



# LCAR - Laboratoire collisions agrégats réactivité

## Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LCAR - Laboratoire collisions agrégats réactivité. 2010, Université Toulouse 3 - Paul Sabatier - UPS. hceres-02033838

**HAL Id: hceres-02033838**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02033838>**

Submitted on 20 Feb 2019

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

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



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur  
l'unité :

Laboratoire Collisions Agrégats Réactivité (LCAR)

- UMR 5589

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Université Paul Sabatier – Toulouse 3

CNRS

Mai 2010



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

Section des Unités de recherche

## Rapport de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire Collisions Agrégats Réactivité (LCAR)

- UMR 5589

## Sous tutelle des établissements et organismes

Université Paul Sabatier – Toulouse 3

CNRS

Le Président  
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités  
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Mai 2010



# Unité

Nom de l'unité : Laboratoire Collisions Agrégats Réactivité

Label demandé : UMR

N° si renouvellement : 5589

Nom du directeur : M. Jacques VIGUE

## Membres du comité d'experts

### Président :

Mme Elisabeth GIACOBINO, Université Paris 6

### Experts :

M. Hellmut HABERLAND, Université de Freiburg, Allemagne

M. Bruno MANIL, Université Paris Nord

M. Stéphane SEBBAN, CNRS-ENSTA Palaiseau

M. Victor SIDIS, Université Paris 11

M. Jook WALRAVEN, Université d'Amsterdam, Hollande

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

Mme Valentina EMILIANI, CoNRS

Mme Saïda GUELLATI-KHELIFA, CNU

## Représentants présents lors de la visite

### Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Philippe RONCIN

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

M. Christian CHARDONNET, DAS INP, CNRS

M. Jean-Pierre LAUNAY, Université Paul Sabatier

Mme Carine DESAULTY, Adjointe de la Déléguée Régionale du CNRS en Midi-Pyrénées



# Rapport

## 1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite du Laboratoire Collisions Agrégats Réactivité (LCAR) s'est déroulée sur deux jours, les 23 et 24 novembre 2009, avec des présentations scientifiques des recherches et des projets des équipes, des visites des équipes du laboratoire et des rencontres avec les représentants des tutelles, le conseil de laboratoire, des représentants des ITA/IATOS et les doctorants. L'ensemble des rencontres et des visites a été très bien organisé et s'est déroulé dans une excellente atmosphère de travail.

- Historique et localisation géographique de l'unité et description synthétique de son domaine et de ses activités :

Situé à Toulouse, sur le campus de l'Université Paul Sabatier (UPS, Toulouse 3), le Laboratoire Collisions, Agrégats, Réactivité (LCAR) est une Unité Mixte de Recherche CNRS-UPS. L'effectif global du laboratoire, qui a crû rapidement dans les années 90 en passant de 17 personnes en décembre 1991 à 48 personnes en décembre 2001, s'est stabilisé autour de 50 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.

Le LCAR est un laboratoire de physique fondamentale relevant de la section 04 du CNRS et de la section 30 du CNU pour la très grande majorité des enseignants-chercheurs. Il est organisé en 7 équipes, 6 équipes de recherche expérimentale et 1 équipe de théoriciens, dont les activités s'exercent en physique atomique et moléculaire, optique et lasers et optique atomique, en particulier pour les mesures de précision. Les sujets des équipes de recherche sont les suivants :

- Structure, dynamique et thermodynamique des agrégats.
- Interférométrie atomique.
- Spectroscopie moléculaire ultra rapide et contrôle cohérent.
- Interaction ions matière.
- Atomes froids.
- Optique pour les tests fondamentaux.
- Théorie des processus dynamiques dans les systèmes moléculaires.

- Equipe de Direction :

L'équipe de direction est constituée d'un directeur et d'un directeur adjoint, qui coordonnent avec efficacité l'ensemble des recherches menées dans l'unité, et ont montré leur capacité à adapter l'organisation du laboratoire en fonction des évolutions thématiques ou structurelles des différents groupes. La gestion du support technique aux équipes est particulièrement souple et adaptée aux besoins scientifiques, tout en stimulant la motivation des équipes techniques, dont le comité a pu apprécier la qualité.



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

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	13	12
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	14	14
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	23	-
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	13	13
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	-	-
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 et 2.9 du dossier de l'unité)	24	14 (en cours)
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	14	13

## 2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global :

Le LCAR est un laboratoire qui a une excellente position au plan national et international. Les recherches orientées vers la physique atomique, l'optique et la physico-chimie fondamentale, visent à dépasser les limites de l'état de l'art et à ouvrir de nouveaux horizons par des approches originales. Des avancées scientifiques importantes ont été obtenues au cours de la période considérée. Sur ces bases, le LCAR a développé des sujets de recherche variés dans leur finalité, de la physique des atomes froids à la compréhension de la phase physique de petits systèmes de la radio-sensibilisation et à la biréfringence magnétique du vide. Cette diversité s'appuie sur une culture commune du laboratoire, celle de l'optique et l'interférométrie dans toutes ses applications, de la physique atomique et aussi la physique des systèmes complexes, et autour de moyens d'investigation partagés tels que les lasers, la manipulation de particules chargées et la modélisation théorique. Des chercheurs et des enseignants-chercheurs de très grande qualité se sont installés à Toulouse venant d'autres centres en France ou à l'étranger, ou ont été recrutés sur place, ce qui donne une grande ouverture aux équipes.

