

Miroirs Multicouches pour l'Étude des Dynamiques Ultrarapides

M. Dehlinger, F. Delmotte, S. de Rossi, A. Jerome, E. Meltchakov, F. Varnière

Laboratoire Charles Fabry, Institut d'Optique Graduate School, CNRS, Université Paris-Saclay, 91127 Palaiseau cedex, France

L'étude des dynamiques ultrarapides dans l'Extrême UV et les rayons-X mous est un domaine d'intérêt croissant pour la physique de la matière condensée et celle des plasmas.

L'essor de nouvelles sources de rayonnement et des applications liées aux dynamiques ultrarapides mènent à la nécessité de développer de nouveaux miroirs multicouches innovants pour le transport et le contrôle des impulsions courtes XUV.

Aujourd'hui, les applications principales des miroirs multicouches sont l'observation de la couronne solaire en astrophysique (Télescopes EUV pour la mission de l'ESA "Solar Orbiter"), les optiques pour les nouvelles sources à rayons-X (lasers à rayons-X, sources à génération d'harmoniques d'ordre élevée, lasers à électrons libres), les optiques pour impulsions ultra-brèves (science attoseconde) [1,2] ou encore le diagnostic des plasmas chauds (projet Laser MegaJoule).

Au sein du Lidex OPT2X, nous réalisons le design de miroirs multicouches pour une future ligne à retard polyvalente XUV/IR dans le régime as/fs. Il s'agit de miroirs pour de la sélection d'harmoniques ou larges bandes. Fig.1 montre des exemples de réflectivité de multicouches aperiodiques composées d'Al/Sc/B4C. Un premier revêtement (pointillé rouge) est optimisé pour la sélection d'harmonique. Le pic de réflectivité est supérieur à 40% au niveau de la 25^{ème} harmonique (E=32eV) tout en ne dépassant pas 2,5% pour les autres harmoniques du spectre. En utilisant les mêmes matériaux, des revêtements large bande (de 10 à 40eV, tracé bleu) et très large bande (de 30 à 55eV, tirets noirs) ont été optimisés. Ils présentent respectivement des réflectivités supérieures à 25% et 15% dans toute leur bande passante.

Ces deux types de revêtements représentent deux approches de développement très différentes. Le design d'un miroir pour la sélection d'harmonique consiste à trouver le meilleur compromis entre la transmission de l'harmonique considérée tout en minimisant le transport de celles qui son adjacentes. D'autre part, un miroir large bande pour impulsion attoseconde est optimisé pour être aussi efficace que possible dans sa bande-passante. Il doit aussi être contrôlé en phase afin d'éviter d'étirer temporellement l'impulsion. La polyvalence de la ligne à retard est basée sur la capacité de passer

d'un type de miroir à un autre et ainsi d'avoir accès au régime femtoseconde ou attoseconde.

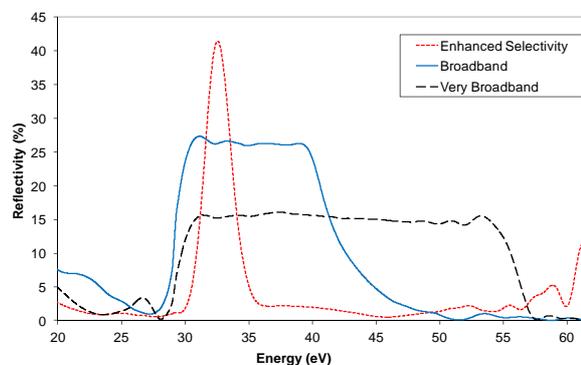


Fig. 1: Optimisations de miroirs multicouches de diverses tailles de bande passante.

En contrôlant la phase d'un miroir, il est aussi possible de polariser un rayonnement XUV. En appliquant ce principe, nous sommes en train de développer un polariseur attoseconde. Pour ce faire, nous optimisons des revêtements pour maximiser la transmission du dispositif tout en atteignant la valeur de déphasage désirée, et ce, pour fonctionner dans une large bande spectrale (10-100eV).

Après une brève description du projet OPT2X, nous présenterons le principe théorique des miroirs multicouches. Ensuite nous nous concentrerons sur les revêtements développés pour la future ligne à retard XUV/IR du campus Paris-Saclay. Finalement nous montrerons le design d'un polariseur attoseconde dans la gamme 10-100eV réalisé pour OPT2X.

Remerciements:

Nous remercions Danielle Dowek, Marino Marsi et tous les partenaires d'OPT2X pour les échanges fructueux. Les dépôts et caractérisations des multicouches ont été effectuées sur CEMOX (Centrale d'Elaboration et de Métrologie d'Optique X), une plateforme de la fédération LUMAT (CNRS FR2764). Ce travail a été partiellement supporté par l'Agence Nationale pour la Recherche (projet n° ANR3113EQPX30005).

Références:

- [1] C. Bourassin-Bouchet et al. Opt. Express **21**, 2506 (2013)
- [2] Z. Diveki et al. J. Mod. Opt., **61**, 122 (2014)