



Communiqué de presse – 27 avril 2015

## Percée théorique décisive pour détecter les ondes gravitationnelles

Combinant approche analytique et calcul numérique, une équipe internationale a permis d'obtenir une description précise des ondes gravitationnelles émises par les dernières orbites de systèmes binaires d'étoiles à neutrons. Ce nouveau résultat pourrait avoir un impact astronomique décisif et permettre aux grands détecteurs LIGO et Virgo d'observer ces ondes.

### Les ondes gravitationnelles, une des prédictions les plus caractéristiques de la théorie de la Relativité Générale.

En 1915, Albert Einstein finalisait sa théorie de la Relativité Générale dans laquelle l'Espace est semblable à un milieu élastique, déformé par la matière. Dès l'année suivante, il montre que cette déformation se propage, à la vitesse de la lumière, sous forme d'ondes, dites « ondes gravitationnelles ». Un système de deux étoiles orbitant l'une autour de l'autre est une source de ces ondes.

### Des ondes indétectables jusqu'à présent

Les ondes gravitationnelles émises, à plus de 600 millions d'années lumière, par un système de deux étoiles à neutrons arrivent sur Terre avec une amplitude tellement faible ( $10^{-22}$ ) qu'il est indispensable de disposer d'un modèle théorique extrêmement précis de leur forme pour pouvoir les reconnaître au milieu du bruit du détecteur. Alors que les interféromètres géants LIGO (États-Unis) et Virgo (Franco-italien) viennent d'être remis en activité après avoir bénéficié d'une amélioration de leur sensibilité, cette avancée théorique pourrait permettre de détecter enfin les ondes gravitationnelles émises lors de la fusion d'un système de deux étoiles à neutrons.

### Une équipe d'Européens aux méthodes de calcul complémentaires

Sebastiano Bernuzzi (CalTech, Université de Parme) et Tim Dietrich (Université de Léna) sont deux jeunes spécialistes de la résolution des équations d'Einstein au moyen de super-ordinateurs. Thibault Damour et Alessandro Nagar (Institut des Hautes Études Scientifiques) ont mis au point une description analytique (dite méthode *Effective One Body*) du mouvement orbital et de l'émission d'ondes gravitationnelles par divers systèmes binaires d'étoiles mortes (trous noirs, étoiles à neutrons). En comparant les meilleures simulations numériques actuelles de deux étoiles à neutrons à la meilleure représentation analytique disponible, l'équipe a réussi à décrire avec précision le signal gravitationnel jusqu'au moment où les deux étoiles à neutrons deviennent si proches l'une de l'autre qu'elles fusionnent. Ce résultat vient d'être publié par la prestigieuse revue *Physical Review Letters* (PRL 114, 161103, 23 avril 2015).

### Institut des Hautes Études Scientifiques (IHÉS)

L'IHÉS est un centre de recherche privé consacré aux mathématiques, à la physique théorique et à toutes les disciplines qui s'y rattachent. L'Institut a un nombre restreint de professeurs permanents, mathématiciens et physiciens théoriciens, et accueille environ 200 visiteurs par an venus du monde entier pour des séjours de recherche. La liberté de recherche, l'indépendance et l'interdisciplinarité sont les valeurs fondamentales de l'IHÉS.

Thibault Damour est professeur permanent à l'IHÉS depuis 1989, Alessandro Nagar, titulaire de la Chaire de recherche en Physique Théorique et Cosmologie *Beverly et Raymond Sackler* à l'IHÉS, travaille avec lui depuis 2007.