



FORCA-G : Force de Casimir et Gravitation à courte distance

FORCA-G: Casimir Polder Forces and Gravitation at short distances

Porteur(s) : F. Pereira dos Santos (SYRTE)

Partenaire(s) : A. Lambrecht (LKB)

Résumé du projet en Français :

Le but du projet FORCA-G est d'étudier les interactions à faible distance entre une surface et des atomes piégés proche de la surface. En utilisant des atomes de Rubidium confinés dans les puits d'une onde stationnaire, le potentiel atome-surface sera mesuré avec une grande sensibilité en utilisant des techniques d'interférométrie atomique. Cette expérience permettra de réaliser un test des lois de la gravité à courte distance, qui repoussera les limites sur une éventuelle déviation à la loi de Newton, ou permettra de découvrir de nouvelles interactions à courte distance liées à la gravité, comme celles proposées par certains modèles d'unification. Le projet FORCA-G permettra aussi de mesurer l'interaction de Casimir Polder avec une précision inégalée, dégageant des perspectives pour des applications en nanotechnologie et micromécanique. Le projet possède donc un fort potentiel de découverte dans un domaine qui mêle certains des effets les plus étonnants et les plus fondamentaux de la physique contemporaine (fluctuations du vide, gravitation et physique quantique), et où la physique de l'infiniment petit (théorie quantique des champs, modèle d'unification) se confronte à certaines des questions posées à l'échelle de l'infiniment grand (gravitation, astronomie, cosmologie).

Abstract in English:

The project FORCA-G aims at studying the short range interactions between a surface and atoms trapped in its vicinity. Using cold atoms confined in the wells of an optical standing wave, the atom-surface potential will be measured with high sensitivity using atom interferometry techniques. The experiment will allow a test of gravity at short distances, which will put stringent bounds on a possible deviation from the known laws of physics, or discover new short range interactions related to gravity, as described by several models based on unification theories.

FORCA-G will also allow a measurement of the Casimir Polder interaction (QED vacuum fluctuations) with unprecedented accuracy, clearing the way for promising applications in nanotechnology and micro-machining. It therefore has a major discovery potential in the domain of interplay of some of the most puzzling and fundamental phenomena of present day physics (vacuum fluctuations, gravitation and quantum physics) where the physics of the very small (quantum field theory, unification models) confronts some of the questions posed by the phenomena of the very large (gravitation, astronomy, cosmology).

Résultats marquants :

Les travaux ont porté sur l'amélioration de la résolution spatiale de la mesure de forces grâce au refroidissement évaporatif des atomes dans un piège dipolaire croisé et l'optimisation de la sensibilité de la mesure dans ce nouveau régime de fortes densités atomiques, dans lequel les interactions interatomiques impactent le temps de cohérence de l'interféromètre.

Highlights:

The work has focused on the improvement of the spatial resolution of the force measurement thanks to evaporative cooling of the atoms in a crossed dipole trap and the optimization of the sensitivity of the measurement in this new regime of high atomic densities, where the atomic interactions impact the coherence time of the interferometer.

Publications and communications linked with the funded project:

Peer-reviewed articles:

C. Solaro, A. Bonnin, F. Combes, M. Lopez, X. Alauze, J.-N. Fuchs, F. Piéchon, F. Pereira dos Santos, "Competition between Spin Echo and Spin Self-Rephasing in a Trapped Atom Interferometer", *Phys. Rev. Lett.* 117, 163003 (2016)

Oral communications:

X. Alauze, A. Bonnin, F. Pereira dos Santos, "A trapped atom interferometer for the measurement of short range forces", Longrange interactions, Bad Honnef (Germany), October 25-27, 2017

X. Alauze, C. Solaro, M. Lopez, A. Bonnin, F. Pereira dos Santos, "A trapped atom interferometer for short range forces measurement", 22nd Young Atom Opticians Conference, Munich, Germany, 21-26 February 2016

C. Solaro, A. Bonnin, M. Lopez, X. Alauze, F. Pereira Dos Santos, F. Combes, J.-N. Fuchs, F. Piéchon, *Frontiers Of Matter Wave Optics 2016*, Arcachon, France, 10-17 September 2016

Xavier Alauze, Alexis Bonnin, Franck Pereira Dos Santos, Cyrille Solaro, Jean-Noel Fuchs, Frederic Combes, Frederic Piéchon, "Competition between spin echo and spin self-rephasing in a trapped atom interferometer", 48th Annual Meeting of the APS Division of Atomic, Molecular and Optical Physics, Sacramento, California, June 5-9 2017

A. Bonnin, X. Alauze, C. Solaro, F. Combes, J. N. Fuchs, F. Piéchon, F. Pereira dos Santos, "Coherence of an Interacting Ultra-Cold Atomic Ensemble in a Trapped Matter-Wave Sensor", 49th Conference of the European Group on Atomic Systems, Durham, UK, 17-21 July 2017

Posters:

C. Solaro, A. Bonnin, X. Alauze, M. Lopez, A. Hilico A., B. Pelle, M-K. Zhou, P. Wolf, F. Pereira dos Santos, "A trapped atom interferometer for short range forces measurement", *International Conference on Quantum Optics 2016*, Obergurgl, Tirol, Austria, February 21-27, 2016

X. Alauze, C. Solaro, A. Bonnin, M. Lopez, F. Pereira Dos Santos, F. Combes, J.-N. Fuchs, F. Piéchon, *Assemblée Générale du Labex FirstTF*, Villeteuse, 24 mars 2016

C. Solaro, A. Bonnin, M. Lopez, X. Alauze, F. Pereira Dos Santos, F. Combes, J.-N. Fuchs, F. Piéchon, "Disruption of Spin Echo due to Atom Interactions", *12th European Conference on Atoms Molecules and Photons (ECAMP12)*, Frankfurt (Germany), September 5-9, 2016