- Points forts et opportunités :

Les sujets de recherche sont d'une grande qualité avec souvent une prise de risque importante, liée à leur originalité. Parmi les points forts et faits marquants sur le plan expérimental, on peut noter des résultats nouveaux : la section efficace de « collage » d'atomes et de molécules un par un sur des agrégats ; la réalisation de mesures originales d'interférométrie atomique permettant de mesurer de nouvelles grandeurs, comme l'indice d'un gaz pour des ondes de matière ; la mesure d'états quantiques par contrôle cohérent ultra-rapide, la factorisation de grands nombres basée sur des déphasages optiques, la photoionisation contrôlée de molécules comme l'azulène ; l'utilisation des interactions ions-matière à l'échelle moléculaire pour la biologie ou la médecine ; la mise en œuvre d'un laser à atomes ultra-froids guidés ; l'étude de la biréfringence magnétique du vide et la réfutation de la photogénération de particules massives, les axions.



Sur le plan théorique, le laboratoire détient un savoir faire étendu et diversifié qui lui permet d'aborder de nombreux sujets comme en témoigne la grande quantité de résultats nouveaux obtenus parmi lesquels on relève : les interférences transitoires d'ondes de matière (mesurables et effectivement mesurées) dans un potentiel anharmonique, la dynamique quantique d'atomes et de molécules en interaction avec des surfaces, l'effet quantique du couplage vide-champ magnétique sur la vitesse de rotation d'étoiles à neutrons et la dynamique de molécules et agrégats immergés dans des gouttes d'hélium. Ces recherches ont donné lieu à un ensemble de très bonnes publications.

Depuis sa création le laboratoire poursuit une politique volontariste de recrutement externe qui se traduit par une grande qualité de ses recrutements mais aussi par des départs.

Le comité a noté l'implication des excellentes équipes techniques, très bien organisées, qui procurent un véritable soutien aux diverses expériences, souvent très complexes.

- **Points à améliorer et risques :**

Les équipes expérimentales sont de petite taille, souvent avec un ou deux chercheurs ou enseignants-chercheurs permanents. Les expériences difficiles évoquées ci-dessus pourraient progresser plus rapidement avec plus de doctorants ou de post-docs.

- **Recommandations au directeur de l'unité :**

D'une manière générale, le comité a noté l'excellente direction du laboratoire qui, en s'appuyant sur le Conseil de laboratoire et sur des réunions informelles fréquentes avec les équipes, a montré son efficacité à gérer les évolutions du laboratoire et a réussi à réorienter certains groupes vers les thématiques les plus appropriées. Cette politique doit être poursuivie et renforcée, pour éviter une fragmentation excessive des sujets de recherche. La réflexion sur l'organisation et l'orientation de l'équipe E6, qui devient sous-critique a été engagée et doit être poursuivie. D'une manière générale, le comité recommande d'augmenter les recrutements de doctorants et post-doctorants, tout en reconnaissant la difficulté de ces opérations.

La gestion du support technique aux équipes est particulièrement souple et adaptée aux besoins scientifiques, avec une grande motivation des équipes techniques, dont le comité a pu apprécier la qualité. Les départs à la retraite prévus devront être compensés par des recrutements de qualité. Par ailleurs, les treize chargés de recherche dans l'unité, qui représentent une force de recherche importante, doivent bénéficier d'un suivi de carrière particulier pour leur assurer des promotions à terme pas trop éloigné.

Compte tenu des perspectives du plan Campus pour l'Université Paul Sabatier, il est recommandé à l'équipe de direction et à ses représentants d'établir un descriptif détaillé des propositions pour assurer une prise en compte des besoins du LCAR en termes de rénovation des locaux existants et de construction de nouveaux locaux. Une meilleure implication dans les instances de l'UPS est recommandée.



- Données de production pour le bilan :

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

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2	26
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5	1
A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$	96%
Nombre d'HDR soutenues	3
Nombre de thèses soutenues	10
Autre donnée pertinente pour le domaine (à préciser...)	

### 3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Les recherches sont pour la majorité d'entre elles originales, importantes et compétitives au meilleur niveau international. Des thématiques devenues moins pertinentes ont été arrêtées et les reconversions qui s'en sont suivies ont réussi.

- Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :

Le taux de publications est excellent, avec 199 publications, sur la période dont 1 dans Science, 1 dans Nature, 3 dans Nature Physics, 26 dans Physical Review Letters, 7 dans Europhysics Letters, 3 dans Chemical Physics Letters. Néanmoins, même si leur niveau de production reste correct, certains groupes ne publient pas suffisamment, malgré des résultats très intéressants susceptibles d'avoir un très bon impact.

- Qualité et pérennité des relations contractuelles :

Les relations avec les tutelles sont bonnes, les besoins du LCAR sont bien pris en compte dans les attributions de moyens récurrents ou spécifiques. Le dialogue doit être renforcé avec l'Université Paul Sabatier pour que les projets du LCAR et de l'IRSAMC au niveau de la rénovation des locaux dans le plan campus soient pris en compte plus efficacement. Concernant la physique à Toulouse, une mutualisation de moyens intéressante se fait au niveau de la fédération de l'IRSAMC.





- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**
  - Nombre et renommée des prix et distinctions octroyés aux membres de l'unité, y compris les invitations à des manifestations internationales :

Le LCAR a reçu 4 prix et distinctions, et 78 conférences invitées ont été présentées dans des congrès internationaux. De plus, 63 autres communications ont été présentées, notamment sous forme d'affiches.

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers :**

Le recrutement a été dynamique et de très grande qualité. Plusieurs chercheurs (3CR et 1DR) et enseignants-chercheurs (2MCF, 1Pr) sont arrivés au LCAR par recrutement ou mutation, tandis que 2 DR, 2 Pr et 1 MCF ont quitté le laboratoire.

S'agissant des doctorants et post-doctorants, la difficulté du recrutement au niveau toulousain a déjà été évoquée. Cependant, un effort a été fait sur les dernières années, avec 10 thèses soutenues sur la période, 16 thèses en cours et 12 post-doctorants accueillis sur la période ; cet effort doit être poursuivi.

Plusieurs professeurs et chercheurs invités étrangers ont bénéficié de soutiens spécifiques de l'UPS ou du CNRS.

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité :**

Le LCAR a su s'impliquer très tôt dans les appels à projets de l'ANR, et il bénéficie actuellement de 7 contrats. Le LCAR a également deux contrats avec la Région, et 3 contrats européens, ce qui montre là aussi son très grand dynamisme.

- **Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des laboratoires étrangers :**

Chaque groupe a de nombreuses collaborations, financées ou non sur des programmes avec des groupes au niveau national ou international. Plusieurs contrats européens sont en cours. En termes de collaboration avec l'étranger, on note 24 visiteurs étrangers sur la période, en particulier dans le groupe théorie, ce qui confirme la grande visibilité du LCAR.

- **Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles :**

Les recherches fondamentales effectuées par le LCAR ne visent pas directement la valorisation. On notera cependant le dépôt d'un brevet et d'étroites collaborations avec les sociétés Fastlite et Amplitude Technologies qui doivent permettre à terme le développement de sources accordables et de façonneur d'impulsion dans les domaines visible et UV. L'implication forte de l'équipe ions-matière, qui a noué un partenariat avec des équipes médicales relevant du Cancerpole toulousain, doit être soulignée, car elle constitue un excellent exemple de valorisation de méthodes physiques pour des applications médicales particulièrement pertinentes dans la Région.

Des activités de diffusion de la culture scientifique en Région ont été initiées par le LCAR, avec l'organisation d'expositions scientifiques et de visites de laboratoires pour le grand public, et des présentations en milieu scolaire.

- **Pertinence de l'organisation de l'unité, qualité de la gouvernance et de la communication interne et externe :**

Comme il a déjà été mentionné, le comité a remarqué l'excellente organisation du LCAR et la grande qualité de sa gouvernance, avec un suivi détaillé des problèmes. Le comité a noté la satisfaction du conseil de laboratoire sur le fonctionnement et l'attribution des moyens et l'organisation de réunion fréquentes des responsables d'équipes pour faire le point sur l'avancée des projets.



L'organisation du soutien aux expériences est excellente, avec la mutualisation des compétences et des équipements, avec la possibilité d'affectation d'ingénieur ou de technicien sur une expérience pour une période limitée, en cas de besoin, l'ensemble étant appuyé par une qualité et une motivation remarquable de l'équipe technique et administrative.

De nombreuses formations permanentes ont été organisées.

- Pertinence des initiatives visant à l'animation scientifique, à l'émergence, et à la prise de risques :

L'animation scientifique a déjà été évoquée plus haut avec de nombreuses réunions informelles et des prises de décisions partagées. L'émergence des jeunes chercheurs et leur autonomie est visiblement encouragée. L'animation scientifique est bonne avec l'organisation de séminaires communs avec l'IRSAMC, notamment pour les jeunes.

Les doctorants et post-doctorants rencontrés par le comité sont satisfaits de l'encadrement et du suivi qui leur est proposé, avec notamment l'appui aux candidatures à des postes d'ATER et de post-doctorants pour les doctorants.

