

PHYSIQUE QUANTIQUE & ASTROPHYSIQUE

RENCONTRE AVEC ANTOINE HEIDMANN, DIRECTEUR DE RECHERCHE AU CNRS

Ma vision de la démarche scientifique consiste en des allers et retours entre expérimentations et validations théoriques. En effet, un théoricien a besoin d'avoir une confirmation expérimentale de ses modèles théoriques tandis qu'un physicien expérimental doit maîtriser les outils théoriques pour comprendre les résultats expérimentaux qu'il obtient. Au laboratoire où nous travaillons dans le domaine de la physique quantique, la plupart des chercheurs ont cette double formation de théoricien et d'expérimentateur : seulement 20 % d'entre nous sommes purement théoriciens. Ces allers et retours se retrouvent dans la démarche scientifique : les expériences sont construites pour valider ou infirmer les théories ; ces dernières sont ensuite modifiées, précisées, ou de nouvelles théories émergent en réponse aux résultats des expérimentations.

Mon travail de recherche porte sur les conséquences de la physique quantique dans les mesures, notamment lorsque l'on utilise des faisceaux laser pour effectuer ces mesures. C'est le cas par exemple dans les détecteurs d'ondes gravitationnelles LIGO et VIRGO, où des faisceaux laser sont utilisés pour détecter les infimes perturbations produites par le passage sur Terre d'une onde gravitationnelle. La nature quantique de la lumière se traduit par des bruits dans la mesure, préjudiciables à la détection de l'onde. Je travaille notamment à l'analyse, au contrôle et à la réduction de ces bruits intrinsèques à la mécanique quantique.

Les ondes gravitationnelles viennent d'être observées par ces détecteurs, avec une première détection obtenue en 2015 suivie de plusieurs observations depuis lors. Ces résultats sont majeurs et confirment une fois de plus la théorie de la Relativité Générale d'Albert Einstein. Notre objectif aujourd'hui est de combattre les bruits quantiques dans les détecteurs pour améliorer encore leur sensibilité et ouvrir la voie vers une nouvelle méthode d'observation de l'Univers par l'intermédiaire des ondes gravitationnelles, une véritable « astronomie gravitationnelle ».

De manière plus générale, les travaux de recherche dans le domaine de la physique quantique s'orientent aujourd'hui vers la création d'outils et d'appareils qui vont faire partie de notre vie de tous les jours. Les chercheurs développent ainsi des « ordinateurs quantiques » basés sur la physique quantique, ou encore de nouveaux modes de communication impossibles à espionner car basés sur des méthodes de « cryptographie quantique » inviolables.

C'est essentiellement la liberté de choisir mes recherches qui m'a orienté vers le domaine scientifique académique. Cette liberté permet d'explorer de nouveaux domaines sans trop de contraintes, même si aujourd'hui la recherche devient de plus en plus gouvernée par des objectifs à court terme et par la définition de directions de recherche prioritaires, ce qui est regrettable. Nous gardons toutefois la liberté d'explorer tout le potentiel d'un résultat scientifique dans les domaines dans lesquels nous en voyons une utilisation potentielle.

RENCONTRE AVEC PIERRE-FRANÇOIS COHADON, MAÎTRE DE CONFÉRENCES À L'ENS

Mon sujet de recherche a connu beaucoup de succès ces dernières années : je travaille sur l'observation des ondes gravitationnelles ; des ondes qui lors de leur passage sur Terre provoquent des variations de longueurs de nos détecteurs kilométriques de l'ordre du milliardième de milliardième de mètre ! En particulier, mon travail consiste à identifier et à réduire les bruits qui perturbent la détection de ces ondes. Ils peuvent être de plusieurs origines : thermique, acoustique, liée à la nature quantique de la lumière, etc.

La démarche scientifique est présente dans tous mes travaux, mais peut prendre diverses formes. De la rigueur est bien sûr obligatoire pour vérifier et analyser les résultats des expériences LIGO / VIRGO, mais mon travail, avec plusieurs allers-retours entre théories, expériences et simulations, peut parfois aussi s'apparenter à du bricolage pour régler des problèmes techniques apparus sans crier gare.

Je suis un expérimentateur, mais je peux me transformer en théoricien s'il le faut. Comprendre la théorie est un grand atout : quand l'expérimentateur comprend parfaitement les phénomènes qui se produisent, il interprète beaucoup plus facilement ses résultats.

Les ondes gravitationnelles sont un formidable outil de test de la Relativité Générale, une théorie qui s'est au final avérée fort utile au quotidien. Elle est en effet indispensable au positionnement GPS. Sans elle, la position calculée serait fautive de plusieurs dizaines voire centaines de mètres !

