

Recherche de la matière noire avec un réseau d'horloges atomiques

Searching for Dark Matter with a network of atomic clocks

Porteur(s) : P. Delva (SYRTE)

Partenaire(s) : A. Amy-Klein (LPL)

Résumé du projet en Français :

Les observations astrophysiques suggèrent que la matière ordinaire ne constitue qu'environ 5 % du contenu énergétique total de notre Univers. Le reste du contenu est communément séparé en deux constituants qui ont, à ce jour, échappé à une détection directe jusqu'à présent : la matière noire qui se comporte comme un fluide sans pression et l'énergie noire, un fluide exerçant une pression négative. De nombreuses hypothèses ont été avancées pour expliquer ces deux constituants allant de l'introduction d'un nouveau type de matière à une modification de la relativité générale. Jusqu'à présent, tout ce que nous savons sur la matière noire est basé sur l'interaction gravitationnelle entre la matière noire et lumineuse. Certains modèles suggèrent que la matière noire pourrait être constituée d'un champ scalaire massif qui produit des variations spatio-temporelles des constantes fondamentales de la Nature. Une telle dépendance des constantes fondamentales est également prédite par des théories motivées par le développement d'une théorie quantique de la gravitation et déjà recherchée avec les horloges atomiques. Les modèles de matière noire prédisent des variations transitoires ou périodiques des constantes fondamentales, nécessitant le développement de nouvelles stratégies pour la réalisation et l'analyse des données de comparaisons d'horloges. Le but de ce projet est d'exploiter les réseaux globaux et locaux de comparaisons de temps/fréquence d'horloges atomiques afin de détecter les prédictions de ces modèles ou les contraindre. Pour ce faire, il faut identifier la meilleure stratégie qui permettra d'atteindre cet objectif et ensuite l'appliquer afin de réaliser les mesures et les analyses qui permettront de détecter ou contraindre la matière noire sous la forme d'un champ scalaire massif.

Abstract in English:

Several astrophysical observations suggest that ordinary matter contributes only to around 5% to the total energy content of our Universe. The unknown remaining part has never been directly detected so far and is commonly separated into two components: dark matter which behaves as a pressure-less fluid and dark energy, a fluid exerting negative pressure. Many hypotheses have been imagined to explain these two components ranging from the introduction of a new type of matter to a modification of general relativity. Currently, all we know about dark matter is based on the gravitational interaction between the dark and luminous matter. Some theoretical models suggest that dark matter consists of a massive scalar field producing space-time variations of fundamental constants of Nature. Such a dependency of fundamental constants is also predicted by theories motivated by the development of a quantum theory of gravitation and is extensively searched for with atomic clocks. Dark matter models predict either transient or oscillating variations of fundamental constants, requiring the development of new strategies for clocks comparisons measurements and data analyses. The aim of this project is to exploit global and local networks of atomic clocks time and frequency comparisons in order to detect or constrain such models. First, we will identify the best strategy to reach this goal and then apply it in order to perform the measurements and the analyses that will detect or constrain dark matter in the form of a massive scalar field.