Les projets ambitieux et le développement de nouvelles idées de recherche nécessiteront une rénovation et une extension des locaux qui devront être négociées avec l'UPS dans le cadre du plan Campus. De la même manière, la dynamique scientifique ne pourra s'amplifier qu'avec un soutien technique et administratif de qualité, ce qui met l'accent sur le remplacement des départs en retraite prévus sur les prochaines années.

- Implication des membres de l'unité dans les activités d'enseignement et dans la structuration de la recherche en région :

Les enseignants-chercheurs et les chercheurs sont très actifs et ont tous des responsabilités administratives ou de gestion et d'animation de la recherche à divers niveaux. L'encadrement des stagiaires est important, puisque 73 stagiaires (L3, M1, M2) ont été accueillis au LCAR.

- **Appréciation sur le projet :**

- Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :

Le LCAR a présenté un document qui détaille un ensemble de projets de très grande qualité, qui s'appuient sur les avancées réalisées au cours de la période 2005-2009 et sur les compétences qui ont été réunies par chacune des équipes. Ces projets sont donc tout à fait réalistes, compte tenu des réalisations présentes.

- Existence et pertinence d'une politique d'affectation des moyens :

Les recrutements demandés par l'équipe de direction, en particulier deux jeunes chercheurs ou enseignants-chercheurs et surtout le remplacement des trois des quatre départs à la retraite dans le personnel ITA/IATOS sont absolument critiques pour la continuité de l'action du Laboratoire et pour le maintien de sa recherche au meilleur niveau international.

Au niveau des locaux, la prise en compte des besoins du LCAR dans le cadre du plan Campus de l'UPS, ainsi qu'il a été évoqué plus haut est fondamentale.

On peut noter que le LCAR, avec sa politique déjà amorcée de mutualisation des moyens et son projet de cluster informatique commun avec l'IRSAMC apparaît comme un acteur important sur le campus de Ranguel.



- Originalité et prise de risques :

L'originalité et la prise de risque sous-tendent d'ores et déjà les activités du LCAR, avec pour résultat une excellente production scientifique. Les projets présentés se situent dans cette même ligne avec un certain nombre de perspectives très ambitieuses comme les mesures de section efficaces de collage dans les agrégats « pollués » et la compréhension de la thermodynamique de leur formation ; la construction d'un interféromètre atomique à faisceaux séparés de haute précision pour des mesures fondamentales ; la mesure de précision d'anisotropies magnéto-électriques, l'extension de la spectroscopie moléculaire ultra-rapide et du contrôle cohérent à plusieurs états excités, avec notamment le développement de façonneur d'impulsion femtosecondes UV ; la femtochimie par imagerie ; l'étude approfondie de l'effet des photo-électrons émis par des nanoparticules d'or irradiées par rayons X pour améliorer les traitements du cancer ; le contrôle détaillé de lasers à atomes guidés et leur interaction avec des défauts ; et au niveau théorique, l'étude de la dynamique de systèmes à nombre croissant de degrés de libertés par des méthodes quantiques et l'élaboration d'approches hybrides classique|quantique.

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

**Intitulé de l'équipe :** Structure, Dynamique et Thermodynamique des

Agrégats

**Responsable :** M. Jean-Marc L'HERMITE

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet :

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

The group has been studying experimentally and theoretically the growth of nanoclusters and their thermodynamic phase. Starting from sodium clusters, they successfully set up a new experiment using an original idea to measure sticking cross sections and detect phase transitions. The group has very interesting publications in high visibility journals. One contract with ANR has been obtained on this subject.



The experiment can give two different kinds of information :

- 1) Sticking cross sections for size selected clusters. Results have been presented for sodium and water clusters and new and interesting data have been obtained. The results for sodium have been published in PRL, the water data have been submitted very recently to PRL, too.
- 2) Caloric curves for size selected clusters, from which the melting point and specific heat - as well the entropy of melting - can be extracted. Data have been presented again for sodium and water, but - except for some preliminary data - the results have not been published yet, which is a pity, in view of the high interest of the results.

- **Strengths and opportunities :**

The first experiment is well established and should be continued. The theoretical analysis inside the group has given a deep insight into the solid to liquid transition of small finite systems. The data obtained on water droplets could be very interesting to better understand the formation of droplets in stratospheric clouds. New and interesting data on the second experiment have been obtained recently.

- **Weaknesses and threats :**

The group should publish the results on the second experiment as fast as possible. There exist two groups (Freiburg/Germany and Indiana/USA) which have related results. This competition should be accepted as something challenging, and perhaps collaborations could be envisioned.

The group is rather small, and relies a lot on one junior scientist, who also worked and will work with a team from FOM/Holland. He is an efficient and highly qualified scientist and should be encouraged to continue this collaboration.

- **Recommendations :**

In view of the high potential of the research subject, the group should be encouraged to

- 3) Get a PhD student and/or postdoc; this would increase its effectiveness considerably.
- 4) Put more effort on the measurement of caloric curves and publish these results more effectively.
- 5) Put a high priority on:
  - a) further experimental development.
  - b) actual execution of the planned measurements.
  - c) quick publication of the results.

