

Laboratoire Collisions Agrégats Réactivité

www.lcar.ups-tlse.fr

LCAR

ACTIVITÉS DU LABORATOIRE

Le LCAR est un laboratoire de recherche fondamentale visant à repousser les limites de la connaissance en physique et physico-chimie fondamentale. Il a des activités expérimentales et théoriques qui s'exercent dans les domaines de l'optique laser et de la physique atomique et moléculaire. Elles portent en particulier sur les processus dynamiques induits dans les atomes, les ions, les molécules et les agrégats par collisions ou par laser. Les sujets de recherche sont très divers dans leur finalité : ils vont de l'étude des effets de rayonnements ionisants de hautes énergies sur des molécules biologiques, aux propriétés de condensats de Bose-Einstein à des températures proches du zéro absolu.

UMR 5589 (CNRS / UPS)

Directeur : Jean-Marc L'HERMITE

Université Toulouse III - Paul Sabatier
Bâtiment 3R1-B4
31062 Toulouse Cedex 4

05 61 55 88 18
lcar.dir@irsamc.ups-tlse.fr

« Uni dans la diversité », le laboratoire est soudé par des moyens d'investigation similaires (lasers, manipulation de particules chargées...) et par une culture commune.

Le LCAR est membre de l'Institut de Recherches sur les Systèmes Atomiques et Moléculaires Complexes (IRSAMC – FR 2568).



Détail d'une chaîne laser femtoseconde.
© www.jpgphotographie.com

LES LASERS :

Le 16 mai 1960 naissait le laser dans les mains de Theodore Maiman. Abréviation de « Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation » (amplification de lumière par émission stimulée de rayonnement), ce pur produit de laboratoire, qui ne semblait au départ n'intéresser que les chercheurs, allait se révéler révolutionnaire par la nature de la lumière émise : directive, d'une seule couleur, cohérente et parfois puissante. Le laboratoire utilise différents types de lasers adaptés à des applications particulières. Il peut s'agir par exemple de façonner une impulsion lumineuse très courte (mesurée en femtosecondes = 10^{-15} s) pour mettre une molécule dans un état particulier (contrôle cohérent). Il peut s'agir aussi de refroidir des atomes jusqu'à des températures extrêmement basses, ou encore, de créer un réseau optique permettant de diffracter un faisceau d'atomes.

EFFECTIF DU LABORATOIRE : 45

LES ÉQUIPES DE RECHERCHE

Agrégats

L'équipe s'intéresse, à un niveau fondamental, à l'étude du processus de nucléation des agrégats. Il s'agit d'étudier, à un niveau microscopique élémentaire, comment se construit progressivement une nano-gouttelette par collages successifs de constituants (atomes ou molécules) et quelles sont ses propriétés. De telles études permettent de comprendre, par exemple, comment on peut former des gouttelettes d'eau liquide, même à très basse température dans un nuage stratosphérique. L'expérience permet de mesurer la section efficace de collage par collision à basse énergie entre un constituant et l'agrégat en formation. Elle permet enfin de mieux connaître les propriétés physiques de l'agrégat telles que sa température de fusion et sa capacité calorifique.

Atomes froids

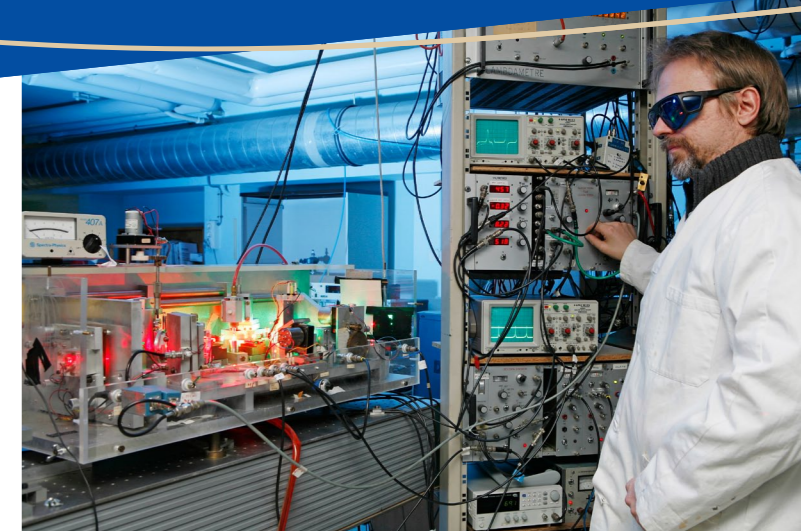
Comprendre les états particuliers de la matière, que l'on appelle les condensats de Bose-Einstein, est le principal centre d'intérêt de l'équipe. De tels états sont obtenus en refroidissant un ensemble d'atomes à des températures extrêmement basses de quelques micro-Kelvin au dessus du zéro absolu. Les condensats sont ici obtenus par des moyens entièrement optiques, des lasers de puissance. On peut extraire des atomes de ce condensat qui, étant dans un état quantique cohérent, vont former un « laser à atomes ».

