Le Padellec, L. Montagnon, S. Diaz-Tendero, M. Alcamí, P. A. Hervieux and F. Martin.
ICPEAC 2005 - XXIV International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions (Argentina, 2005)

2. *Cold electrons in plasmas and molecular interactions*
D. Field, N. C. Jones and J. P. Ziesel.
SAPP XV (15th Symposium of Plasma Processes) (Podbanské, Slovaquie, 2005)
3. *Cold association of electrons and molecules*
D. Field, N. C. Jones, L. B. Madsen, J. P. Ziesel and T. A. Field.
PARYS workshop (Ultracold Plasmas and Rydberg Systems) (Gif-sur-Yvette, 2005)
4. *Electron spectroscopy in H+ to dry DNA RNA base collisions in the 25-100keV energy range*
A. Le Padellec* and P. Moretto-Capelle.
Radiation damage in biomolecular systems (Groningen, Pays-Bas, 2006)
5. *Electron emission and fragmentation of DNA/RNA components induced by proton impact*
P. Moretto-Capelle*, A. Le Padellec, M. Richard-Viard, J. P. Champeaux and P. Cafarelli.
XXth International Seminar on Ion-Atom Collision (Agios Nikolaos, Crete, 2007)
6. *Merged beam experiments with positive and negative ions: from charge exchange to reactive scattering*
X. Urbain*, A. Le Padellec, E. M. Staicu-Casagrande, T. Nzeyimana and E. A. Naji.
7. *Ionization and Fragmentation of 5-Chlorouracil induced by 100 keV protons collisions*
P. Cafarelli, P. Çarçabal, J.-P. Champeaux, A. Le Padellec, P. Moretto-Capelle, J. Rabier and M. Sence
Radiation Damage in Biomolecular Systems, AIP conf.proceedings **1080**, 71-76 (2008).

E5 – Atomes froids

1. *A purely dipolar quantum gas*
T. Lahaye, J. Metz, T. Koch, B. Fröhlich, A. Griesmaier and T. Pfau
in "ATOMIC PHYSICS 21", proceedings of the XXI International Conference on Atomic Physics (ICAP 2008), pp. 160-167, World scientific (2009).
2. *Dipolar interaction in ultra-cold atomic gases*
C. Menotti, M. Lewenstein, T. Lahaye and T. Pfau
Chapitre du livre "Dynamics and Thermodynamics of systems with long range interactions: theory and experiments", A. Campa, A. Giansanti, G. Morigi, F. Sylos Labini Eds., American Institute of Physics Conference proceedings 970 (2008).
3. *Optical response of nanostructured surfaces: Experimental investigation of the Composite Diffracted Evanescent Wave model*
Gay G., Alloschery O., Viaris de Lesegno B., O'Dwyer C., Lezec, H. J. and Weiner, J.
Nanomanipulation with Light II, Adrews D. L. Ed., Proceedings of the SPIE Vol. 6131, J1310-J1310, (2006).
4. *Advancing atomic nanolithography: cold atomic Cs beam exposure of alkanethiol self assembled monolayers*
O'Dwyer C., Gay G., Viaris de Lesegno B., Weiner J., Mutzel M., Haubrich D., Meschede D., Ludolph K., Georgiev G. and Oesterschulze E.
Conference on Atoms and Molecules Near Surfaces, Weiner J. Feenstra L. and Schmiedmayer J. Eds, Journal of Physics Conference series Vol. 19, 109-117, (2005).

5. *Mapping of angular and spatial optical intensity distributions issuing from nanostructured slits, milled into subwavelength metallic layers*
Gay G., Viaris de Lesegno B., Mathevet R., Lezec H. J. and Weiner J.
 J. Phys., Conf. Ser. 19, 102-108, (2005).

E6 – Optique pour les tests fondamentaux

1. *Proton Zemach radius and the hyperfine splitting of the ground state of muonic hydrogen*
 D. Bakalov, J.A. Beswick, A. Dupays and C. Rizzo
 Can. J. Phys. 83 (2005) 351-35
2. *The BMV project: Optical detection of axions ?*
C.Rizzo,
 Actes des Rencontres de Moriond, Gravitational Waves and Experimental Gravity, La Thuile, Val d'Aosta, Italy 3/2007.
3. *Structure of the photon and magnetic field induced birefringence and dichroism*
J.A.Beswick, C.Rizzo,
 Fondation Louis de Broglie, Actes des Journées de Peyresq 2007, Peyresq 8/2007.
4. *A transportable pulsed magnet system for fundamental investigations in quantum electrodynamics and particle physics*
 S. Batut, J. Mauchain, R. Battesti, C. Robilliard, M. Fouché, O. Portugall
 IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 18, 600-603 (2008)
5. *The BMV project: Search for photon oscillations into massive particles*
C. Robilliard, B. Pinto Da Souza, F. Bielsa, J. Mauchain, M. Nardone, G. Bailly, M. Fouché, R. Battesti, C. Rizzo.
 Can. J. Phys. (2009) *In press*

E7 – Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires

1. S. Béchu, D. Lemoine, M. Bacal, A. Bès, J. Pelletier
 AIP Conference Proceedings *1097*, 74-83 (2009)

ACTN – Communications avec actes dans un congrès national

E2 – Interférométrie Atomique

1. *Interplay between theoretical quantum chemistry and cold atom experiments*,
M. Leduc and J. Vigué
Theoretical Chemistry Accounts **116**, 598-607 (2006)
Numéro spécial en l'honneur de J. P. Malrieu.
2. *Lithium atom interferometry*,
M. Jacquy, A. Miffre, M. Büchner, G. Tréneç and J. Vigué
Journal de Physique IV, **135**, 9-16 (2006)
Volume de Comptes Rendus de COLOQ9
3. *Measurement of the refraction index for atom waves*
M. Jacquy, M. Büchner, G. Tréneç and J. Vigué
Ann. Phys. Fr 32, 183-185 (2007)
Volume de Comptes Rendus de COLOQ'10

E5 – Atomes froids

1. *Optical fields from wave sub-length structures*
Gay G., Alloschery O., Mathevet R., Lezec H. J. and Weiner J.
Journal de Physique IV, 135, 161-162, (2006).

COM – Communications orales sans actes dans un congrès international ou national

E2 – Interférométrie Atomique

1. *Atom interferometry with thermal lithium atom*
Matthias Büchner, Alain Miffre, Marion Jacquey and Jacques Vigué
ESA-ONERA Workshop "Quantum Mechanics for Space"
March 30th & 31st, and April 1st, 2005 at ONERA Chatillon (France)
2. *Atom-interferometry measurements of dispersive phase shifts for matter waves due to nano-structures.*
Vincent P. A. Lonij, Alexander D. Cronin, Steven Lepoutre, Haikel Jelassi, Gérard Tréneç, Matthias Büchner and Jacques Vigué
2008 Joint Fall Meeting of the Texas and Four Corners Sections of APS, AAPT, and Zones 13 and 16 of SPS, and the Societies of Hispanic & Black Physicists October 17–18, 2008; El Paso, Texas, USA
3. *High sensitivity atom interferometry measurement of the atom-surface interaction.* Vincent P. A. Lonij, Alexander D. Cronin, Steven Lepoutre, Haikel Jelassi, Gérard Tréneç, Matthias Büchner and Jacques Vigué
DAMOP 2009 May 19–23, 2009 Charlottesville, Virginia, USA

E3 – Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent

1. *Optically induced anisotropy and ultrashort dynamics in Azulene*
B. Chatel, G. Turri, V. Blanchet and B. Girard
CLEO Europe (Munich, 2005)
2. *Electric field reconstruction using coherent transients in a two-level system*
B. Chatel, A. Monmayrant and B. Girard
CLEO (Baltimore, 2005)
3. *Optimisation of NOPA output pulse shaping using an AOPDF with dispersion self-correction*
B. Chatel, A. Monmayrant, A. Arbouet, B. Girard, A. Barman and B. J. Whitaker
CLEO (Baltimore, 2005)
4. *Observation and control of ultrafast quantum interferences in atoms*
B. Chatel, E. Baynard, D. Bigourd, A. Monmayrant and B. Girard
FRISNO 9 (Les Houches, 2007)
5. *Shaping in a different way*
B. Chatel
Summerschool on " basics on quantum control" (Cargese-Corsica, 2008)
6. *Factoring Numbers with Interfering Random Waves*
S. Weber, B. Girard and B. Chatel
Ultrafast Phenomena (Stresa (Italie), 2008)
7. *Shaping of tunable UV ultrashort pulses*
B. Chatel, S. Weber and M. Barthelemy
CLEO Europe (Munich-Germany, 2009)

8. *Time resolved of Spin coherence of excitons in a GaAs/AlGaAs quantum dots*
J.A. Davis, V. Blanchet, J.J. Wathen, R.T. Phillips, A. I. Tartakovskii and M. S. Skolnick
OECS, Southampton, UK, 5-9 sept 2005
9. *Relaxation of optically induced anisotropy in Azulene*
V. Blanchet, B. Chatel, G. Turri, B. Girard
CLEO/EQEC 2005 12-17 juin 2005
10. *Oscillatory behaviour in NO2 photodynamics*
R. Cireasa, JB. Hamard, B. Chatel, B. Girard, V. Blanchet, I. Wilkinson, B. Whitaker.
Molec XVII St.Petersburg, Russia, August 23-28, 2008

E5 – Atomes froids

1. *Evaporative cooling of a magnetically guided atomic beam.*
T. Lahaye,
38eme Conférence EGAS (European Group on Atomic Systems) 7–10 juin 2006, Ischia (Naples), Italie.
2. *Strong dipolar effects in a Chromium BEC close to a Feshbach resonance.*
T. Lahaye,
DPG (Deutsche Physikalische Gesellschaft) Tagung, 19–23 Mars 2007, Düsseldorf, Allemagne.
3. *Strong dipolar interactions in a BEC*
T. Lahaye,
Joint International Conference IFRAF–CO.CO.MAT Control of quantum correlations in tailored matter: Common perspectives of mesoscopic systems and quantum gases, 3–7 octobre 2007, Reims, Allemagne.

E7 – Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires

1. *Hydrogen atom chemisorption on carbonaceous surfaces*
D. Lemoine
Conférence "Dynamics of Molecular Systems" MOLEC XVI, du 11 au 15 Septembre 2006, Levico Terme (Trento) (ITALIE)
2. *Hydrogen atom chemisorption on carbonaceous surfaces*
D. Lemoine
European Conference "Dynamics of Molecular Systems
COMET XX, du 3 au 7 juin 2007, Arcachon

AFFI – Communications par affiche dans un congrès international

E1 – Structure, dynamique et thermodynamique des agrégats

1. *Sodium Clusters: Nucleation Cross-Section and Caloric Curve*
F. Chirot, S. Zamith, P. Labastie, J-M. L'Hermite
ISSPIC XIII, Göteborg, July 23-28, 2006
2. *A novel method for measuring clusters caloric curves*
F. Chirot, S. Zamith, P. Labastie, J-M. L'Hermite
Symposium on size selected clusters, Brand, 12-16 March 2007
3. *A novel method for measuring clusters caloric curves*
F. Chirot, S. Zamith, P. Labastie, J-M. L'Hermite
ISACC 2007, Darmstadt, July 19-23, 2007
4. *Nucleation and thermodynamics of charged clusters*
F. Chirot, P. Feiden, S. Zamith, P. Labastie, J-M. L'Hermite
ISSPIC XIV 15-19 Septembre 2008, Valladolid (España)

