

Des Séparatrices Multi-Photoniques pour l'Interférométrie Atomique

Multi-photonic beamsplitters for atom interferometry

Porteur(s) : F. Pereira (SYRTE)

Résumé du projet en Français :

Les interféromètres atomiques basés sur des transitions à deux photons ont atteint un niveau de performances et de maturité, qui a permis leur transfert dans l'industrie et le développement d'instruments commerciaux, et qui leur ouvre de nombreux champs d'applications : navigation, prospection, métrologie fondamentale, physique fondamentale, détection d'ondes gravitationnelles ... Cependant, les limites ultimes de ces instruments n'ont pas encore été atteintes, et une marge significative d'amélioration est encore possible, en particulier en utilisant de nouveaux schémas d'interféromètre basés sur des transitions multi-photoniques, qui permettent d'augmenter drastiquement la séparation spatiale entre les bras et donc la sensibilité intrinsèque des capteurs. L'objectif de ce projet est d'implémenter et d'étudier les bénéfices de ces techniques dans un dispositif à l'état de l'art, le dispositif du gravimètre atomique du SYRTE.

Abstract in English:

Atom interferometers based on two photon transitions have reached a level of performances and maturity, which allowed for their transfer to the industry and the development of commercial sensors, and which opens to them various fields of applications: navigation, natural resources survey, fundamental metrology, fundamental physics, detection of gravitational waves ... Yet, the ultimate limits of these instruments have not been reached, and significant improvements are still possible, in particular by using new interferometer schemes based on multiphoton transitions, which allow to increase drastically the separation between the arms of the interferometer and thus the intrinsic sensitivity of the interferometer. The aim of this project is to implement and study the benefits of these technics in a state of the art instrument, the cold atom gravimeter at SYRTE.

Résultats marquants :

Nous n'avons pas réussi à financer le développement du système laser nécessaire pour accomplir le projet. Mais l'apport de Bing Cheng comme post-doctorant sur l'expérience du gravimètre a été très important, et de nombreux résultats ont été obtenus pendant son séjour, qui a été prolongé d'une année supplémentaire à l'aide d'autres ressources contractuelles.

Les résultats obtenus portent sur la mise en évidence et la caractérisation de nouveaux effets systématiques dans le gravimètre, lié aux défauts de symétrie dans la distribution en vitesse des atomes et dans la fonction de réponse de l'instrument, aux déplacements lumineux, à la vitesse finie de la vitesse de la lumière et à des effets de piégeage cohérent de population.

Highlights:

The funding of the laser system which was required for the project could not be obtained. But the contribution of Bing Cheng as a postdoctoral researcher has been very important, and numerous results were obtained during his stay, which was extended by one year with other contractual resources.

The results obtained deal with the demonstration and precise characterization of new systematic effects in the gravimeter, related to symmetry defects in the velocity distribution of the atoms and in the interferometer response function, to light shifts and to coherent population trapping effects.

Publications and communications linked with the funded project:

Peer-reviewed articles:

- T. Farah, P. Gillot, B. Cheng, A. Landragin, S. Merlet, F. Pereira Dos Santos, "Effective velocity distribution in an atom gravimeter: Effect of the convolution with the response of the detection", *Phys. Rev. A* 90, 023606 (2014)
- B. Cheng, P. Gillot, S. Merlet, F. Pereira Dos Santos, "Influence of chirping the Raman lasers in an atom gravimeter: Phase shifts due to the Raman light shift and to the finite speed of light", *Phys. Rev. A* 92, 063617 (2015)
- P. Gillot, B. Cheng, S. Merlet, F. Pereira Dos Santos, "Limits to the symmetry of a Mach Zehnder type atom interferometer", *Phys. Rev. A* 93, 013609 (2016)
- B. Cheng, P. Gillot, S. Merlet, F. Pereira Dos Santos, "Coherent population trapping in a Raman atom interferometer", *Phys. Rev. A* 93, 063621 (2016)

Oral communications:

- S. Merlet, P. Gillot, B. Cheng and F. Pereira Dos Santos, "Gravimetry for the LNE Watt balance", Colloque G2 (Géodésie Géophysique), Strasbourg, France, November 17th-19th 2014
- A. Landragin, I. Dutta, P. Gillot, D. Savoie, B. Cheng, B. Fang, R. Geiger, S. Merlet and F. Pereira Dos Santos, "Metrology with atom interferometers: from the laboratory to the field", Journées des doctorants en atomes froids, Bordeaux, 4-5 juin 2015
- A. Landragin, I. Dutta, P. Gillot, R. Kohlhaas, J. Lautier, M. Meunier, D. Savoie, B. Cheng, B. Fang, C. Garrido Alzar, R. Geiger, S. Merlet, F. Pereira dos Santos, "Atom Interferometry for inertial sensors: fundamental and practical sensitivity limits", 23ème Congrès Général de SFP, Strasbourg, France, 24-28 août 2015
- A. Landragin, I. Dutta, P. Gillot, D. Savoie, B. Cheng, B. Fang, C. Garrido Alzar, R. Geiger, S. Merlet, F. Pereira dos Santos, "Metrology with Atom Interferometry: inertial sensors from the laboratories to the field", Symposium of Frequency Standards and Metrology, Potsdam, Germany, 12-16 octobre 2015
- Sébastien Merlet, Pierre Gillot, Bing Cheng, and Franck Pereira Dos Santos, "Continuous absolute g monitoring of the mobile LNE-SYRTE Cold Atom Gravimeter - a new tool to calibrate superconducting gravimeters", European Geosciences Union General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016
- S. Merlet, P. Gillot, B. Cheng and F. Pereira Dos Santos, "Continuous absolute g monitoring of the mobile LNE-SYRTE Cold Atom Gravimeter - a new tool to calibrate superconducting gravimeters", 1st Joint Commission 2 and IGFS Meeting International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems, Thessaloniki, Greece, September 19-23 2016

Posters:

- P. Gillot, B. Cheng, A. Landragin, S. Merlet, F. Pereira Dos Santos, "Performances and capabilities of the mobile LNE-SYRTE Cold Atom Gravimeter", Journées scientifiques de l'Action Spécifique GRAM, Bordeaux (France), 2-4 avr. 2014
- S. Merlet, P. Gillot, B. Cheng, A. Landragin and F. Pereira Dos Santos, "Continuous free fall acceleration determination for the LNE Watt balance", CPEM August 25th -29th 2014, Rio de Janeiro, Brazil.
- B. Cheng, P. Gillot, A. Landragin, S Merlet and F. Pereira Dos Santos, "Residual clock effect in Cold Atom Gravimeter", AG First-TF, Besançon, March 16th 2015.
- P. Gillot, B. Cheng, A. Landragin, S. Merlet, F. Pereira dos Santos, "Residual clock effect in cold atom gravimeter", COLOQ14, Rennes, 6-9 juillet 2015
- P. Gillot, B. Cheng, S. Merlet, F. Pereira dos Santos, "Des performances ultimes d'un gravimètre atomique transportable à l'hybridation avec un accéléromètre classique", Atelier Atomes froids et applications embarquées, Toulouse, France, 9 décembre 2015
- P. Gillot, B. Cheng, S. Merlet, F. Pereira dos Santos, "Stability limit of a cold atom gravimeter and comparisons with other technologies", Workshop on Continuous atomic sources and extreme cooling of atoms and molecules: techniques and applications, Les Houches, France, 24-29 Janvier 2016