Interférométrie atomique

Ce groupe a construit un interféromètre atomique qui permet la mesure d'interférences entre ondes de matière avec une très grande précision. Cet interféromètre permet de séparer physiquement les deux faisceaux atomiques qui interfèrent afin d'appliquer des perturbations variées sur un des deux faisceaux. Ce dispositif a permis de réaliser des mesures avec une précision à ce jour inégalée, telles que de la polarisation électrique d'atomes de lithium, d'indices de réfraction de gaz rares par rapport à des ondes de matière et des interactions atome-surface.

Optique pour les tests fondamentaux

Cette équipe s'intéresse à l'utilisation de l'optique pour tester des propriétés fondamentales de la matière. Elle s'est récemment focalisée sur l'étude des effets électro et magnéto-optiques. Il s'agit d'étudier les modifications des propriétés optiques d'un milieu induites par l'application d'un champ électrique ou magnétique et pouvant conduire au phénomène de bi-réfringence obtenu quand la lumière ne se propage pas de la même façon selon sa polarisation. Plus précisément, l'équipe s'intéresse au cas d'un gaz avec application



Vue partielle de l'expérience d'interférométrie atomique.
©www.jpgphotographie.com

simultanée d'un champ électrique et magnétique. L'effet recherché est très petit, et un gain de plusieurs ordres de grandeur de sensibilité a été nécessaire pour en faire la mesure, en transformant une mesure de polarisation en mesure de fréquence.

Femto

Cette équipe travaille sur le développement et l'utilisation d'impulsions laser ultra-courtes de l'ordre de quelques femtosecondes (10^{-15} seconde). Un des axes d'applications est le contrôle cohérent, c'est-à-dire la capacité à façonner l'impulsion laser pour contrôler l'évolution du système irradié. Cette technique a été appliquée au refroidissement vibrationnel de molécules ou à la dynamique de boîtes quantiques dans des semi-conducteurs. L'équipe a aussi travaillé sur la dynamique ultra-rapide de molécules telles que l'iode de méthyle et des molécules à transfert de charge. En s'intéressant par ailleurs à l'application du contrôle cohérent à la factorisation des nombres, l'équipe s'est inscrite dans la thématique de l'informatique quantique, qui vise à la mise au point de nouveaux ordinateurs utilisant les principes de la mécanique quantique.

Interactions ions-matière

Cette équipe s'intéresse aux effets des rayonnements ionisants, ici essentiellement des protons accélérés, sur des molécules d'intérêt biologique telles que les bases de l'ADN/ARN. En effet, toute altération de cette macro-molécule peut engendrer au niveau biologique, la mort de cellules, leur mutation et l'initiation de cancers. Les rayonnements ionisants peuvent conduire à la fragmentation de ces bases ou à l'émission d'électrons. Les fragments sont détectés par spectroscopie de masse. Une autre classe de molécules étudiée est celle des molécules radio-sensibilisantes, qui augmentent l'effet des radiations, et qui sont utilisées dans les traitements des cancers combinant chimio et radio-thérapie.

Théorie

Cette équipe s'intéresse au développement de méthodes mêlant mécanique quantique et classique pour décrire des systèmes atomiques et moléculaires en interactions avec un environnement. Il peut s'agir par exemple, de la dynamique de fragmentation de molécules ou d'agrégats ionisés dans une nano-goutte d'hélium à basse température, de l'interaction entre un plasma et une surface avec des applications dans le domaine de la fusion nucléaire (projet Iter). Ou encore, du contrôle cohérent de processus atomiques et moléculaires.