E2 – Interférométrie Atomique

1. *Measurement of the electric polarizability of lithium by atom interferometry*
Marion Jacquy, Alain Miffre, Matthias Büchner, Gérard Tréneç and Jacques Vigué
20th International Conference on Atomic Physics, 16-21 July 2006, Innsbruck, Austria
2. *Experimental study of the fringe visibility in a lithium atom interferometer*
Marion Jacquy, Alain Miffre, Matthias Büchner, Gérard Tréneç and Jacques Vigué
20th International Conference on Atomic Physics, 16-21 July 2006, Innsbruck, Austria
3. *Atom interferometry experiments with lithium*
Marion Jacquy, Alain Miffre, Matthias Büchner, Gérard Tréneç and Jacques Vigué
9th European Conference on Atoms, Molecules and Photons ECAMP
Crête-Grèce, 6 au 11 Mai 2007
4. *Refraction index of gases for lithium waves measured by atom interferometry*
Matthias Büchner, Marion Jacquy, Gérard Tréneç and Jacques Vigué
XXV ICPEAC 2007 in Freiburg, Germany (July 25 - 31, 2007).
5. *Atom interferometry measurement of the atom-surface interaction*
Steven Lepoutre, Haikel Jelassi, Gérard Tréneç, Matthias Büchner, Jacques Vigué, Vincent P. A. Lonij and Alexander D. Cronin
41st EGAS conférence, 8-11/07/2009, Gdansk, Pologne

E3 – Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent

1. *Effect of pulse duration in femtosecond laser ablation based chemical analysis*
A. Arbouet, R. Freydier, F. Poitrasson, B. Dupré, F. Candaudap, B. Chatelet
Ultrafast Optics, Nara, Japon. (2005)

2. *Relaxation dynamics in Azulene: Super excited states revealed by photoionization*
V. Blanchet, K. Raffael, B. Chatel, G. Turri, B. Girard, I. A. Garcia, I. Wilkinson and B. Whitaker
 Femtochemistry Oxford 2007
3. *Oscillations patterns in NO₂*
JB. Hamard, K. Raffael, K. Hosaka, P. Vavra, R. Ruamps, B. Chatel, B. Girard, V. Blanchet, B. Whitaker
 Femtochemistry Oxford 2007
4. *Shaping and coherent control in atoms*
S. Weber, B. Girard and B. Chatel
 Summerschool on "Basics on quantum control" (Cargèse Corse, 2008)

E5 – Atomes froids

1. *A quantum ferrofluid.*
T. Lahaye,
 Joint International Conference IFRAF–CO.CO.MAT Control of quantum correlations in tailored matter: Common perspectives of mesoscopic systems and quantum gases, 3–7 octobre 2007, Reims, France. Poster entitled
2. *Chromium BEC : a dipolar quantum gas.*
T. Lahaye,
 Conférence Quo vadis BEC?, 27–29 octobre 2006, Berlin, Allemagne.

E7 – Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires

1. *Six-dimensional quantum dynamics of (v=0,j=0)D₂ and (v=1,j=0)H₂ scattering from Cu(111),*
 Sven Nave, Didier Lemoine, Mark F. Somers, Sikke M. Kingma, Geert-Jan Kroes,
 Conférence Gordon "Dynamics at surfaces", du 14 au 19 août 2005, Andover, New Hampshire (Etats-Unis)
2. *Resonance states in the chemisorption of hydrogen atoms on the graphite (0001) surface",*
 Florian Wippel, Didier Lemoine, Bruno Lepetit, Jay Kerwin, Bret Jackson,
 Conférence Gordon "Dynamics at surfaces", du 14 au 19 août 2005, Andover, New Hampshire (ETATS UNIS)
3. *Vibrational predissociation dynamics of He-I₂(B) complex*
 A. Valdes, R. Prosimi, P. Villareal, G. Delgado-Barrio, D. Lemoine, B. Lepetit
 20th International Conference on Molecular Energy Transfer, COMET XX, Arcachon, 2007
4. *Symmetry and Geometric phase effects in H₃ predissociation*
B. Lepetit, R. Abrol, A. Kuppermann
 IXth QRS, Cambridge, 2007
5. *Coherent control of the optical susceptibility*
F. A. Hashmi, M.A. Bouchène
 EGAS, Juillet 2008.

AFFn – Communications par affiche dans un congrès national

E1 – Structure, dynamique et thermodynamique des agrégats

1. *Étude de la nucléation d'agrégats*
F. Chirot, S. Zamith, P. Labastie, J-M. L'Hermite
PAMO, Dijon, 5-7 juillet 2006
2. *Nanocalorimétrie des agrégats de Sodium*
F. Chirot, S. Zamith, P. Labastie, J.M. L'Hermite
GDR Agrégats, Giens, 9-11 mai 2007
3. *Nouvelle méthode expérimentale pour la calorimétrie d'agrégats*
F. Chirot, S. Zamith, P. Labastie, J.M. L'Hermite
Congrès Général de la SFP, 9-13 juillet 2007

E2 – Interférométrie Atomique

1. *Interférométrie atomique avec l'atome de lithium*
Marion Jacquey, Alain Miffre, Matthias Büchner, Gérard Tréneç et Jacques Vigué
Congrès PAMO organisé par la division Physique Atomique, Moléculaire et Optique de la Société Française de Physique, 5-7 Juillet 2006, Dijon (France)
2. *Mesures de l'indice de réfraction de plusieurs gaz pour une onde atomique de lithium*
Marion Jacquey, Matthias Büchner, Gérard Tréneç and Jacques Vigué
COLOQ'10, OPTIQUE GRENOBLE 2007 ; 2 au 5 juillet 2007, Grenoble (France)
3. *Interférométrie atomique avec le lithium*
Marion Jacquey, Matthias Büchner, Gérard Tréneç and Jacques Vigué
Congrès Général de la Société Française de Physique, 9 au 13 Juillet 2007, Grenoble (France)
4. *Réduction du bruit de phase de vibrations en interférométrie atomique*
Gilles Dolfo, Gilles Bailly, Gérard Tréneç, Matthias Büchner et Jacques Vigué
Congrès PAMO-JSM 2008, 7 au 10 Juillet 2008, Lille (France)
5. *Indice de réfraction des gaz pour les ondes atomiques de lithium*
Marion Jacquey, Matthias Büchner, Gérard Tréneç and Jacques Vigué
Congrès PAMO-JSM 2008, 7 au 10 Juillet 2008, Lille (France)
6. *Mesure de l'interaction de Van der Waals par interférométrie atomique*
Steven Lepoutre, Haikel Jelassi, Matthias Büchner et Jacques Vigué
Congrès PAMO-JSM 2008, 7 au 10 Juillet 2008, Lille (France)
7. *Mesure par interférométrie atomique de l'interaction atome-surface,*
Steven Lepoutre, Haikel Jelassi, Gérard Tréneç, Matthias Büchner, Jacques Vigué, Vincent P. A. Lonij et Alexander D. Cronin
Congrès Général de la Société Française de Physique, 6 au 10 juillet 2009 à Palaiseau.

E3 – Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent

1. *Photodissociation of CH₃Br and CH₃Br⁺ studied by velocity mapping of the photofragments*
V. Blanchet, P. C. Samartzis, A. M. Wodtke
PAMO – Dijon 2006

2. *Optically induced anisotropy and Relaxation dynamics in Azulene*
V. Blanchet, K. Raffael, B. Chatel, G. Turri, B. Girard, I. A. Garcia, I. Wilkinson and B. Whitaker
PAMO – Dijon 2006
3. *Manipulation of the spin-orbit precession*
S. Weber, D. Bigourd and B. C. Girard, B.
Femto 2008 (Mittelwahr, 2008)
4. *Manipulation of the spin-orbit precession*
S. Weber, D. Bigourd, B. Girard and B. Chatel
PAMO/JSM 2008 (Villeneuve d'Ascq, 2008)
5. *Orientation optique dans les boîtes quantiques non contraintes GaAs/GaAlAs élaborées par deux techniques différentes d'épitaxie par jets moléculaires*
C.-M. Simon, T. Belhadj, T. Kuroda, T. Amand, N. Koguchi, P. Renucci, B. Chatel, P. Sellenart, A. Lemaitre, X. Marie and B. Urbaszek
JMC (Strasbourg, 2008)
6. *Manipulations cohérentes par mise en forme d'impulsions dans une boîte quantique unique*
C.-M. Simon, B. Chatel, P. Renucci, T. Belhadj, B. Urbaszek, T. Amand and X. Marie
FEMTO 2008 (Strasbourg, 2008)
7. *Oscillations behaviour in NO₂*
JB. Hamard, R. Cireasa, C. Maury, V. Blanchet, I. Wilkinson, B. Whitaker
PAMO-JSM Lille 2008
8. *Shaping and coherent control in atoms*
S. Weber, B. Girard and B. Chatel
Impulsions femtosecondes : des concepts fondamentaux aux applications (Ecole des Houches) (Les Houches (France), 2009)
9. *Vers des manipulations cohérentes en phase condensée : des systèmes atomiques au nano-objet semiconducteur unique*
C.-M. Simon, B. Chatel, P. Renucci, T. Belhadj, B. Urbaszek, T. Amand and X. Marie
Impulsions femtosecondes : des concepts fondamentaux aux applications (Ecole des Houches) (Les Houches (France), 2009)

E7 – Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires

1. *Dynamique quantique à six dimensions des collisions de D₂(v=0,j=0) et de H₂(v=1,j=0) avec une surface Cu(111),*
Sven Nave, Didier Lemoine, Mark F. Somers, Sikke M. Kingma, Geert-Jan Kroes,
13-14 juin 2005, Observatoire de Paris (France)
2. *Etats de résonance dans la chimisorption d'atomes d'hydrogène sur la surface de graphite (0001),*
Florian Wippel, Didier Lemoine, Bruno Lepetit, Jay Kerwin, Bret Jackson,
13-14 juin 2005, Observatoire de Paris (France)
3. *Harmoniques hypersphériques et dynamique réactionnelle*
B. Lepetit, R. Abrol, D. Wang, A. Kuppermann
PAMO 2006, SFP

4. Slowing light in a double two-level driven system
F.A. Hashmi, M.A. Bouchene
Colloq 10 Grenoble 2007
5. *Etats de résonance dans la chimisorption d'atomes d'hydrogène sur la surface de graphite (0001),*
Florian Wippel, Didier Lemoine, Bruno Lepetit, Jay Kerwin, Bret Jackson,
Journée de Dynamique du Sud-Ouest, le 16 mai 2007, Toulouse (France)
6. *A simple model for the transition from trapping to sticking of hydrogen atoms on graphene,*
Bruno Lepetit, Didier Lemoine, Florian Wippel,
Réunion plénière du GDR ARCHES, du 4 au 7 mai 2009, La Londe les Maures (France)
7. *Surface vicinity production of negative ions in plasma sources,*
Stéphane Béchu, Didier Lemoine, Marthe Bacal, Alexandre Bès, Jacques Pelletier,
Réunion plénière du GDR ARCHES, du 4 au 7 mai 2009, La Londe les Maures (France)
8. *A simple model for the transition from trapping to sticking of hydrogen atoms on graphene,*
Bruno Lepetit, Didier Lemoine, Florian Wippel,
Journées de Dynamique du Sud-Ouest, les 27-28 mai 2009, Bordeaux (France)
9. *Surface vicinity production of negative ions in plasma sources,*
Stéphane Béchu, Didier Lemoine, Marthe Bacal, Alexandre Bès, Jacques Pelletier,
Journées de Dynamique du Sud-Ouest, les 27-28 mai 2009, Bordeaux (France)

OS – Ouvrages scientifiques (ou chapitres de ces ouvrages)

E1 – Structure, dynamique et thermodynamique des agrégats

1. *Thermodynamics and Solid–Liquid Transition*
by P. Labastie and F. Calvo
Nanomaterials and Nanochemistry, eds C. Bréchnignac, C.P. Houdy and M. Lahmani, Springer
2007

E3 – Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent

1. B. Chatel and N. Forget
Sources ultracourtes accordables : état de l'art
dans *Lasers et Technologies Femtosecondes*, édité par M. Sentis and O. Uteza (Publications
de l'Université Saint-Etienne, Saint-Etienne, 2005), pp. 207-221.
2. B. Chatel and B. Girard
Coherent Control of Atomic Dynamics with Chirped and Shaped Pulses
dans *Femtosecond Laser Spectroscopy*, édité par P. Hannaford (Springer, 2005), pp. 267-
304.
3. B. Girard
Le Contrôle cohérent
dans *Lasers et Technologies Femtosecondes*, édité par M. Sentis and O. Uteza (Publications
de l'Université Saint-Etienne, Saint-Etienne, 2005), pp. 261-278.
4. W. Merkel, I. S. Averbukh, B. Girard, M. Mehring, G. G. Paulus and W. P. Schleich
Factorization of numbers with physical systems
dans *Elements of Quantum Information*, édité par W. P. Schleich and H. Walther (WILEY-
VCH, 2007), pp. 339-354.

