



Université Claude Bernard



## DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **5 octobre 2017**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **LANSONNEUR Pierre**

Titre de la thèse : « Déflectométrie Moiré d'Ions de Basse Energie pour l'Expérience AEGIS »



### Résumé

Bien que les propriétés de l'antimatière soient largement testées dans le secteur faible, fort et électromagnétique, la question de la gravitation pour ces objets reste ouverte. En observant la chute libre d'atomes d'anti-hydrogène, l'expérience AEGIS prévoit de mesurer pour la première fois l'accélération gravitationnelle pour l'antimatière. Le dispositif prévu pour cette mesure se compose de trois réseaux en transmission et d'un détecteur possédant une haute résolution spatiale. Le travail de cette thèse se concentre sur la caractérisation d'un tel dispositif avec une source d'ions de basse énergie, permettant de mesurer simultanément les champs électriques et magnétiques environnant. La sensibilité atteinte en fait un dispositif compétitif avec les meilleurs appareils disponibles. Une attention particulière est également portée sur l'implémentation de l'expérience avec des réseaux de pas plus fin, afin de mettre en évidence l'interférence quantique des ions. Les effets qui pourraient réduire le contraste des franges d'interférences sont passés en revue et discutés. Enfin, la réalisation d'une ligne de faisceau capable de sélectionner des particules de basse énergie et l'intégration d'un détecteur silicium dédié à la détection d'antiprotons est détaillée dans le but de réaliser pour la première fois l'interférence de particules d'antimatière.

### Abstract

Although numerous experiments investigate the properties of antimatter in the weak, strong and electromagnetic sector, the gravitational interaction for these objects remains an open question. By observing the free-fall of antihydrogen atoms, the AEGIS experiment plans to perform the first measurement of the gravitational acceleration on antimatter. The device envisioned for such an experiment consists in a set of three transmission gratings with a pitch of few microns, associated with a high resolution imaging detector. This thesis focuses on testing such a device with a low-energy ion beam, enabling one to measure simultaneously the magnitude of surrounding electric and magnetic fields. The sensitivity achieved makes such an apparatus competitive with state-of-the-art fieldmeters. An effort is moreover initiated to perform the same experiment with smaller grating periodicities since it could reveal the quantum interference of the ions. In order to probe the quantum behavior of

protons, the effects which might destroy the interference pattern are reviewed and discussed. We finally detail the implementation of a velocity selector and a silicon detector dedicated to low energy antiprotons. These two components are indeed a prerequisite to perform for the first time the interference of antimatter particles.