Very interesting theoretical work has been done within the group, and collaboration with theoreticians should be sought to improve the efficiency of this side of the research without weakening the experimental part.



**Intitulé de l'équipe :** Interférométrie Atomique

**Responsable :** M. Jacques VIGUE

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	0	0
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	3	
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1(50%) 1(25%)	
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)		
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	2	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées		

This group has successfully started the development and application of atom interferometry in Toulouse. An interferometer with spatially separated beams of thermal lithium atoms is operational since 2005. Although the principle of the Mach-Zehnder Bragg atom interferometer is well-known very few practical realizations have been realized, which puts the group in a unique position. The first results have been of an exploratory nature and involved improved measurements of the electric polarizability of the lithium atom, the index of refraction of gases for lithium matter waves and of the Van der Waals atom-surface interaction. For the first time an absolute value of the index of lithium refraction in the inert gases argon, krypton and xenon has been obtained.

The rate and the quality of publications is very good and appropriate for this type of research.

The exploratory stage also provided vital insights in the dominant systematic errors and phase noise and improved description of the experimental results. This resulted in the design of a new interferometer with considerably improved performance. It will be possible to vary the lithium beam velocity by Zeeman slowing and to suppress the vibrational noise using a suspension with active feedback. Further, a solid state laser with a 1W output power at 671 nm has been developed, which will improve the coherence of the Bragg diffraction or enable the use of higher diffraction orders. The vibrational noise of the suspension has been characterized in air.

The research will be directed towards new and improved measurements on the existing interferometer as well as on the construction of the new high-performance Li interferometer. Also the theoretical description of Mach-Zehnder Bragg atom interferometers will be further developed.

- Recommendation :

With its current manpower the project is understaffed in particular since the principal investigator is also the Director of the institute. A new permanent position could solve this weakness. The project deserves the attention of PhD students and postdocs. ANR applications are recommended.



**Intitulé de l'équipe :** Spectroscopie Moléculaire Ultrarapide et Contrôle

Cohérent

**Responsable :** M. Bertrand GIRARD

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	1	1
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	10	
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1 (80%)	
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	4	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2

L'équipe « spectroscopie ultra-rapide et contrôle cohérent » a pour principale thématique de recherche l'étude et le contrôle de la dynamique temporelle aux temps ultracourts d'atomes et molécules en phase gazeuse. Deux axes sont étudiés en parallèle : le contrôle cohérent sur des systèmes modèles et la dynamique moléculaire, avec des résultats importants dans des directions nouvelles; les études de contrôle cohérent ont été étendues à la production de molécules froides, aux semi-conducteurs de type « quantum dots » et de façon originale à la factorisation de grands nombres. Les études de la dynamique de systèmes moléculaires complexes, ont permis d'apporter des informations importantes sur les processus de relaxation (couplage électronique dans l'azulène, états de Rydberg de NO, photodissociation dans NO<sub>2</sub>...).

Pour mener à bien ces nombreuses études, l'équipe s'est aussi fortement impliquée dans le développement de nombreux systèmes expérimentaux (spectromètre photo-ions/photoélectrons, chaîne laser femtoseconde, amplificateurs optiques non colinéaires, dispositif de façonnage haute résolution...).

La production scientifique de cette équipe est excellente avec 37 articles dans des revues internationales à haut facteur d'impact (incluant 1 Science et 4 Physical Review Letters), 21 participations à titre de conférenciers invités, et un bon nombre de thèses et des prix (CINO DEL DUCA en 2005, IUF Senior....). Le comité voudrait aussi souligner l'effort de diffusion et de vulgarisation scientifique (rédaction et participation à 5 ouvrages scientifiques).

L'équipe a mis en place un grand nombre de collaborations au niveau National (LPCNO, LAC, LOA, LMTG, ONERA-DOTA, UPS et le CELIA) et Internationales (Univ. de Leeds, Univ Cambridge, IMS au Japon, Univ. de Santa Barbara, Univ d'Oxford, Univ. Ulm, le Steacie Institute d'Ottawa...) avec des acteurs clé et autour des divers thèmes abordés. A ceci, il faut ajouter que certains développements (laser ou opto-electroniques) se font en forte interaction avec des entreprises privées (Amplitude technologie et Fastlite).



Les bons niveaux de financements obtenus (projets ANR, contrat ONERA), sont le reflet des qualités générales de l'équipe. Elle est bien intégrée dans le paysage régional, national et européen, grâce à un tissu de collaborations solides avec des partenaires de premier plan. Très dynamique et positionnée sur des axes originaux et porteurs, cette équipe a un rayonnement national et international.

Il doit être noté que les membres de l'équipe sont fortement impliqués dans des activités d'administration de la recherche, d'organisation de manifestations scientifiques et de gestion de projets. Il faudra veiller à ce que cela ne nuise pas à la qualité et à la quantité des résultats scientifiques.