E5 – Atomes froids

1. *La mécanique classique appliquée à la physique contemporaine.*
42 exercices et problèmes corrigés Niveau L
D. Guéry-Odelin, et Thierry Lahaye, Editions Ellipses, septembre 2008

OV – Ouvrages de vulgarisation (ou chapitres de ces ouvrages)

E3 – Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent

1. *Le contrôle cohérent de populations atomiques par des impulsions femtosecondes*,
B. Chatel,
Images de la physique CNRS (2005).

E6 – Optique pour les tests fondamentaux

1. *La chasse aux axions*,
C. Robilliard,
La Recherche n°430, pp. 52-55 (mai 2009).

AP - Autres productions

E5 – Atomes froids

Recension par D. Guéry-Odelin d'ouvrages à caractères scientifiques pour la revue *Pour la science* :

1. *La mort de Pierre Curie* De Jacques Neiryck
2. *L'énergie nucléaire (collection comprendre l'avenir)* de Bertrand Barré et Pierre-René Bauquis
3. *Petit cours de sciences... Pour ceux qui n'y comprennent rien* par Natalie Angie

COLLABORATIONS

E1 – Structure, dynamique et thermodynamique des agrégats

<i>Période</i>	<i>Correspondant</i>	<i>Programme/ Financement</i>	<i>Université/ Institut</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi.</i>
2006- 2008	F. Calvo F. Spiegelman	ANR NUCLEA	LASIM (Lyon) LCPQ (Toulouse)	Nucléation et Thermodynamique des agrégats d'eau	
2007- 2008	F. Rabilloud		LASIM (Lyon)	Affinités électroniques d'agrégats AgF	7
2008	M. Schmidt		LAC (Orsay)	Thermodynamique des agrégats de sodium	10
2005- 2008	M. J. J. Vrakking		FOM (Pays bas)	Agrégats et molécules en champ laser intense	1-3,9
2007- 2009	C. Joblin	PPF Molécules et grains	CESR (Toulouse)	Source d'agrégats par vaporisation laser	

E2 – Interférométrie Atomique

<i>Période</i>	<i>Correspondant</i>	<i>Programme/ Financement</i>	<i>Université/ Institut</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi.</i>
2005- 2006	Pr. J. P. Toennies	Egide (Procope)	MPI für Stromungsforschung	Test de la neutralité des atomes par interférométrie atomique	
2005- 2006	Pr. G. Tino	Prof. invité (1 mois) UPS	LENS et Université de Florence, Italie	Interférométrie atomique	
2005- 2008	AEGIS Collaboration CERN (Michael Doser)	Aucun financement	Plusieurs laboratoires collaborent à AEGIS	Mesure de l'accélération de la pesanteur avec l'antihydrogène	ACTI-1
2003- 2009	O. Cugat	Aucun financement	Laboratoire de Génie Electrique de Grenoble	Nouveaux aimants pour rotateur de Faraday	Brevet
2004- 2007	P. Juncar, Th. Badr, F. Balembois	Aucun financement	BNM-CNAM, Paris BNM-CNAM, Paris LCFIO, Orsay	Laser à 671 nm pour le lithium	

2006- ...	A. Cronin	sans financement avant 2008 ; PR invité (1 mois) UPS (2008 -2009)	Dpt of Physics University of Tucson, Arizona USA	Interférométrie atomique ; interaction atome- surface	INT-13 et INT-15 (soumise)
2006- 2007	T. Bergeman	sans financement	SUNY, New York, USA	Spectroscopie de Na ₂	INT-10
2007-...	P. Wolf Projet SAGAS	ESA Cosmic Vision sans financement	LVNE-SYRTE Observatoire de Paris	SAGAS = Search for Anomalous Gravitation with Atomic Sensors	INT-14
2008 - ...	Ch. Salomon, F. Gerbier, F. Chevy	Aucun financement	LKB, Paris	Laser à 671 nm pour le lithium	
2009- ...	F. Biraben, F. Nez, S. Guellati- Khélifa P. Cladé	Aucun financement	LKB, Paris	Projet PEPS (non financé) FIAT « Interféromètres atomiques du futur »	

E3 : Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent

<i>Période</i>	<i>Correspondant</i>	<i>Programme/ Financement</i>	<i>Université/ Institut</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi.</i>
2005- 2008	Pr. B.J. Whitaker	Dir. De Recherche associée (6 mois)+1 mois de prof. Inivité 2007 +Egide(Alliance)	Univ. de Leeds (UK)	Dynamique d'ionisation de l'azulène et de dissociation de NO ₂ .	[1,12,15]
2004- 2006	R. Phillips		Univ. Cambridge	Dynamique excitonique dans des puits et boites quantiques	[8]
2005- 2009	Kenji Ohmori	Sakura	IMS (Okasaki- Japan)	Interferences de paquets d'onde	[2,21]
2005	G. Riboulet	Prestation de service	Amplitude Technologie	Source UV accordable	
2005- 2006	D. Kaplan	-	Fastlite	Façonnage d'impulsions	[1]
2005-	Pr. A. Wodtke		Univ Santa Barbara	Imagerie de vecteurs vitesse du methyle	[17]

2007			(USA)	par fragmentation du bromure de Methylene	
2006-xxx	X. Marie/P. Renucci	BQR+ thèse en cotutelle	LPCNO (Toulouse)	Contrôle cohérent dans les boites quantiques	
2006-xx	I. Walmsley	APC+ Egide (Alliance)	Univ. Oxford	Molécules froides Caractérisation d'impulsions	[22]
2007-xxx	W. Schleich	-	Univ. Ulm (Allemagne)	Factorisation de nombres	[3,4,10,11]
2006-xxx	P. Pillet/D. Comparat	-	LAC (Orsay)	Molécules froides	[20,24-26]
2004-2008	F. Poitrasson	FEDER + BQR+ PPF molécules et grains	LMTG (Toulouse)	Analyse de solides par ablation	[14]
2006-2009	A. Arbouet	BQR	CEMES (Toulouse)	Dynamique de nanobatonnets métalliques	
2007-2009	T. Dartigalongue/ X. Briottet	-	ONERA-DOTA (Toulouse)	Diffusion résolue temporellement	
2009-2010	Rodrigo Lopez-Martens Albert Stolow, Misha Ivanov	NRC-CNRS	LOA Steacie Institute (Ottawa, Canada)	Attosecond Imaging & Dynamics of Polyatomic Molecules	
2003-2006		PPF contrôle cohérent et calcul quantique	UPS-INSA		
2004-2008		Reseau Marie Curie XTRA (6 ^{ème} PCRD)		Harmoniques	
2007-2010		PPF Molécules et grains	UPS	propriétés physico-chimiques des molécules, agrégats grains.	
2007-2010		PPF LUGSO		Experiences aux temps courts dans le grand sud-ouest	
2008-xxx		Réseau européen ITN FASTQUAST (7 ^{ème} PCRD)		Contrôle cohérent	
2009-2011		Projet Harmodyn (ANR jeune)	CELIA (Bordeaux)	Génération d'harmoniques	

élevées et fs-VUV

E4 – Interactions ions-matière

<i>Période</i>	<i>Correspondant</i>	<i>Programme/ Financement</i>	<i>Université/ Institut</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi</i>
2005-2009	M.Boudjema		USTHB,Alger	Ion-surface	
2005-2008	X.Urbain		UCLN, Belgique	Faisceaux confluents	
2005-2008	K.Beroff		LCAM,Orsay	Fragmentation molecules carbonées	
2005-2009	F.Martin		UAM,Espagne	Fullerenes	
2005-2009	P.A.Hervieux		IPCMS,Strasbourg	Fullerenes, mol bio	
2008	C.Dal Cappello		LPMC, Metz	Ionisation mol bio	
2005-2009	M.F.Politis		IMPMC,Paris	Fragmentation mol bio	
2008-2009	G.Trinquier		LCPT,Toulouse	Mol-bio	
2007-2009	C.Sicard-Roselli		LCP, Orsay	Nanoparticules	
2008-2009	P.Çarçabal		LPPM	Fragmentation/ spectro optique	
2005-2009	J.M.Bizau		LIXAM, Orsay	Photoionisation	

E5 – Atomes froids

<i>Période</i>	<i>Correspondant</i>	<i>Programme/ Financement</i>	<i>Université/ Institut</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi.</i>
2005-présent	V. Bagnato	COFECUB	Sao Paulo (Br)	Collisions froides	29
2005	D. Meschede	Nanocold EU-IST	Bonn (D)	Nanolithographie	5
2005	E. Arimondo	Nanocold EU-IST	Pisa (It)	Nanolithographie	6
2005	E. Osterschultze	Nanocold EU-IST	Kaisersautern (D)	Nanolithographie	5, 7

2005-present	H.J. Lezec	Caltech (USA)	Nano/lumière	1,8,10,11,12, 18,20,21,30
2005-2007	T. Seidman	Northwestern (USA)	Calculs champ proche	12,20
2005-2006	O. Martin	Lausanne (Ch)	Calculs champ proche	23
2006-2007	M. Mansuripur	Tucson (USA)	Calculs champ proche	21

E6 : Optique pour les tests fondamentaux

<i>Période</i>	<i>Correspondant</i>	<i>Programme/ Financement</i>	<i>Université/ Institut</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi.</i>
2005-2010	Geert Rikken		LNCMP (Toulouse)	Biréfringence Magnétique du Vide	
	D. Bakalov	Accord bilatéral CNRS - Académie des Sciences Bulgare	INRNE, Sofia, Bulgarie		
	TINO Guglielmo	ATUPS	LENS Florence, Italie		

E7 – Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires

<i>Période</i>	<i>Correspondant</i>	<i>Programme/ Financement</i>	<i>Université/ Institut</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi.</i>
2007-2008	B.J. Whitaker	Egide-Alliance	Université de Leeds (UK)	Coherent control	58
2005-2009	Kenji Ohmori	Sakura	Okasaki-Japon	Quantum interference	27, 73
2009-2010	R. Kalus	PHC Barrande	Ostrava	Cluster spectroscopy	47, 67
2009-2012	J. M. Rost	PHC Procope	MPI Dresden	Laser-cluster interaction	
2009-2012	V. Engel	PHC Procope	U Würzburg (All.)	Coherent control in dissipative systems	80
2008	A. Pomyalov, D. Tannor	ANR Dynamix	Weizmann Inst. Science, Rehovot, IL	Non Markovian calculation of reaction rates	
2008/2009	J. Rubayo-Soneira	APC	INTEC, Havana	Fs dynamics	78
	M. Lewerenz	ANR DYNHELIUM	Marne La Vallée	Helium droplets	3, 36, 55

	A. Viel	ANR DYNHELIUM	Rennes	Helium droplets	2, 22, 23, 24
	K. Janda	PICS	Irvine	Clathrates	3, 65, 78
2005	J.P. Lavoine, A.J. Boeglin		IPCMS, Strasbourg	Four wave mixing	9
2009-2011	O. Roncero, G. Delgado-Barrio	Convention CNRS-CSIC	avec CSIC Madrid	Van der Waals complexes	15, 53
	D. Bakalov	Convention CNRS-INRNE	Académie des Sciences (Sofia)	Exotic physics	1, 57
2007-2011	S. Béchu	ANR ITER-NIS PEPS ST2I GDR ARCHES	LPSC, Grenoble	Surface vicinity production of H-/D-	
2007-2011	M. Bacal	GDR ARCHES	LPP, Palaiseau	Surface vicinity production of H-/D-	
2005, 2009	B. Jackson	APC	UMASS, Amherst, USA	Gas-surface dynamics	18
2005	G. J. Kroes		Leyde, The Netherlands	Gas-surface dynamics	14
2009	K. Hassouni		LIMHP, Villetaneuse	Surface vicinity production of H-/D-	
2009	C. Mijoule		CIRIMAT, Toulouse	Gas-surface interaction	
2009	A. Kleyn	FR CNRS-CEA FCM - ITER	FOM Plasma Physics, Rijnhuizen, The Netherlands	Plasma-surface interaction	
2009	R. A. H. Engeln	FR CNRS-CEA FCM - ITER	Eindhoven, The Netherlands	Surface vicinity production of H-/D-	
2008 2009-	Apkarian A	PR invite UPS PICS	Université d'Irvine, Californie, USA	Fs Dynamics Clathrates	
2008	H. Guillet de Chatellus		Laboratoire de Spectrométrie Physique, Université J. Fourier, Grenoble		
2008	M. Abdel-Aty	PR invite UPS	Université de Sohag, Egypte	Quantum Optics	75
2008	R. N.Zare		Stanford	photofragmentation	54

