

Paris, le 13 juin 2015

ONDES GRAVITATIONNELLES ET TESTS DES THEORIES DE GRAVITE MODIFIEE

Sujet de thèse proposé par Nathalie Deruelle et Edward Porter

De nombreuses théories de la gravitation sont activement étudiées actuellement, basées sur des modifications de la Relativité Générale (théories scalaires-tenseurs, à dérivées d'ordre supérieur avec ou sans fantômes, bimétriques etc).

Ces théories sont le plus souvent confrontées aux observations cosmologiques (anisotropies du fond diffus, modèles d'énergie noire etc) ; les mesures dans le système solaire des paramètres post-newtoniens (déflexion de la lumière ou avance de périhélie) sont aussi communément utilisées pour les contraindre.

En revanche l'étude des ondes gravitationnelles et la contre réaction sur l'évolution des sources que ces théories alternatives prédisent est un domaine encore assez peu développé. Des études préliminaires (faites entre autres par E. Porter et collaborateurs) montrent pourtant que les détecteurs terrestres (Ligo, Virgo) ou spatiaux (eLisa) contraindre les déviations aux prédictions einsteiniennes.

L'objet de cette thèse est de développer cet interface entre théorie et observation en étudiant d'une part les signaux gravitationnels prédits par quelques théories de gravité modifiée (avec, en éventuel "galop d'essai", les théories à dérivées d'ordre supérieur déjà étudiées par N. Deruelle) et, d'autre part, en construisant des données simulées, dans le but de déterminer si et comment les signaux attendus par les détecteurs Virgo/Ligo, eLisa etc pourront contraindre ces théories.

Le point de départ de la thèse sera une étude du formalisme "PPN" ("parametrized post-Newtonian", développé par Iyer, Sathiaprakash et al, voir, eg, arXiv:1005.0304v2) et du formalisme "PPE" ("parametrized post-Einsteinian", développé par Yunes et Pretorius, voir arXiv:0909.3328, et adapté par E. Porter et collaborateurs, voir arXiv:1410.8815v2).

Ces formalismes consistant à moduler le signal einsteinien par une amplitude et une phase fonctions de quelques paramètres caractérisant les théories de gravité modifiée, la thèse consistera ensuite à

1. donner des limites mesurables par les détecteurs

-- sur les modifications de phase à l'aide de coalescence de trous noirs supermassifs (eLisa) ou d'objets stellaires compacts (Ligo/Virgo) en collaboration éventuellement avec P. Jetzer à Zurich

-- sur les modifications d'amplitude à l'aide d'EMRI ("extreme mass rasion inspirals") en collaboration éventuellement avec C. Sopuerta à Barcelone)

2. aller au delà de l'approximation de la phase stationnaire (formalisme PPE) afin de pouvoir utiliser les données de coalescence de binaires massifs (10 masses solaires et au-delà) que détecteront Ligo/Virgo

3. étudier les réponses des détecteurs à des polarisations autres que tensorielles (auxquelles les formalismes actuels se sont limités)

4. étudier les caractéristiques des sources des ondes gravitationnelles, trous noirs et objets compacts binaires, dans le cadre des théories de gravité modifiée étudiées,

Ce programme n'est pas limitatif et évoluera sûrement en cours de thèse.