Le projet de recherche est clair, pertinent, ambitieux et semble réaliste. L'application des techniques de contrôle cohérent aux molécules froides, quantum dots et à la factorisation doit être poursuivie. Un effort particulier sera mis sur le développement d'un façonneur UV couplant un filtre acousto-optique dispersif programmable et un étage d'amplification basée sur les techniques d'OPCPA.

Les études de femtochimie et spectroscopie moléculaire ultra-rapide seront poursuivies et étendues dans le domaine VUV grâce à l'utilisation d'harmoniques d'ordre élevé dans les gaz en collaboration avec le CELIA.

Points à améliorer et risques : Il y a un risque de dispersion dans la thématique femtochimie. Si cette thématique est soutenue par le laboratoire dans tous ses aspects, un renforcement de cette partie devra être envisagé.

- **Recommandation :**

L'équipe a des atouts forts qui doivent permettre d'attirer plus de post-doctorants.

**Intitulé de l'équipe :** Interaction Ion Matière

**Responsable :** M. Patrick MORETTO-CAPELLE

- **Effectifs de l'équipe ou affectés au projet :**

	Dans le bilan	Dans le projet
N1: Number of researchers with teaching duties (Form 2.1 of the application file)	4	3
N2: Number of full time researchers from research organizations (Form 2.3 of the application file)	2	1
N3: Number of other researchers (Form 2.2 and 2.4 of the application file)	1	
N4: Number engineers, technicians and administrative staff with a tenured position (Form 2.5 of the application file)		
N5: Number engineers, technicians and administrative staff without a tenured position (Form 2.6 of the application file)	-	-
N6: Number of Ph.D. students (Form 2.7 of the application file)		
N7: Number of staff members with a HDR or a similar grade	3	0



The team has been created during the evaluation period (in 2007) by the fusion of two existing teams, which worked initially on the interaction processes of atomic ions with respectively surfaces and amorphous complex systems in gas phase. Since this regrouping, a new common scientific subject has been defined with the main objective to investigate radiation damage effects in keV proton induced ionization and fragmentation of small molecules with radiobiological interest (DNA building blocks). These studies allow interpreting the dissociation dynamics, by coupling mass spectrometry measurements with electron spectroscopy and chemical calculations. A large part of the results are unique and very interesting for the theoreticians working in the field of the molecular collision. The real originality of these studies comes from the use of radiation sensitized molecules involved in the cancer tumour treatment. Furthermore, the strong partnership, initiated with a protontherapy group of the new 'Cancerpole' of Toulouse, gives an obvious biological relevance of these researches.

The publication level and quality is correct. Nevertheless, the part of the publications (only 3 on 27) devoted to these last results must be undoubtedly increased. A higher dissemination will allow reaching a real visibility for the team in the national and international community working on the biomolecular systems in gas phase.

The heart of the future scientific project is logically centred on the radiation damage field with the development of two main axes. One is the continuation of the explorations on the halogenated DNA building blocks in order to clarify more accurately the damage processes of these radiation sensitized molecules. Other usual and complementary experimental techniques will be developed: ECID (Electron Collision Induced Dissociation) and photofragmentation. The second has the aim to characterize the physical properties of the electronic emission, after X-rays radiation, due to the injection of gold/iron nanoparticles in the treated cells. The global project seems then clearly promising and shows a very high scientific coherence, strongly supported by the existing and the future partnerships.

The following remarks could also be taken in account to increase the consistency of the present project. In general, the biological relevance of the radiation damage studies in gas phase requires a clear identification of the corrective parameters, which one has to apply in order to translate the results in the native phase. Here, this step could be better defined by a direct comparison of the studies on the isolated molecules with small non-covalent biomolecular complexes (vector of the biological message) or/and a nano-hydration of these systems (modelling of the interactions with a simplified cell environment). Besides, some opportunities for internal collaborations could be considered, as well as collaborations with molecular biologists.

- **Strengths and opportunities :**

Some results are a unique experimental data source with high interest for the theoreticians working in the field of the molecular collision. The employ of radiation sensitized molecules, involved in the cancer tumour treatment, appears as the main originality of the scientific activities.

- **Weaknesses and threats :**

The team should put an effort on the publication and communication of their results, in order to increase their visibility in the national and international community working on the biomolecular systems in gas phase.

- **Recommendations :**

The real biological relevance of these studies seems to require a comparison with results obtained on non-covalent biomolecular complexes or nano-hydrated systems more representative of the effects involved in the native phase. Such studies should be considered in the future. Several Members of the group should consider getting the "Habilitation à diriger les recherches" as a priority.