2007-2008	M. Fárník	PHC Barrande	U Prague	Ionized cluster dynamics	74
2008-2011	S. Fernandez-Alberti	ECOS-Sud	U Quilmes	Photodissociation dynamics in ionized clusters	
2006-2008	U. Buck		MPI Göttingen	Ion ized cluster dynamics	74
2005-2008	A. Kuppermann, R. Abrol, D. Wang	APC	Caltech, CA, USA	Quantum dynamics	29, 50

VISITEURS

E2 – Interférométrie Atomique

<i>Période</i>	<i>Nom</i>	<i>Université/Institut</i>	<i>Financement</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi.</i>
2006 (Juin et Septembre)	Pr. Guglielmo Tino	LENS et Université de Florence, Italie	Prof. invité (1 mois) UPS	LENS et Université de Florence, Italie	
22-24 Mai 2006	Pr. A. Cronin	Univ. Tucson, Arizona USA	sans financement	Interférométrie atomique	
Septembre-Octobre 2007 (15 jours)	Pr. A. Cronin + V. Lonij (doctorant)	Univ. Tucson, Arizona USA	sans financement	Interférométrie atomique, interaction atome-surface	INT-13 INT-15 (soumise)
Juin 2009	Pr. A. Cronin W. Holmgren (doctorant)	Univ. Tucson, Arizona USA	Prof. invité (1 mois) UPS	Interférométrie atomique, interaction atome-surface	

E3 : Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent

<i>Période</i>	<i>Nom</i>	<i>Université/ Institut</i>	<i>Financement</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi.</i>
2005-2007	Pr. B.J. Whitaker	Université de Leeds (UK),	Professeur invité (6 mois) et chercheur invité (XX mois).	Dynamique des états excités de l'azulène +NO2	
2008	S. Pratt.	Argonne National Laboratory-Chicago (USA),	chercheur invité (1 mois)		
2008	A. Rangelov	Department of Physics, Sofia University -Bulgarie	Reseau européen CAMELS(2 mois)		

E4 – Interactions ions-matière

<i>Période</i>	<i>Nom</i>	<i>Université/Institut</i>	<i>Financement</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi.</i>
2007 (1 mois)	L. Sanche	Sherbrooke	Université Paul Sabatier	radiobiologie	

E5 – Atomes froids

<i>Période</i>	<i>Nom</i>	<i>Université/Institut</i>	<i>Financement</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi.</i>
Oct 2007 – Avril 2008	Matthew Jeppesen	Université de Canberra	IFRAF	Laser à atomes	25

E6 : Optique pour les tests fondamentaux

<i>Période</i>	<i>Nom</i>	<i>Université/ Institut</i>	<i>Financement</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi.</i>
2004-2005	Bialolenker Gabriel	Beer Sheva, Israël	Chercheur invité (9 mois)		

E7 : Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires

<i>Période</i>	<i>Nom</i>	<i>Université/Institut</i>	<i>Financement</i>	<i>Thème</i>	<i>Publi.</i>
2008 (1 month)	Apkarian A.	Irvine	PR invité	Fs Dynamics	
2009 (1 month)	M. Abdel-Aty	Université de Sohag, Egypte	PR invité	Quantum Optics	75
Oct 2008-	R. Franklin-Mergarejo	INSTEC, Havana	PhD (cotutelle) Bourse Eiffel	Clathrates	78
Jan 2009-	L. Uranga-Pina	University of Havana	PhD (cotutelle) ANR Dynamix	Fs Dynamics of impurities in quantum solids	
Nov 2008 (2 weeks)	A. Pomyalov	Weizmann Inst. Science, Rehovot, IL	ANR Dynamix	Reaction Rates	
2009 (4 weeks)	T. Pernfold	U Birmingham	COST	Coherent control	
2009 (2 weeks)	U. Galster	MPI Dresden	PHC Procope	H3 dissociation	
6 months in 2005-2006	A.Valdés	CSIC Madrid,	Espagnol	Spectroscopy of van der Waals clusters	53
every year since 2006	F Karlicky :	Ostrava (tcheque republic)	PHC Barrande	Cluster spectroscopy	47, 67
2006 (one month)	R. Kalus	Ostrava (tcheque republic),	PHC Barrande	Cluster spectroscopy	47, 67
one month every year since 2003	D. Bakalov :	Academy of Sciences (Sofia, Bulgaria)	Convention CNRS-INRNE	Exotic physics	1, 57
3 months in 2005	T. Tscherbul :	Moscow State University	INTAS Grant	Muon chemistry	33

3 months end 2007 and end 2008	L.Velilla :	UA Madrid	Spanish	Spectroscopy of H3+	71
2 months in 2008	A. Kalstein	U Quilmes,	ECOS-Sud	Photodissociation dynamics in He droplets	
2 weeks in 2008, 2009	S. Fernandez-Alberti	U Quilmes,	ECOS-Sud	Photodissociation dynamics in He droplets	

STAGIAIRES

E1 – Structure, dynamique et thermodynamique des agrégats

<i>Année</i>	<i>Nom - Prénom</i>	<i>Université</i>	<i>Niveau</i>
2005	MALAVELLE Florent	Toulouse	M2
2005	MERCIER Nicolas	Orsay	L3
2006	STASSBOURG Samuel	Freiburg	Diplomarbeit
2006	MASARO Yvan	Orsay	M1
2006	HEISER Stéphane	Toulouse	M2
2007	ASSIE Céline	Orsay	L3
2008	ASSIE Céline	Orsay	M1
2009	QUEVA Pierre	Orsay	L3

E2 – Interférométrie Atomique

<i>Année</i>	<i>Nom - Prénom</i>	<i>Université</i>	<i>Niveau</i>
2005	FELIX Nicolas	Toulouse	M2
2005	SCHMITZER Claus	Toulouse, Erasmus	M1
2006	CAPELLE David	Toulouse	M1
2007	LEPOUTRE Steven	Toulouse	M2
2007	HELOU Mathilde	Toulouse	M1
2009	PROUST Mathias	Toulouse	M1
2009	DUPOUY Paul-Edouard	INSA Toulouse	M2 et Ingénieur

E3 : Spectroscopie moléculaire ultrarapide et contrôle cohérent

<i>Année</i>	<i>Nom - Prénom</i>	<i>Université</i>	<i>Niveau</i>
2009	JARRY Valentin	Toulouse	collège
2007	VIAL A.	Toulouse	L1
2009	BOY Jean-Baptiste	Paris	BTS
2009	RAMBOANIAINA Arnaud	Toulouse	BTS
2009	DELAVAUZ Julien	Toulouse	IUT
2006	SOUJ Julien	Toulouse	M1
2007	VAVRA Peter	Toulouse-Vienne	M1
2007	RUAMPS Renaud	Toulouse	M1

2007	RIEU Joffrey	Toulouse	M1
2008	THON Raphael	Toulouse	M1
2008	MAURY Celine	Orsay-Manchester	M1
2008	FABRE Charlotte	Toulouse	M1
2008	BESSE Adrien	ENS Lyon	M1
2009	GOETZ Esteban	Toulouse	M1
2009	GILLOT Jonathan	Toulouse	M1
2005	LARSON C.	UCSB	M2
2007	MOSER Fabian	Toulouse/Erasmus	M2
2008	BONNET Jonathan	Paris VII	M2
2009	HANDSCHIN Charles	Toulouse	M2
2005	ROUFFET Marie-Emilie	Sup-optique/Orsay	M2
2006	SIMON Claire-Marie	Sup-optique/Orsay	M2
2006	BONNEMORT Jonathan	Sup-optique/Orsay	

E4 – Interactions ions-matière

<i>Année</i>	<i>Nom - Prénom</i>	<i>Université</i>	<i>Niveau</i>
2005	MASSOU Sophie	Toulouse	M2
2005	FRANCERIES Frederic	Toulouse	M2
2005	BRIERE Guillaume	Toulouse	L3
2006	MONJO Guillaume	Toulouse	L3
2006	FRANCERIES Frederic	Toulouse	M2
2008	RABIER Julien	Toulouse	M2
2009	SIMONIN Etienne	Toulouse	L3
2009	SALBAING Thibaud	Toulouse	M2
2009	CHRISTMANN Pierre-Yves	Toulouse	M2
2009	JONCA Benedicte	Toulouse	L3

E5 – Atomes froids

<i>Année</i>	<i>Nom - Prénom</i>	<i>Université</i>	<i>Niveau</i>
2005	RATH Steffen Patrick	ENS-Paris	M1
2005	LIENNARD Thomas	ENS-Paris	L3
2006	COUVERT Antoine	ENS-Paris	M2
2006	SAVARY Lucile	ENS-Lyon	L3
2007	SALEZ Thomas	ENS-Paris	M2

2008	SAKR Salam	Toulouse	M2
------	------------	----------	----

E6 : Optique pour les tests fondamentaux

<i>Année</i>	<i>Nom - Prénom</i>	<i>Université</i>	<i>Niveau</i>
2008-2009	BIANCHI Annabelle BATCRABERE Amandine ARZEL Sophie	Lycée	Terminale S
2009	THON Raphaël	Toulouse	M2
2008	AMBOISE Dominique	collège Berthelot	3 ^{ème}
2008	REIGNEAU Mathieu	Polytech'Orléans	élève ingénieur 4 ^{ème} année
2008	BENOIT Laura	Lycée Déodat de Séverac, Toulouse	BTS 1 Génie Optique et photonique
2004-2005	PINTO DO SOUZA Benoît	Toulouse	M2
2004-2005	ESCURE Christelle	Toulouse	M1

E7 : Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires

<i>Année</i>	<i>Nom - Prénom</i>	<i>Université</i>	<i>Niveau</i>
2005	TOUYA C.	Toulouse	M1
2005	WIPPEL F.	Toulouse (ERASMUS)	M2
2005	BOUISSOU T.	Toulouse	M1
2005	LAKE Peter T.	Chapel Hill (USA)	M1
2006	JABBAR H.	Toulouse	M1
2006	YEFSAH T.	Toulouse	M1
2006	ESCURE C.	Toulouse	M2
2006	POISSIER A.	Toulouse	M2
2007	SAUBANERE M.	Toulouse	M2
2008	UNN-TOC W.	Toulouse	M2
2008	SOUM J.	Toulouse	M2
2008	HUBERT M.	Toulouse	M1
2009	CROUZIL T.	Toulouse	M1

Responsabilités administratives

Liste des responsabilités administratives extérieures au LCAR et à l'IRSAMC assurées par de membres du LCAR

(l'appartenance à la commission de spécialistes 30^{ème} section à Toulouse et au conseil de laboratoire du LCAR ou de l'IRSAMC concerne de nombreux membres du laboratoire et elles ne sont pas mentionnées)

Valérie Blanchet

- Membre du conseil d'administration de la Société française de Physique (2008-2011)
- Trésorière puis secrétaire du bureau local Midi-Pyrénées de la Société Française de Physique (2005-...)
- Membre du bureau de la division PAMO de la SFP (2005-2009)
- Membre du bureau de COLOQ-Division SF0 (2008-...)
- Membre de la commission de spécialistes-30ième section-Perpignan (2008)
- Membre du Comité de sélection de l'université de Lyon I (2009)

Aziz Bouchène

- Responsable principal du master 2 recherche (ex. DEA) "Physique de la matière" à l'Université Paul Sabatier (depuis 2004).
- Porteur du projet d'habilitation du master 2 « physique de la matière »
- Co-organisateur de l'école de physique : "First French-Syrian meeting on physics : laser-matter interaction », université d'El Baath, Homs, Syrie, 15-19 novembre 2005.
- Membre de l'editorial Board du Journal international « Entropy » (<http://www.mdpi.org/entropy/editors.htm>)
- Managing editor du Journal international « Applied Mathematics and Information Science » (<http://amis.dixiewpublishing.com/>)

Matthias Büchner

- Membre élu du Conseil National des Universités, section 30 depuis oct. 2007
- Membre du Comité de Visite AERES du Laboratoire Physique des Gaz et des Plasmas en Nov. 2008

Pierre Cafarelli

- Responsable du Module Instrumentation en L3 Physique fondamentale
- Responsable du Module Instrumentation en L3 Physique & Applications
- Responsable du Module Instrumentation & Mesures Physiques en M1 Mastère professionnel IDIM-ICM
- Responsable du M2 IDIM-ICM (administration, gestion des enseignements réalisés par des intervenants extérieurs, suivis de 18 stages, visites sur site des stagiaires et de leurs responsables)

Arnaud Dupays

- Responsable des modules de biomécaniques en L2 et L3.

