

Ondes gravitationnelles

Nicolas Leroy

leroy@lal.in2p3.fr

LAL, Université Paris-Sud, IN2P3/CNRS, 91898 Orsay

Selon la théorie de la Relativité Générale d'Einstein lorsque deux masses sont en mouvement il doit se former une déformation de l'espace-temps qui va pouvoir se propager sur de très grandes distances que l'on nomme les ondes gravitationnelles.

Toutefois les amplitudes de ces déformations sont tellement faibles que les sources les plus intenses en onde gravitationnelle sont les objets astrophysiques les plus denses comme les étoiles à neutrons ou les trous noirs. Pour détecter ce phénomène il faut utiliser les technologies de pointes dans le domaine de la métrologie pour espérer être sensible à leur passage sur Terre. Cet effort est en cours depuis maintenant plus de 50 ans et nous commençons seulement à atteindre des sensibilités d'instrument suffisantes pour espérer détecter les ondes gravitationnelles émises par les phénomènes les plus violents de l'Univers comme les effondrements d'étoiles ou la coalescence de trous noirs.

La technique de détection la plus utilisée (et la plus sensible) est basée sur l'utilisation d'interféromètres géants de type Michelson. Plusieurs instruments existent aux Etats-Unis et en Europe et permettent d'atteindre des sensibilités relatives ($\Delta L/L$) de l'ordre de 10^{-21} .

Je commencerai par une présentation rapide de cadre théorique et historique des ondes gravitationnelles et des différentes sources pouvant être détectées par les instruments actuels. Je présenterai ensuite plus en détails les instruments actuels et les aspects technologiques nécessaires pour leur fonctionnement. Je présenterai ensuite quelques uns des résultats les plus significatifs obtenus avec la première génération d'interféromètre.

Je finirai par montrer les évolutions instrumentales en cours mais aussi les nouveaux types d'instruments développés pour la détection dans une grande gamme de fréquence des ondes gravitationnelles.

Pour en savoir plus :

- Pour entrer dans le sujet avec le journal du CNRS Images de la Physique 2010, http://www.cnrs.fr/publications/imagesdelaphysique/couv-PDF/IdP2010/03_Virgo_Laser.pdf
- Ericourgoulhon, Des ondes gravitationnelles pour scruter le cosmos, Pour la science, numéro 326 (décembre 2004), http://www.pourlascience.fr/ewb_pages/f/fiche-article-des-ondes-gravitationnelles-pour-scruter-le-cosmos-21847.php
- Peter Shawhan, La détection des ondes gravitationnelles, Dossier Pour la science, N° 45 (2004), http://www.pourlascience.fr/ewb_pages/f/fiche-article-la-detection-des-ondes-gravitationnelles-22331.php
- Pascaline Minet, Les nouveaux détecteurs d'ondes gravitationnelles, La Recherche, numéro 466 (2012), <http://www.larecherche.fr/physique-du-xxie-siecle/nouveaux-detecteurs-ondes-gravitationnelles-01-07-2012-91352>

Notice biographique :

Après des études de physique fondamentale à l'Université Paris 7 Denis Diderot, j'ai soutenu une thèse en 2004, sur les analyses des premières données du réseau de télescopes pour l'astronomie gamma de très hautes énergies (> 100 GeV) H.E.S.S. .

A la suite de cette thèse je fus recruté au CNRS pour intégrer le groupe Virgo au Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire d'Orsay (LAL). Le but de cette expérience est de détecter les ondes gravitationnelles prédites par la théorie de la Relativité Générale d'Einstein. Cet instrument, fruit d'une collaboration européenne depuis 1990, est un interféromètre kilométrique de Michelson, seul à même d'atteindre les sensibilités nécessaires pour détecter les ondes gravitationnelles émises par les phénomènes les plus violents de l'Univers comme les explosions d'étoiles.

Je suis également responsable d'une plateforme de tests au LAL reproduisant les dynamiques des miroirs attendus pour la prochaine génération d'interféromètres.