Intitulé de l'équipe : Atomes Froids

Responsable : M. David GUERY-ODELIN

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	2	2
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	1	1
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	3	
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	0.5	0.5
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)		
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	2	2
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	1

This new group (1P, 1CR, 1MC, 2D) was created in 2007 and replaces the former nano-optics team. The group has a strong and well organised research program that aims at creating and achieving refined control over atom lasers and exploring novel applications. This group has a distinct scholarly character with a broad scientific interest. It is thus expected to develop its research deeply in the domain of quantum physics. In the short period the team has been active at LCAR is has built up a high quality laboratory holding the promise for novel results.

The group has an excellent publication record, partly resulting from work at previous affiliations. The latest work rests in particular on the remarkable control over the transverse modes of the guided atom laser and covering the whole range from the quantum limit to the quasi-classical limit. Also the internal state of the atoms could be controlled. Both magnetic and optical out coupling have been realized.

In a first series of experiments the group plans to investigate the interaction of the guided laser with an optical defect realized by a laser crossed at 45 degrees. Promising contacts have been established with a theory group to explore the analogies with a variety of scattering problem, ranging from classical chaos to quantum scattering. Variation of the size of the optical defect offers the possibility to study a wide range of phenomena, including quantum turbulence and shock waves.

Comments : The starting of the Cold Atoms group is certainly an example of quality recruitment by the LCAR. The former nano-optics group contributed in part to the reported output of the group.



- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	1	-
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	1
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	2	-
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1 (25%)	1 (30%)
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	-	-
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier Bilan et 2.7 du dossier Projet de l'unité)	-	-
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	-

Cette équipe est constituée de 3 permanents (1 PR, 2 CR). Au cours de la période elle a accueilli 1 visiteur, 7 stagiaires.

Le thème de recherche de l'équipe porte sur la mise en œuvre d'expériences ambitieuses destinées à réaliser des mesures de très faibles biréfringences. Le but est de vérifier au laboratoire les prédictions de l'électrodynamique quantique. L'activité de l'équipe s'articule sur trois projets :

- BMV : Mesure de la biréfringence du vide induite par un champ magnétique intense.
- BOSON : Photorégénération de l'Axion.
- EXB : Mesure de l'anisotropie directionnelle magnétoélectrique.

Le point fort de l'équipe est de fédérer les compétences de plusieurs laboratoires nationaux. Le projet principal (BMV) est très ambitieux et nécessite un dispositif expérimental très lourd et à la pointe de la technologie. La démarche scientifique adoptée par l'équipe et ses collaborateurs pour l'élaboration des différentes composantes de l'expérience est tout à fait cohérente, les résultats préliminaires en témoignent. Les technologies développées autour de ce thème de recherche (champ magnétique intense pulsé, cavité de très haute finesse, etc.) devraient avoir un impact important, au-delà du projet lui-même. Le second projet (BOSON) a débuté en 2006, suite à un résultat très controversé obtenu par une équipe italienne. Plusieurs expériences ont été développées simultanément dans le monde pour vérifier ce résultat. La pertinence de la méthode utilisée par l'équipe est d'avoir exploité son savoir-faire dans la réalisation de champs magnétiques intenses et pulsés. En 2008, ce projet a abouti à un résultat très intéressant qui a eu un fort impact sur la communauté. Le dernier projet (EXB) est dans un stade de développement, son originalité est de convertir les mesures de biréfringence en mesure de fréquence, afin de tirer profit des avancées spectaculaires réalisées ces dernières années dans le domaine de la métrologie de fréquence.

Les projets (BMV) et (BOSON) ont été élaborés sur la base d'une forte collaboration avec trois laboratoires nationaux. On relève également l'appui d'un MCF du LCAR pour les aspects théoriques, et quelques collaborations avec des équipes européennes.



On note également le succès de l'équipe dans l'obtention d'un contrat ANR-Blanc, d'un BQR et de quatre actions spécifiques qui lui ont permis notamment d'accueillir des chercheurs étrangers.

Le nombre de publications est très satisfaisant compte tenu de la complexité de l'expérience. Les articles sont de très bonne qualité, certains ont été publiés dans des revues internationales très reconnues (3 PRL, 4 EPJD, 1 EPL, 1 Phys. Rev. D et 1 Physica Scripta). On relève également 5 communications avec actes dans des congrès internationaux.

Le nombre d'invitations à des conférences est également satisfaisant (2 internationales, 2 workshops + 3 meetings et 5 nationales) ;

On note également l'implication de plusieurs membres de l'équipe dans des responsabilités scientifiques (expertise, organisation de conférences et de séminaires), d'enseignement et aussi une forte participation à la diffusion scientifique auprès du grand public, notamment dans la région.

En 2008, une partie du groupe a décidé de quitter le LCAR pour rejoindre le Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses (LNMCI). Désormais, le projet BMV sera poursuivi au LNMCI. L'autre partie reste au LCAR pour poursuivre l'expérience dédiée à la mesure de l'anisotropie directionnelle magnétoélectrique.