Jean-Philippe Champeaux :

- Membre du collège Scientifique de l'Université Paul Sabatier pour les sections 28-30-34 (depuis 2009)
- Membre du comité d'avancement de l'Université Paul Sabatier (depuis 2009 pour 4 ans)
- Membre du comité de Sélection (section 30) de l'UFR de sciences de l'Université de Caen basse Normandie (2009)
- Coresponsable des Travaux pratiques du Master 2 Astrophysique et Techniques Spatiales de l'Université Paul Sabatier

Béatrice Chatel

- Responsable PPF LUGSO : Laser ultracourts du Grand Sud-Ouest (2007-2010)
- Membre du bureau du Conseil Scientifique de l'UFR PCA de l'université Paul Sabatier (2003-2007)
- Présidente du comité de pilotage du réseau des technologies femtosecondes du CNRS (LASUR)(2004-2008), membre du comité depuis 2001
- Participation au comité scientifique de Femto2008 (octobre 2008 à Strasbourg).(130 pers)
- Responsable de l'organisation scientifique et administrative de l'école d'été sur le contrôle cohérent (reseau européen FASTQUAST)-Cargèse Août 2008 (90 pers)
- Coresponsable avec Manuel Joffre (LOB-Palaiseau) de l'organisation de l'école des Houches-janvier 2009 "Impulsions femtosecondes : des concepts fondamentaux aux applications" (70 pers)

Bertrand Girard

- Directeur scientifique du département Mathématique, Physique, Planète, Univers puis de l'Institut de Physique du CNRS (depuis avril 2008)
- Membre du Comité Sectoriel « Physique » de l'ANR blanche (2007)
- Président du Comité de visite AERES du Lab. de Physique des Lasers (2008)

David Guéry-Odelin

- Membre du Collège Scientifique pour la physique de l'université Paul Sabatier (2008-).
- Membre du conseil d'administration de l'école de physique des Houches (2008-).
- Membre du comité de rédaction de la revue de la société française de physique : Reflets de la physique (2006-2007).

Nadine Halberstadt

- Membre du Collège Scientifique Physique-Sciences de l'Univers de l'Université Paul Sabatier (Toulouse 3), 2009...
- Membre du Comité de Programmes CALMIP (Calcul en Midi-Pyrénées), depuis 2001
- Directrice du Laboratoire de Physique Quantique (UMR 5626) de Toulouse, jusqu'en juin 2006

Pierre Labastie

- Directeur de la fédération IRSAMC/FRPCF FR2568 (2007-2010)
- Membre de commissions de spécialistes :
 1. IUFM Toulouse commission conjointe sciences (2006-2008)
 2. Université de Perpignan, section 30 (2006-2008)
- Membre de la section 04 du CoNRS (2004-2008)
- Expert pour l'attribution des allocations spécifiques de l'ENS Cachan (2005-...)
- Membre (2004-2008) puis président du jury du prix Aimé Cotton de la SFP (en 2008)
- Membre du jury de l'agrégation de sciences physiques option physique (2008-...)

- Responsable pédagogique de la physique en L1 Sciences (2004-...)

Didier Lemoine

- Membre du conseil scientifique du GDR ARCHES (Adsorption, Réactions et Contrôle de l'Hydrogène En interaction avec des Surfaces).
- Membre du comité scientifique des réunions plénières du GDR ARCHES à Nouan le Fuzelier, les 20-23 mai 2007 et à La Londe les Maures, les 4-7 mai 2009, et de la réunion thématique « Elementary mechanisms of hydrogen/carbon-surface interactions » à Marseille les 27-28 octobre 2008.
- Membre du comité scientifique des Journées de Dynamique du Sud-Ouest en 2007, 2008 et 2009.
- Co-responsable de l'organisation de la Journée "Dynamique" du Sud-Ouest, à Toulouse, le 16 mai 2007 (40 participants).
- Responsable de l'organisation de l'école "Dynamique réactionnelle" de la Formation Permanente du CNRS et du Réseau Français de Chimie Théorique, à Giens, du 2 au 7 septembre 2007 (65 participants) (cf <http://www.lsd.univ-montp2.fr/UEPCT10>).
- Responsable de l'organisation de l'école de la Formation Permanente du CNRS et du GDR ARCHES, à Alenya, du 8 au 13 juin 2008 (54 participants (cf. http://www.u-cergy.fr/GDR-ARCHES/Ecole_juin_2008).
- Membre du comité de sélection Université de Lille 1 (2009).
- Membre du conseil scientifique de la Division de Chimie Physique des Sociétés Françaises de Chimie et de Physique depuis 2008.

Arnaud Le Padellec

- Membre du conseil de la **SFP** (05/08). Responsable de la commission «Enseignement» (06/présent). Membre de la commission «Histoire et épistémologie de la physique» (08/présent).
- Membre de la Commission des Habilitations de l'*Université Paul Sabatier* (06/présent), vice-président (08/présent).
- Second vice-président de l'*Université Paul Sabatier* - Conseil Scientifique (06/08).
- Membre et second vice-président du **Conseil National des Universités** de 30^{ème} section « Milieux dilués et Optique » (03/07). Membre du bureau du *groupe VI* du **CNU** (03/07). Membre de la **Conférence Permanente** du **Conseil National des Universités** (04/07). Membre du groupe de travail CP-CNU / DGRH - Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (06/07).
- Membre du groupe d'appui "Physique" à la direction de la stratégie du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche (08).
- Responsable du diplôme Licence 2^{ème} année PHYSIQUE CHIMIE ET APPLICATIONS mention PHYSIQUE à l'*Université Paul Sabatier* (03/07). Membre de la commission pédagogique de validation des acquis - Secteur PHYSIQUE (03/07).
- Organisateur des Journées de l'Enseignement de la Physique et de ses Interfaces - JEPI 2006 (7 et 8 novembre 2006 - Université Paul Sabatier

Jean-Marc L'Hermite

- Membre du bureau du GDR 2758: AGREGATION, FRAGMENTATION ET THERMODYNAMIQUE DES SYSTEMES COMPLEXES ISOLES (2005-...)

Renaud Mathevet

- Directeur de la préparation à l'agrégation de Physique option Physique de l'Université Paul Sabatier (2005-...)

Christoph Meier

- Responsable du programme européen ERASMUS pour la physique (depuis 2005)
- Membre suppléant de la commission de Spécialistes de la 30^{ème} section de l'Université de Perpignan (2005-2008)
- Responsable de l'unité d'enseignement « Interaction Rayonnement-Matière » et « Processus irréversibles » en Master 1 Physique Fondamentale (depuis 2004/2005)

Martine Richard-Viard

- Membre élu de la commission de spécialistes 30^{ème} section de l' Université de Perpignan (jusqu'en septembre 2007).
- Chargée de mission pour les relations européennes et internationales au service partenariat valorisation de la délégation CNRS Midi-Pyrénées à partir de novembre 2007.
- Membre élu au Comité National du CNRS : section 04 'Atomes et molécules, optiques et lasers, plasmas chauds' et CID 41 'gestion de la recherche'.

Carlo Rizzo

- Membre élu du Conseil Scientifique de l'UFR PCA, UPS, Toulouse (2003-2007)
- Co-Directeur Scientifique du Workshop « QED, Quantum Vacuum and Search for New Forces », 2005 aux Houches, France (avec A. Lambrecht (ENS Paris) et D. Bakalov (Sofia, Bulgarie))
- Membre suppléant nommé de la Commission d'avancement des Professeur des Universités du groupe VI (sections 28, 29, 30) (2000-2006)
- Responsable de l'unité d'enseignement Physique Quantique, L2 Mention Physique, II semestre (2008-...)
- Responsable du module Electromagnétisme de la Licence de Physique I année (CIMP), II sem. (2004-2006)
- Responsable du module Mécanique Quantique et Mathématiques de la Licence de Physique III année (2002-2005)

Cécile Robilliard

- Trésorière de l'association Année Mondiale de la Physique en Midi-Pyrénées, issue des sections locales SFP et UdPPC (2004-2006)
- Membre extérieur des Comités de Sélection de section 30 de l'Université d'Aix-Marseille (2009)

Martine Sence :

- Directrice adjointe de l'UFR de Physique-Chimie-Automatique de l'UPS de 1999 à 2007.
- Membre du bureau de l'UFR PCA de 1997 à 2007.
- Membre du Conseil d'administration de l'UFR PCA depuis 1995.
- Responsable du site Web de l'UFR PCA de 2001 à 2007.
- Responsable communication de l'UFR PCA pour le site Web de l'UPS de 2006 à 2008
- Membre du Conseil d'administration du SCUIO de 2000 à 2007.
- Membre du Conseil d'administration de l'Atelier Interuniversitaire de Génie des Procédés de 2003 à 2007 et présidence de ce Conseil pendant l'année 2006/2007.
- Correspondante locale pour la Conférence des Doyens d'Universités Scientifiques de 2003 à 2007.
- Membre/présidente de jury de plusieurs jurys de recrutement de personnel (2004, 2006, 2007)
- Membre suppléant ou titulaire de la Commission de spécialistes de 30^{ème} section de Perpignan de 2001 à 2008.

- Membre de la commission d'attribution des bourses de monitorat de 2000 à 2007
- Responsable VAE de 2004 à 2006.
- Membre du Conseil pédagogique du CIES de 2005 à 2007.

Jacques Vigué

- 2001-2008 : membre extérieur de la CSE 30^{ème} section de l'université Cl. Bernard Lyon I
- 2001-2008 : membre extérieur de la CSE 30^{ème} section de l'université de Provence Aix-Marseille
- 2001- 2005 : membre nommé du Comité Français de Physique
- 2002-2006 : membre extérieur du Conseil de l'Ecole Doctorale de Physique de la Région Parisienne (ED 107)
- 2006 : membre du jury de l'IUF pour la nomination des membres juniors.
- 2007- ... : membre élu du CS de l'UFR Physique Chimie Automatique de l'Université Paul Sabatier
- 2004 membre élu du bureau de la division de Physique Atomique, Moléculaire et Optique de la Société Européenne de Physique (ECAMP Board), pour 3 ans et réélu en 2007.
- 2005-2006, président élu de la section locale de la Société Française de Physique.
- membre co-opté du bureau de la division PAMO de la Société Française de Physique depuis 2005 et président de ce bureau depuis Juillet 2006 ; co-présidence, avec A. Ross, du comité d'organisation du congrès PAMO-JSM 2008 à Lille.
- président du Comité de Visite AERES du Laboratoire ISMO à Orsay en Novembre 2008
- président du Comité de Visite AERES du Laboratoire LNE-SYRTE à Paris en Février 2009

Diffusion de la culture scientifique

Responsable : Bruno Lepetit (CR CNRS)

Notre laboratoire a fortement développé son activité de communication vers le grand public à l'occasion de l'année mondiale de la physique en 2005. Plusieurs membres du labo ont été impliqués dans différentes manifestations à cette occasion en particulier:

- La conception de plusieurs expositions : une sur l'histoire de la physique, une autre sur une introduction expérimentale à l'optique. Ces expos ont été montrées à Toulouse et dans les grandes villes de la région (Albi, Rodez, Auch, Foix, Cahors, Tarbes).
- Présentation en milieu scolaire et au grand public (Librairie Ombres Blanches, Toulouse) d'expérience simples (par exemple : expériences de Marie Curie)
- Visite du laboratoire, ouvert au grand public un week-end et deux jours de semaine aux scolaires.

