UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON 1 DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

MASTER de Physique

Proposition de sujet de stage de M2

Année 2016-2017

Nom du Laboratoire : Institut Lumière Matière

Responsable du Laboratoire : Philippe Dugourd

Equipes : SOPRANO (ILM)/LMA

Responsables : Valérie Martinez (valerie.martinez@univ-lyon1.fr) et Gianpietro Cagnoli (g.cagnoli@lma.in2p3.fr)

Co-encadrante : Christine Martinet (christine.martinet@univ-lyon1.fr)

Intitulé du stage : Lien entre la structure et les pertes mécaniques des films en vue d’optimiser la détection des ondes gravitationnelles

Résumé du travail demandé :

Pour la première fois, des ondes gravitationnelles ont été détectées par les deux interféromètres américains (collaboration LIGO-VIRGO) il y a environ un an. D’ici 4 ans, de nouveaux miroirs devront être synthétisés (les dépôts seront assurés par le Laboratoire des Matériaux Avancés - LMA) et le challenge scientifique est de trouver les matériaux optimaux qui composent les couches d’indices différents. Ces miroirs de Bragg sont constitués de plusieurs films minces amorphes déposés par pulvérisation par faisceau d’ions sur un substrat de silice fondue. Le facteur limitant majoritairement la détection des ondes gravitationnelles est le bruit thermique généré dans les couches minces. Comme montré par le théorème de Fluctuation-Dissipation, le bruit thermique est directement corrélé aux pertes mécaniques. La silice fondue est réputée pour présenter à température ambiante, des pertes 103 fois plus basses que la silice déposée [1] mais autour de 50 Kelvins, les pertes sont du même ordre de grandeur. A ce jour la raison de ce très bas bruit thermique à température ambiante reste incomprise. Son interprétation serait fondamentale car ce bruit pourrait être réduit en ajustant la composition, les traitements thermiques ou les conditions d’élaboration. L’enjeu serait vraiment considérable pour construire les miroirs du futur et permettre d’optimiser la détection des OG.

L’objectif général de la collaboration entre l’équipe SOPRANO-ILM et le LMA est donc de mieux comprendre les liens qui résident entre la structure des verres et les pertes mécaniques. Le premier objectif de ce stage est d’étudier le spectre Raman de la silice sur un domaine de température allant de la température ambiante à 80 Kelvins. En effet, Wiedersich et al [3] ont montré l’existence d’une signature des relaxations qui sont à l’origine du bruit thermique et des pertes mécaniques. Pour ce faire, différentes silices (fondues et déposées) seront étudiées par spectroscopie vibrationnelle (Raman et Brillouin) dans l’équipe SOPRANO. Les impacts de la concentration en OH et de l’histoire thermique des différents échantillons seront explorés. Les mesures de pertes mécaniques seront effectuées au LMA.

Récemment, de nouveaux résultats ont montré que la température de dépôt a un grand impact sur les pertes mécaniques du silicium amorphe [4]. Il est donc prévu d’explorer les effets des conditions expérimentales lors du dépôt par faisceau d’ions. Par ailleurs, l’effet de la relaxation en température des films sera étudié. Les résultats de cette étude seront essentiels pour comprendre le rôle de la température de dépôt. Par ailleurs, cette étude pourra être poursuivie en thèse.

[1] K. A. Topp and D. G. Cahill, Zeitschrift fr Physik B 101, 235 (1996)

[2] J. Wiedersich et al., Physical Review B, 64, 064207 (2001)

[3] D. R. Queen et al., Journal of Non-Crystalline Solids 426, 19–24 (2015)