En conclusion : la nouvelle configuration de l'équipe, telle qu'elle apparaît dans le projet, semble sous-critique. Au-delà de l'expérience en cours, ambitieuse mais difficile, la situation mérite une réflexion particulière sur les orientations futures de la thématique de recherche.

**Intitulé de l'équipe :** Théorie des Processus Dynamiques dans les Systèmes

Moléculaires

**Responsable :** M. Christoph MEIER

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	4	4
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	3	3
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	3	-
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	-	-
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	-	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier Bilan et 2.7 du dossier Projet de l'unité)	6	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	5



Cette équipe est constituée de 7 permanents (3 PR, 1 MCF, 1 DR, 2 CR). Au cours de la période elle a accueilli 9 doctorants et 1 post-doc (2 autres post-docs sont attendus à court terme).

Les thèmes de recherche de l'équipe, très diversifiés, sont regroupés en 4 opérations de recherche : (1) développement de méthodes innovantes en dynamique moléculaire, (2) dynamique des systèmes moléculaires isolés ou dans des environnements divers, (3) utilisation de l'irradiation laser pour le contrôle de processus moléculaires, (4) vide quantique. Ces thèmes sont le résultat de plusieurs réaménagements liés à des mouvements de personnels au sein de l'équipe : d'une part, le départ d'un enseignant-chercheur qui a entraîné l'arrêt de l'activité « nano-objets sous STM/AFM, dynamique et structuration en surface »<sup>♦</sup>, et d'autre part, l'arrivée d'une chercheuse et de deux enseignants-chercheurs qui ont apporté des inflexions thématiques vers les sujets suivants : (a) dynamique de molécules immergées dans des agrégats d'hélium, (b) contrôle cohérent en champ laser femtoseconde fort et ralentissement de la lumière, (c) propriétés magnéto-optiques du vide.

L'équipe a de nombreux points forts. D'une part, sur le plan méthodologique : développement et utilisation de méthodes « state of the art » pour la description quantique (paquets d'ondes, MCTDH, trajectoires bohmiennes) ou mixte classique/quantique de systèmes moléculaires à plusieurs degrés de liberté. D'autre part, sur le plan du traitement de problèmes ou de la modélisation de systèmes d'intérêt et d'actualité en dynamique moléculaire, la plus quantique possible : spectroscopie moléculaire et photodynamique, dynamique ultra rapide et décohérence, contrôle cohérent (visant des systèmes moléculaires de plus en plus complexes), réactivité auprès des surfaces (pour l'astrophysique et en relation avec la problématique des sources de H neutres pour l'injection dans les tokamaks et en lien avec le projet ITER).

Plusieurs sujets sont traités dans le cadre de collaborations : au sein même de l'équipe, avec d'autres équipes du laboratoire, dans des projets de la fédération IRSAMC et dans des échanges internationaux avec des personnalités ou des groupes de renom. On remarque également les succès de l'équipe dans l'obtention de 3 contrats ANR (DYNAMIX, DYNHELIUM, ITER-NIS) et la participation de ses membres à plusieurs programmes de collaboration scientifique. L'équipe jouit d'une bonne attractivité jugée par le nombre d'étudiants en thèse et de visiteurs étrangers.

Le nombre de publications (79 ACL dont 2 acceptées) est très bon, avec des articles de qualité dans des revues internationales très reconnues (1 Science, 15 PRL, 19 JCP, 2 CPL, 9 PRA, 8 PRB, 2 JPC A, 1 JPCB).

Le nombre d'invitations à des conférences (25 internationales et 12 nationales) témoigne de la notoriété des membres de l'équipe et de ses travaux.

On note également l'implication de plusieurs membres de l'équipe dans des responsabilités scientifiques et d'enseignement et dans la structuration de la communauté scientifique.

En conclusion, cette équipe détient un fort potentiel de compétences théoriques en dynamique des systèmes moléculaires (en présence ou pas de rayonnement) auxquelles s'adjoint une nouvelle compétence en optique quantique. Au cours de la période, elle a fait preuve d'un grand dynamisme qu'il lui faudra conserver pour ses projets futurs. La qualité des travaux réalisés par l'équipe est du meilleur niveau au plan national et international ; ceci lui confère notoriété et visibilité sur ces deux plans.

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

<sup>♦</sup> L'activité de cet enseignant-chercheur n'est pas décrite dans le bilan mais est prise en compte dans la production de l'équipe est de grande qualité ; elle a donné lieu à 25 publications au cours de la période.



Nom de l'équipe : Structure, Dynamique et Thermodynamique des Agrégats

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

Nom de l'équipe : Interférométrie Atomique

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

Nom de l'équipe : Spectroscopie Moléculaire Ultrarapide et Contrôle Cohérent

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

Nom de l'équipe : Interaction Ion Matière

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

Nom de l'équipe : Atomes Froids

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



Nom de l'équipe : Optique pour les Tests Fondamentaux

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

Nom de l'équipe : Théorie des Processus Dynamiques dans les Systèmes Moléculaires

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