Plus généralement, notre labo fut impliqué dans le management des manifestations régionales : recherche de financements (programme FEDER européen, financements nationaux, régionaux et départementaux), organisation du campus Ranguel ouvert (11 labos). Depuis 2005, l'activité fut moins soutenue, mais régulière, et ciblée sur le jeune public:

- Accueil annuel pendant 2 jours de 4 classes de collèges ou lycées à l'occasion de la fête de la science.
- Depuis 2009 : accueil d'un groupe de professeurs collèges-lycées pendant une journée
- Présentations en milieu scolaire de membres du labo
- Accueil de quelques élèves de collège (3^{ième}) chaque année pendant une semaine.

Par ailleurs, nous rédigeons chaque année quelques communiqués de presse, recevons quelques journalistes de la presse écrite (par exemple : "*Nano-Lego atomique*", Le Nouvel Observateur, 22 novembre 2007 ; "*Les gouttelettes n'en font qu'à leur tête*", La Dépêche du Midi, 29 novembre 2007...), des chaînes de télé (M6 en 2005 et 2009).

Communiqués de presse :

- Mars 2006 : « *Des interférences quantiques* »
- Décembre 2006 : « *Quatre nominations à l'IUF pour l'IRSAMC* »
- Juin 2007 : « *L'ubiquité de l'onde quantique* »
- Novembre 2007 : « *Contrôler la croissance des nano-particules atome par atome : un processus désormais maîtrisé* »
- Novembre 2007 : « *La chasse à l'axion* »
- Juillet 2008 : « *Quand le vide quantique ralentit les étoiles à neutrons* »
- Novembre 2008 : « *Ralentir, accélérer, amplifier, absorber la lumière à volonté* »

Hygiène et sécurité

ACMO hygiène et sécurité : Gérard Tréneac (IR CNRS) jusqu'en 2009, puis Laurent Polizzi (TCH)

1 . Bilan des accidents ou incidents de travaux

Au cours de ces 4 dernières années, nous n'avons eu à déplorer qu'un seul accident de travail. Le 13 janvier 2009, Sébastien Zamith (CR CNRS) a été victime d'une chute de vélo lors de son trajet aller au laboratoire suite à un dérapage sur un sol verglacé. Il a souffert d'une lésion (fêlure) au coude qui est en cours de résorption.

2. Identification et analyse des risques au laboratoire

Trois types de risques sont propres à notre laboratoire :

- Risques chimiques liés à la manipulation de solvants ou d'alcalins.
- Risques laser lors du réglage des oscillateurs laser et lors de propagation des faisceaux.
- Risques électriques liés à l'utilisation de hautes tensions.

La signalisation par pictogramme standard de danger, d'avertissement ou de sécurité a été apposée sur toutes les portes d'accès aux salles d'expériences ou de travaux. Une information personnalisée (responsable de la salle, numéro de téléphone professionnel et personnel) est également affichée sur ces portes.

1. RISQUES CHIMIQUES

Tous les remplissages de cellules ou de fours par des alcalins (Lithium) s'effectuent sous atmosphère de gaz inerte dans des boîtes à gants. Le stockage de ces produits est assuré par des conteneurs spéciaux contrôlés régulièrement. Nous avons pris, pour ce qui est des solvants les plus couramment utilisés (alcool dénaturé et acétone), la décision de ne stocker que des quantités minimales pour chaque service ou salle d'expérience. Une armoire ventilée (circulation permanente d'air frais), proche des hottes de manipulation et des expériences, a été fabriquée pour entreposer des produits chimiques de toxicité aiguë (DEA, Azulène et isoquinoline). Un réfrigérateur est entièrement consacré au stockage d'autres produits chimiques.

2. RISQUES LASER

C'est le risque majeur rencontré par 2 équipes du laboratoire qui utilisent des lasers de fortes puissances (classe 4). Il est à noter que les accidents majeurs que nous avons eus à déplorer sont liés à l'utilisation de ces lasers. Nous avons fait un effort tout particulier pour prévenir les risques d'irradiation oculaire des utilisateurs, à la fois par les moyens classiques de protection mais surtout par une sensibilisation et une information de tous les personnels sur les dangers potentiels de ces faisceaux laser. Des vidéos relatives aux dangers de ces lasers ont été diffusées lors d'une réunion informelle et sont visibles sur l'intranet du laboratoire. Chaque salle laser comporte un sas d'entrée où une information (panneau symbolique et une signalisation lumineuse). Des lunettes de protection sont à la disposition de tous les personnels dans ce sas. Tous les oscillateurs amplificateurs laser sont sous capotages opaques et les parcours des faisceaux ont été tubés.

3. RISQUES ELECTRIQUES

La rénovation des circuits de distribution et des équipements électriques de nos locaux aux cours des années précédentes a considérablement réduit les risques. Nous avons poursuivi cette remise aux normes pour aménager d'autres salles d'expériences (Sous-sol 3R1b3) lors de la venue d'une nouvelle équipe (Prof David Guéry-Odelin). Ces salles sont maintenant en fonctionnement. Des protections spécifiques à certaines expériences ont également été réalisées par l'implantation de « coup de poing » de coupure sur des racks haute tension ou des alimentations de laser de puissance. Mr Laurent POLIZZI est toujours titulaire de l'habilitation électrique pour notre unité et nous souhaiterions que d'autres agents du laboratoire suivent cette formation.

3. Structures Hygiène et Sécurité du laboratoire

L'ACMO du laboratoire, Gérard TRENEC a rédigé le « document unique » d'évaluation des risques professionnels (ERP) par équipes et services. Ce document a été transmis aux cellules Hygiène et Sécurité de l'Université Paul Sabatier et du CNRS en octobre 2005.

Gérard TRENEC a souhaité mettre un terme à ses fonctions qu'il occupe depuis maintenant 15 années et le conseil de laboratoire a proposé Laurent POLIZZI pour lui succéder à partir du 01/06/2009.

D'autres parts, nous rappelons qu'un registre d'Hygiène et Sécurité est à la disposition de tous les personnels au secrétariat du laboratoire. Chacun doit y consigner les incidents qui peuvent survenir et faire part de ses remarques concernant la sécurité.

Il a été mis en place un dispositif informatique « AIE » (Application de suivi des accidents et incidents survenus dans les unités du CNRS) qui consiste à communiquer en ligne aux services centraux- cellule HS de la délégation- les accidents et incidents survenus au laboratoire. Cette mission incombe à l'ACMO de l'unité.

4. Formation des personnels

Un document « LE LCAR PRATIQUE » est remis à chaque entrant dans le laboratoire. Il est source d'information diverses à la fois sur le fonctionnement de l'Université et du CNRS ainsi que sur le règlement interne du laboratoire.

Au chapitre « secourisme », Cécile Robilliard et Valérie Blanchet sont toujours secouriste du travail. C'est aussi un point où d'autres vocations seraient souhaitables.

5. Sécurité et protection des lieux de travail

Un système d'accès au bâtiment 3 R1, par carte magnétique et code personnel a été mis en place pour la nuit, les week-ends et les vacances par les services techniques de l'Université. Malgré quelques légers dysfonctionnements, ce système de protection semble donner satisfaction à la plupart des usagers. Une implantation de portes métalliques dans le couloir Sous-sol 3R1b3 est en cours de fabrication afin de protéger de nouvelles salles d'expériences.

Bilan des formations 2005-2009

Correspondant formation : Marie France Rolland

Depuis 2005, les agents du LCAR ont suivi une ou plusieurs formations, pour un total de 80 formations à la date du 30 juin 2009.

Certaines formations ne sont citées qu'une fois par catégorie de personnel mais ont été suivies par plusieurs agents de la même catégorie.

La plupart des formations ont été prises en charge par le bureau de la formation permanente de la Délégation Régionale du CNRS Midi-Pyrénées, Neuf, dont une pour un agent CNRS, ont été prises en tout ou en partie par la formation continue des personnels de l'Université Paul Sabatier, le complément étant pris en charge directement par le laboratoire.

En 2005 : 9 formations ont été suivies par 7 agents. Une des formations l'a été par un personnel de l'Université et pris en charge par le CNRS.

<i>Intitulé de la formation demandée</i>	<i>Nb de jours</i>	<i>Dates</i>	<i>Org.</i>
Doctorant			
Programmer en JAVA	4	9-12/05/2005	CNRS
Chercheurs			
Programmation visuel Basic 6	4	2-5/03/2005	CNRS
Les ressources de ma microscopie à Toulouse appliquée à la visualisation de molécules et leurs interactions	2	23-24/11/2005	CNRS
Sauveteurs Secouriste du Travail recyclage	2 x 0,5	03/10/2005	CNRS
Nouveau Directeur de Laboratoire		session 1 2005	CNRS
Journées des entrants	2	11-12/04/2005	CNRS
ITA/BIATOSS			
CATIA V5 : Conception 3D	5	31/01-04/02/2005	CNRS
End Note initié	1	22/06/2005	CNRS l'Form

En 2006 : 20 formations ont été suivies par 12 agents. Deux formations ont été suivies par un personnel de l'Université et prises en charge par le CNRS. Une formation a été prise en charge pour moitié par l'Université, et pour moitié par le laboratoire. Une formation d'un agent CNRS a été prise en charge par l'Université.

Intitulé de la formation demandée	Nb de jours	Dates	Org.
Chercheurs			
Recyclage Sauveteurs Secouriste du Travail	2 x 0,5	11/04/2006	CNRS
Fibre optique et femtoseconde	1	03/10/2006	CNRS
Formation SPIP	x séances	07/11/2006-08/12/2006	CNRS
ITA/BIATOSS			
Labview 1 : Initiation à Labview, applications à l'acquisition et au traitement de données	5	6-10/11/2006	Univ. automne
Nouveaux entrants	2	18-19/05/2006	CNRS
Introduction à JAVA	4	3-6/07/2006	CNRS
Programmation Labview avancée	4	5-8/12/2006	Univ. automne
Marché Mission-Formation réservation on-line	0,5	22/09/2006	CNRS
XLAB feuille de route	1	10/11/2006	CNRS
XLAB V6	2 x 0,5	13/12/2006	CNRS
Matériaux composites - généralités - procédés de mise en œuvre et conception	5	27/11-01/12/2006	CNRS
Administration de Samba	2	14 et 15/12/2006	UPS/LCAR
CATIA V5 : Les fondamentaux de base	5	29/05-02/06/2006	CNRS
CATIA V5 : Conception de forme surfacique	3	28-30/06/2006	CNRS
CATIA V5 : Expert	2 x 5	11-15/09/2006	CNRS
CATIA V5 : Mise en plan	2 x 2	19-20/10/2006	CNRS
HAL - - utilisation de l'archive ouverte		28/09/2006	CNRS
Marché Mission-Formation réservation on-line	2 x 0,5	22/09/2006	CNRS
Réunion des correspondants formation	1	17/10/2006	CNRS
Préparation à l'habilitation du personnel non électricien basse tension et/ou haute tension	2	18-19/05/2006	UPS

En 2007 : 17 formations ont été suivies par 14 agents. Toutes ces formations ont été prises en charge par le CNRS. 4 formations ont été suivies par deux personnels de l'Université Paul Sabatier.

<i>Intitulé de la formation demandée</i>	<i>Nb de jours</i>	<i>Dates</i>	<i>Org.</i>
Chercheurs			
Recyclage Sauveteurs Secouriste du Travail	2 x 0,5	08/10/07 et 20/03/07	CNRS
Journées nationales optique	3	09-11/10/2007	CNRS
Nouveau Directeur de Laboratoire	3 x 2 séances	Du 21/12/2006 au 23/03/2007	CNRS
Dynamique réactionnelle 10ème Univ. d'été	2 x 5	02-07/09/2007	CNRS
Langage C++	5	15-17, 22-23/10/2007	CNRS
Conduite de projet	3	21-23/03/2007	CNRS
Initiation à MATLAB	3	6-8/03/2007	CNRS
ITA/BIATOSS			
Optique Grenoble 2007	5	02-05/07/2007	CNRS
Sauveteurs Secouriste du Travail	2	23 et 27/04/2007	CNRS
Préparation à la retraite	4	26-29/11/2007	CNRS
Excel : se mettre à niveau sur les bases	1	15/01/07	CNRS
Excel : Calculs avancés, liaisons et simulations	1	25/01/07	CNRS
Excel : Gestion de listes de données et tableaux croisés	1	01/02/07	CNRS
Recyclage Habilitation Electrique	1	14/11/07	SOCOTEC/CNRS
Les évolutions de Labintel	0,5	07/09/07	CNRS
Journée correspondant formation	1	20/11/07	CNRS

En 2008 : 25 formations ont été suivies par 18 agents. Une formation a été totalement prise en charge par l'Université Paul Sabatier, deux autres ont été prises en charge pour moitié par l'Université, et pour moitié par le laboratoire. Trois formations pour des agents de l'Université ont été prises entièrement en charge par le CNRS.

