



ID de Contribution: 360

Type: Poster

## Refroidissement sympathique d'un ion $\text{Be}^+$ par un cristal de Coulomb d'ions $\text{Sr}^+$ : un banc d'essai pour apprivoiser les ions d'antimatière (GBAR)

L'expérience GBAR (Gravitational Behaviour of Antihydrogen at Rest) installée sur l'anneau du décélérateur d'antiprotons -AD- au CERN reprend la proposition de J. Walz et Th. Hänsch [1] qui vise à étudier la chute libre d'un atome d'antihydrogène préparé au repos [2]. Cette expérience implique deux ions piégés dont l'un, l'ion  $\text{Be}^+$ , est refroidi par laser et l'autre, l'ion  $\text{Ca}^+$ , est refroidi par ses interactions avec l'ion  $\text{Be}^+$  (refroidissement sympathique).

Nous présentons ici une expérience test conçue pour étudier le refroidissement sympathique d'un ion léger par un nuage d'ions lourds refroidis par laser dans des conditions de rapport de masse similaires à celles prévues dans le projet GBAR (9/1). Pour cela nous étudions la paire  $88\text{Sr}^+$  (l'ion refroidi par laser) et  $9\text{Be}^+$  (l'ion refroidi sympathiquement). Le choix de ces deux espèces présente deux avantages :

☑ La possibilité d'adresser optiquement l'ion  $9\text{Be}^+$  permet un diagnostic du processus (cinétique et thermométrie).

☑ Leur rapport de masse ( $88/9 \approx 9,8$ ) est très proche de celui envisagé pour GBAR.

Nous avons développé un piège de Paul surfacique radiofréquence à 2 zones de piégeage pour injecter un ion  $\text{Be}^+$  unique dans le cristal de Coulomb d'ions  $88\text{Sr}^+$  en contrôlant son énergie initiale afin d'étudier sa thermalisation via l'interaction de Coulomb.

L'étude porte dans un premier temps sur le refroidissement Doppler d'ions  $88\text{Sr}^+$  à une température de quelques mK afin d'optimiser les conditions de piégeage, de refroidissement et de caractériser l'optique de collection des photons. Le protocole de transport d'un ion  $88\text{Sr}^+$  unique d'énergie cinétique contrôlée et accordable (jusqu'à 500 meV) d'une zone de piégeage à l'autre, a été validé en comparant les énergies cinétiques initiales mesurées à celles simulées en analysant le taux de fluorescence pendant le processus de refroidissement [3].

Dans un second temps, un ion  $\text{Be}^+$  unique sera refroidi par laser (313 nm) et transporté avec une énergie cinétique contrôlée vers la seconde zone de piégeage, déjà chargée d'un cristal de Coulomb  $\text{Sr}^+$ . Les mesures spectroscopiques sur l'ion  $\text{Be}^+$  permettront de mesurer pour la première fois la dynamique de capture d'un ion léger par un cristal de Coulomb et suivre son refroidissement sur plusieurs décades (typiquement de 10000K au mK). La méthode choisie pour quantifier la perte d'énergie cinétique de l'ion  $\text{Be}^+$  est basée sur la mesure du taux de fluorescence induit par le laser à la résonance, qui ne produit aucun refroidissement ni chauffage laser sur un ion oscillant.

Ces expériences nous permettront de mettre en place des protocoles de refroidissement pour l'expérience GBAR.

[1] J. Walz and T. Hänsch, *General Relativity and Gravitation*, (2004) 561

[2] P. Perez and Y. Sacquin, *Classical and Quantum Gravity*, 29 (2012)

[3] J. H. Wesenberg et al., *Phys. Rev. A* 76, 053416 (2007)

### Affiliation de l'auteur principal

Laboratoire Kastler-Brossel

**Auteurs principaux:** Dr DOUILLET, Albane (Laboratoire Kastler-Brossel); DRAPIER, Derwell (Laboratoire Kastler-Brossel); Dr KARR, Jean-Philippe (Laboratoire Kastler-Brossel); LIKFORMAN, Jean-Pierre (CNRS Université Paris Cité LMPQ); Prof. HILICO, Laurent (Laboratoire Kastler-Brossel); Dr GUIDONI, Luca (Laboratoire Matériaux et Phénomènes Quantiques)

**Orateur:** DRAPIER, Derwell (Laboratoire Kastler-Brossel)

**Classification de Session:** Session Poster 1: MC3, MC5, MC6, MC11, MC13, MC15, MC16, MC18, MC19, MC25, REDP, posters hors MC

**Classification de thématique:** MC6 La gravitation et l'antimatière