Intitulé de la formation demandée	Nb de jours	Dates	Org.
Doctorants			
Français Langue étrangère	10 séances	du 03/03 au 09/06/2008	CNRS
Labview basic 1 et basic 2	4	13-16/05/2008	CNRS
Ecole FEMTO 2008 Optique et Phénomènes Ultra-Rapides	4	30/09-3/10/09	CNRS
Chercheurs			
Recyclage Sauveteur Secouriste du Travail	2 x 0,5	10 et 11/03/08	CNRS
Ecole FEMTO 2008 Optique et Phénomènes Ultra-Rapides	2 x 4	30/09-3/10/09	CNRS
Ecole du GDR ARCHES	2 x 5	08/06 -16/06/2008	CNRS
Les outils du Génie chimique	5	12-17/10/2008	CNRS
Partenariat et valorisation	4	31/03-20/04/2008	CNRS
Projets 7 PCRD : information	1	12/11/2008	CNRS
Projets 7 PCRD : montage d'une proposition compétitive	1	13/11/2008	CNRS
BAP H SPV Module contrat	1	20/11/2008	CNRS
Piloter au quotidien	7	16/12/08-08-09/02/09-05-06/02/09-19-20/03/09	CNRS
La sécurité du patrimoine scientifique	0,5	23/05/2008	CNRS
ITA/BIATOSS			
"Modélisation des systèmes dynamiques" et "Intégration de code dans Simulink"	3	19-21/03/2008	CNRS/ Mathworks
Gestion du temps	2	15-16/05/2008	UPS/JCM Solutions
Ecole FEMTO 2008 Optique et Phénomènes Ultra-Rapides	4	30/09-3/10/09	UPS/LCAR
Dimensionnement des structures	5 + 2	16-20/06/2008	CNRS

mécaniques et modélisation numérique		et 11-12/09/2009	Grenoble
Formation C++	5	13-14-17-18-19/11/08	CNRS
Recyclage Sauveteur Secouriste du Travail	1/2	10/03/08	CNRS
WEB 2008 Kit SPIP Contributeur	2	19-20/05/2008	CNRS
Vista initiation et Maintenance, dépannage	3+3	31/03/08-02/04/08 8-10/04/08	UPS/LCAR
1ère journée utilisateurs CATIA du réseau LRMP	1	24/06/08	CNRS
Réunion d'information Labintel	1/2	11/07/2008	CNRS
Rencontre des correspondants formation	1	16/10/2008	CNRS
1ère journée utilisateurs CATIA du réseau LRMP	1	24/06/2008	CNRS

En 2009 : Pour les 6 premiers mois : 9 formations ont été suivies par 8 agents. Une formation a été totalement prise en charge par l'Université Paul Sabatier.

<i>Intitulé de la formation demandée</i>	<i>Nb de jours</i>	<i>Dates</i>	<i>Org.</i>
Chercheurs			
Sauveteur secourisme du travail	2 x 1/2	02/02/2009 et 03/2009	CNRS
ITA/BIATOSS			
Réseau Optique et Photonique	4	23-26/06/2009	CNRS
Sauveteur secourisme du travail	0,5	03/02/2009	CNRS
SIFAC	2 x 4,5	27/02-3-5/03	UPS
Formation Web	7	29-30/04/09 15/05/09 2-5/06/09	CNRS I'FORM
Préparation aux épreuves "Prime de Fonction Informatique"	3	23/06-15-16/09/09	CNRS
LINUX Administration de serveurs (ML 102)	5	24-27/11/09	CNRS I'FORM
ACMO	6	11-13/05-26-28/05/09	CNRS
GRAAL	2	11-12/05/2009	UPS

Les doctorants accueillis dans le laboratoire

1991

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
RAKOTOARISOA Louis	P. Labastie	Septembre 1991	12 décembre 1995	MENRT	Non renseigné

1992

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
DURAND Agnès	J. Vigué	Octobre 92	13 décembre 1995	MENRT - Moniteur	MCF à l'Univ. du Littoral à Dunkerque - 1996
CABROL Olivier	B. Girard	Novembre 92	13 décembre 1996*		Ingénieur Entreprise

1993

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
BLANCHET Valérie	B. Girard	Septembre 93	11 octobre 1996	MENRT	Post-Doc (A. Stolor, NRS, Ottawa Canada) CR CNRS LCAR (01/10/1998)
PONCHARAL Philippe	P. Labastie	Septembre 93	26 septembre 1996	MENRT - Moniteur	Service National 1996-1997 Post-Doc (W de Heer, Atlanta, Georgia, USA) 1997-1999) MCF à Montpellier – 1999 Pr à Lyon -2007
MOUHAMMAD Souheil	C. Benazeth	Novembre 93	4 juin 1997		Post-Doc (J.W. Rabalais, Univ. De Houston, Texas, USA)

1994

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
CALVO Florent	P. Labastie	Avril 94	11 juin 1998*	AMN	CR CNRS (en 2000) au LPQ Univ. P. Sabatier- 2007 : CR au LASIM (Lyon)
BAZALGETTE Grégory	J. Vigué	Septembre 94	15 décembre 1997	MENRT 94-97	Post-Doc (S. Stolte, Vrije Universiteit, Amsterdam, Pays-Bas) 1998 -2000

				ATER 97-98	puis Ingénieur à TPD, Delft, Pays-Bas
--	--	--	--	------------	---------------------------------------

*Ces thèses ont duré 4 années mais le doctorant a dû effectuer son Service National en cours de thèse.

1995

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
BOISSEAU Christophe	J. Vigué	Septembre 95	1 ^{er} février 1999	MENRT ATER 98-99	Post-Doc (R. Côté, Univ. of Connecticut, USA) depuis 03/00 Post-Doc à l'OGG/INFM-ILL à Grenoble Ingénieur Industrie à Steam France
NICOLE Céline	A. Bouchène	Novembre 95	22 décembre 1998	MENRT	Post-Doc (M. Vrakking, AMOLF, Amsterdam) 1999-2000 Ingénieur Philips, Pays Bas

1996

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
CHAMPENOIS Caroline	J. Vigué	Septembre 96	17 décembre 1999	AMN ATER 99-2000	ATER PIIM Marseille CR PIIM Marseille en 2001
ABIDI Saïd	C. Benazeth	Novembre 96v	22 juin 2000	Bourse Marocaine	
PRE Thierry	A. Beswick	Octobre 96	Thèse non soutenue	MENRT	Professeur Agrégé Classes Préparatoires - 1999

1997

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
FERNANDEZ-ALBERTI Sebastian	A. Beswick	Février 97	4 juin 1999	Bourse Argentine	MCF Univ. de Quilmes, Argentine - 1999
RABILLOUD Franck	P. Labastie	Septembre 97	27 octobre 2000	MENRT	Post-Doc à Valladolid (01/2001-08/2001) puis MCF, Univ. Claude Bernard à Lyon (Sept.2001)

1998

NOM	Directeur	Date	Date de	Financement	Après la thèse
-----	-----------	------	---------	-------------	----------------

	de thèse	d'arrivée	soutenance		
ZAMITH Sébastien	B. Girard	Septembre 98	6 décembre 2001	MENRT	Post-Doc (M. Vrakking, AMOLF, Amsterdam) CR CNRS LCAR (01/10/2004)

1999

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
GINDENSPERGER Etienne	A. Beswick/C. Meier	Septembre 99	29/05/2003	MENRT	Post-Doc bourse von Humboldt chez L. Cederbaum, Heidelberg, Allemagne CR CNRS à l'UMR7177 Institut de Chimie de Strasbourg (01/10/2007)
DELHUILLE Rémi	C. Rizzo/M. Büchner	Septembre. 99	16/12/2002	MENRT-Moniteur	Post-Doc Groupe de T.W.HÄNSCH à Munich (Allemagne) En recherche d'emploi
DEGERT Jérôme	B. Girard	Septembre 99	02/12/2002	MENRT	Post-Doc au MPI à Garching (Allemagne) mars - août 2003 MCF, Université de Bordeaux UMR5798 Centre de physique moléculaire optique et hertzienne (CPMOH) (01/09/2005)

2000

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
RENTENIER Arnaud	P. Moretto Capelle	Septembre. 00	23/04/2004	MENRT	CDD en Entreprise
LEVEQUE Gaëtan	J. Weiner/ Ch. Girard (CEMES)	Septembre. 00	19/12/2003	MENRT	Post-doc à l'Ecole Polytechnique de Lausanne (Suisse)

2001

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
DUPAYS Arnaud	A. Beswick/ C. Rizzo	Septembre 01	18/06/2004	MENRT	ATER à l'UPS Post-doc bourse von Humboldt chez Prof. W. Domcke, TUM Munich MCF, LCAR, Université Toulouse III, UPS (01/09/2007)

MIFFRE Alain	J. Vigué	Septembre 01	23/06/2005	MENRT	ATER PIIM Marseille MCF, Université de Lyon 1, UMR5579 Spectrométrie ionique et moléculaire (01/09/2006)
NIEUWJAER Nicolas	M. Richard- Viard	Septembre 01	05/07/2005	MENRT	Post-Doc (Prof. P. Bertrand, Louvain La neuve) MCF Université Paris 13 UMR7538 Laboratoire de physique des lasers (01/09/2007)

2002

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
MONMAYRANT Antoine	B. Chatel	Septembre 02	27/06/2005	AMX	Post-doc (Prof. Ian Walmsley à l'Université d'Oxford) CR CNRS UPR8001 Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes (LAAS) (01/10/2007)
DELAGNES Jean- Christophe	A. Bouchène	Septembre 2002	Décembre 2005	MENRT	ATER à l'UPS MCF Université de Bordeaux 1 UMR5798 Centre de physique moléculaire optique et hertzienne (CPMOH) (01/09/2007)
GAY Guillaume	J. Weiner	Septembre 2002	23/06/2006	MENRT	Post-doctorant, puis vacataire à l'UMR5088 Biologie cellulaire et moléculaire du contrôle de la prolifération., UPS

2003

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
ALLOSCHERY Olivier	J. Weiner	Septembre 2003	08/06/2007	MENRT	Professeur agrégé Rouen (01/09/2007)
JACQUEY Marion	J. Vigué	Septembre 2003	04/12/2006	MENRT	Post-doctorante au LEMS, département de Physique, Univ. De Florence (Italie) MCF Paris XI (Orsay)

2004

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
-----	--------------------	----------------	--------------------	-------------	----------------

CHIROT Fabien	J.-M. L'Hermite	Septembre 2004	21/09/2007	MENRT/Moniteur	Faculté de Physique, Univ. de Fribourg MCF Université de Lyon
---------------	--------------------	-------------------	------------	----------------	---

2005

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
HASHMI Faheel Ather	A. Bouchene	Septembre 2005	3 février 2009	Ministère des Affaires étrangères	Pr. Université de Lahore, Pakistan
MONTURET Serge	N. Lorente/ C. Meier	Septembre 2005	9 juillet 2008	MENRT/Moniteur	Post-doctorant, Berlin
PINTO DA SOUZA Benoît	C. Rizzo	Septembre 2005		MENRT/Moniteur	

2006

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
ESCURE Christelle	B. Lepetit	Septembre 2006		MENRT/Moniteur	
DOLFO Gilles	J. Vigué	Novembre 2006		Professeur agrégé au Lycée de Revel	

2007

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
LEPOUTRE Steven	J. Vigué	Septembre 2007		BDI CNRS- Région/ Moniteur	
SIMON Claire- Marie	B.Chatel/P. Renucci(LPCNO)	Septembre 2007		CNRS/DGA	
SUSPEREGUI Nicolas	D. Lemoine	Septembre 2007		MENRT	
WEBER Sébastien	B. Chatel	Septembre 2007		AMX/Moniteur	

VELLILA Luis	A. Beswick/ M. Paniaga	Septembre 2007		Université autonome de Madrid	
--------------	---------------------------	-------------------	--	-------------------------------------	--

2008

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
THIRÉ Nicolas	V. Dean-Blanchet	Septembre 2008		MENRT	
UNN-TOC Wesley	N. Halberstadt	Septembre 2008		MENRT	
FRANKLIN-MERCAREJO Ricardo	N. Halberstadt/J. Rubayo Soneira	Février 2008		Université de la Havane, Cuba	

2009

NOM	Directeur de thèse	Date d'arrivée	Date de soutenance	Financement	Après la thèse
URANGA PINA Llinersy	B. Meier/ J. Rubayo Soneira	Janvier 2009		ANR/université de la Havane, Cuba	
FABRE Charlotte	D. Guéry-Odelin	Octobre 2009		CNRS/Région Midi-Pyrénées	
VERMERSCH François	D. Guéry-Odelin	Septembre 2009		AMN	
ARUNANGSHU Debnath	C. Meier	Octobre 2009		Pr. européen FASTQUAST	
TAJALLI Ayhan	B. Chatel	Octobre 2009		Pr. Européen FASTQUAST	

Devenir des doctorants

Thèses soutenues entre 1995 - 2008

	LCAR	Extérieur
Chercheur CNRS	2	4
Maître de conférences-Professeur	1	9
Ingénieur industrie		4
Enseignant Classe Préparatoire		2
Retour à l'étranger		3
Autre		6

Post-doctorants accueillis en 2002-2009

NOM	Date d'arrivée	Date de départ	Financement	Provenance
VIARIS DE LESEGNO Bruno	01/09/2002	31/08/2004	Projet Européen NANOCOLD	Paris 13, Villetaneuse
TURRI Giorgio	15/11/2002	31/01/2004	Projet Européen COCOMO	Italie
ZAHARIEV Peter	01/03/2003	31/01/2004	Projet Européen COCOMO	Bulgarie
RADESCU Silvana	01/03/2003	31/08/2003	ACI Jeune Chercheur	Tenerife, Espagne
O'DWYER Colm	01/09/2003	30/11/2004	Projet Européen FASTNET	Irlande
RURALI Riccardo	01/01/2004	31/12/2005	Bourse Nanotec Generalitat de Catalunya	Barcelone, Espagne
BALOCCHI Andréas	01/03/2004	28/02/2005	Projet Européen FASTNET	Italie
RAFFAEL Kevin	01/10/2005	30/09/2006	CNRS	Angleterre
ARBOUET Arnaud	10/2004	08/2005		France
BIGOURD Damien	10/2006	08/2007		France
HAMARD Jean-Benoît	01/2007	12/2007		France
FEIDEN Pierre	10/2007	10/2008	Post doc CNRS	France
CIREASA Raluca	10/2007	-	Bourse Marie Curie	Roumanie
JELASSI Haikel	02/2008	07/2009	Post doc CNRS	Tunisie
GATTOBIGIO Gianluca	01/10/2008	-	Post doc CNRS/ANR	Italie
BARTHELEMY Marie	01/11/2008	31/08/2009	ATER	France
FALVO Cyril	15/10/2009	-	Post doc ANR	France

Budget 2005

Organisme Financier	Soutien de base € HT	Actions spécifiques € HT		
		Fonct./Equip	Salaires	
CNRS SPM	100 000			
Action spécifique J. Vigué ¹		25 000		
CPER B. Girard ²		35 000		
FSE A. Arbouet ³		1 800		
IN2P3 C. Rizzo ⁴		7 000		
DRI : Accueil de D. Bakalov ⁵		2 000		
Réseau Tech. Femtoseconde B. Chatel		1 000		
MENRT	67 517			
Dotation recherche 2005				
MJENR – ACI : NANO Coop. Européenne J. Vigué PPF B. Girard ⁶		1 003 2 926		
UPS				
BQR C. Rizzo ⁷		10 033		
BQR accompagnement IRSAMC C. Rizzo		3 344		
APC D. Lemoine, USA		669		
Contrat				
BNM/LNE J. Vigué Développement Laser		8 278		
Amplitude Technologie B. Chatel ⁸		10 600		
CPER B. Girard ⁹		239 500		
CE				
FASTNET		27 580	6 344	
Académie des Sciences				
Prix Simone et Cino Del Duca		83 612	64 000	
Total	167 517	459 345	70 344	697 206

Deux demandes d'ANR ont été acceptées. Les crédits seront mis en place en 2006.

¹ Equipement : Mesures de précision en interférométrie atomique

² Equipement CPER : Projet MPTA-5 Spectroscopies Optiques Ultimes avec le Laboratoire de Physique des Solides de Toulouse (LPST) et le Laboratoire de Physique de la Matière Condensée de l'INSA

³ Convention FSE accueil de doctorant A. Arbouet

⁴ Participation de l'IN2P3 au projet Mesure de la Biréfringence du vide, C. Rizzo

⁵ Convention CNRS/Académie des Sciences de Bulgarie

⁶ PPF « Contrôle cohérent et calcul quantique » responsable B. Girard

⁷ BQR AO1 : Mesure de la Biréfringence Magnétique du Vide, C. Rizzo

⁸ Projet : Mise au point d'un amplificateur paramétrique optique non colinéaire et mélange non-linéaire permettant une sortie UV femtoseconde.

⁹ CPER « Spectroscopies optiques ultimes »

Budget 2006

Organisme financeur	Soutien base € HT	Actions spécifiques € HT		Totaux	TTC	
		Fonct./Equ ip.	Salaires			
CNRS						
CNRS MPPU	103 000					
IN2P3 BMV C. Rizzo		10 000				
Action spécifique Equipe Théorie		10 000				
Action spécifique Equipement Atome froids		40 000				
BQR Laboratoire B. Chatel		5 000				
CPER/LPST		11 533				
Divers transfert		2 426				
	103 000	78 959		181 959		
MENRT						
Dotation recherche 2006	67 517				80 750	
	67 517			67 517		
UPS						
CH3BR IRSAMC		45 987			55 000	
Formation permanente		953			1 140	
PPF B. Girard		8 884			10 625	
		55 824		55 824		
Contrat						
Conseil Interrégional J. Vigué		33 445			40000 TTC	
ANR 2005 J. Vigué		52 879			189731/3	hors salaires & FG
ANR 2005 J.M. L'hermite		33 445			120002/3	
Amplitude (solde)		2 395				
ANR 2006 B. Girard		120 594			432692/3	hors salaires & FG
ANR 2006 C. Rizzo		24 119			86538/3	hors salaires & FG
		266 877		266 877		
CE						
Contrat CE FASTNET		18 044	8 252			
		18 044	8 252	26 296		
	170 517	97 003	8 252	208 255		

Budget 2007

Organisme financeur	Soutien de base € HT	Actions spécifiques € HT		Totaux	TTC	
		Fonct./Equip.	Salaires			
CNRS						
CNRS MPPU	103 000				123188	
SCSI Espagne B. Lepetit		1 800				
Coopération avec la Bulgarie C. Rizzo		2 000				
AS Serveur de calcul		21 000				
Astroparticule C. Rizzo		46 000				
Réseau Femto A. Arbouet		5 000				
Mission LULLI		5 500				
	103 000	81 300		184 300		
MENRT						
Dotation recherche 2007	62 506				82 004,00	89 250 -7246 (2008)
	62 506			62 506		
IUF B. Girard		12 747			15 245,00	
IUF N. Lorente		12 747			15 245,00	
		25 494		25 494		
UPS						
BQR pour Eq Femto		7 411			8 863,00	
RI S. Fernandez-Alberti		836			1 000,00	
ATUPS Europe V.Blanchet et B. Girard		1 003			1 200,00	
		9 250		9 250		
Contrat						
Conseil Interrégional J. Vigué		33 445			40000	
ANR 2005 J. Vigué		52 879			189731/3	hors salaires & FG
ANR 2005 J.M. L'hermite		33 445			120002/3	
ANR 2006 B. Girard		120 594			432692/3	
ANR 2006 C. Rizzo		24 119			86538/3	
		264 482		264 482		
CE						
Contrat CE FASTNET		18 044	8 252			
Bourse Marie Curie R. Cireasa		672	17 889		6454/24*2,5	171 730/24*12
		18 716	26 141	44 857		
Autres						
C'nano CEMES pour Eq Femto		6 267			7 495,00	
LNCPCNO Microscope atomique		8 361			10 000,00	
		14 628		14 628		
	165 506	413 870	26 141	605 517		

Budget 2008

Organisme financeur	Soutien de base € HT	Actions spécifiques € HT		Totaux			
		Fonct./E quip.	Salaires				
CNRS							
CNRS MPPU	87 000						
PIR Particules et Univers BMV C. Rizzo		20 000					
Action spécifique D. Guéry-Odelin		80 000					
LuLLI BMV		5 000					
	87 000	105 000		192 000			
MENRT					TTC		
Dotation recherche 2008	74 624				89 250		
Complément budget 2007	6 059				7 246		
	80 682			80 682			
					TTC		
IUF B. Girard		12 747		12 747	15 245		
UPS							
Vir. Président UPS pour travaux D. Guéry-Odelin		40 134			48 000		
BQR nouveau professeur D. Guéry-Odelin		8 361			10 000		
Coopération avec USA N. Halbertadt		794			950		
APC B. Chatel		446			534		
PPF Molécules&grains V. Blanchet		4 599			5 500		
PPF Lugso B. Girard		5 853			7 000		
ATUPS Rubayo Soneira Cuba		514			615		
		60 702		60 702			
Contrat							
ANR 2005 J. Vigué		52 880	37 469		189 731/3 hors salaires	54 500/16*11	salaire
ANR 2005 J.M. L'hermite		33 445			120 002/3		
ANR 2006 B. Girard		120 594			432 692/3		
ANR 2006 C. Rizzo		24 119			86 538/3		
ANR 2007 C. Meier		16 821			40 237/2	70 340	salaire
ONERA B. Chatel		12 541			15 000		
		260 399	37 469	297 868			
CE							
Bourse Marie Curie R. Ciréasa		3 227	85 865		6454/24*12	171 730/24*12	salaire
PCRD7 FASTQUAST B. Chatel		8 767	29 955		125817/48*4	359456/48*4	
		11 994	115 820	127 813			
Autres							
Ambassade de France Cuba, R.Franklin-Mergarejo		5 000			5 000		
		5 000		5 000			
	167 682	455 841	153 289	776 811			

Budget 2009

IUF B. Girard		12 747		12 747	15 245		
UPS							
BQR nouveau professeur D. Guéry-Odelin		8 361			10 000		
PPF Molécules&grains V. Blanchet		4 599			5 500		
PPF Lugso B. Girard		5 853			7 000		
		18 813		18 813			
Contrat							
ANR 2005 J. Vigué			16 490		189 731/3 hors salaires	54 500/16*5	salaires
ANR 2006 B. Girard		120 594			432 692/3		
ANR 2006 C. Rizzo		24 119			86 538/3		
ANR 2007 C. Meier		16 821	35 170		40 237/2	70 340	salaires
ANR 2008 N. Halberstadt		7 107	23 370		34000/4	93480/4	salaires
ANR 2008 D. Lemoine		4 604	23 370		16520/3	93480/3	
		173 244	51 660	224 904			
CE							
Bourse Marie Curie R. Ciréasa		2 554	67 976		6454/24*9,5	171 730/24*9,5	salaires
PCRD7 FASTQUAST B. Chatel		26 299	89 864		125817/4	359456/4	
		28 853	157 840	186 693			
Autres							
Ambassade de France Cuba, R.Franklin-Mergarejo		4 000			4 000		
		4 000		4 000			
	166 624	285 657	209 500	661 781			

FORMULAIRES