

Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars)

Proposition de stage (**ne pas dépasser 1 page**)

Date de la proposition : 26 Octobre 2014

Responsable du stage / internship supervisor: Davide BOSCHETTO			
Nom / name:	Boschetto	Prénom/ first name :	Davide
Tél :	01 69 31 97 80	Fax :	01 69 31 99 96
Courriel / mail:	Davide.Boschetto@ensta.fr		
Nom du Laboratoire / laboratory name: Laboratoire d'Optique Appliquée			
Code d'identification :	UMR 76 39	Organisme :	ENSTA ParisTech/Ecole Polytechnique
Site Internet / web site:	http://loa.ensta-paristech.fr/appli/		
Adresse / address:	Chemin de la Hunière, 91761 PALAISEAU		
Lieu du stage / internship place:	LOA sur le campus de l'Ecole Polytechnique, à Palaiseau		

Titre du stage / internship title: Etude de dynamique ultrarapide par diffraction d'électrons à la femtoseconde
<p>Les propriétés physiques et chimiques des matériaux sont intimement liées aux dynamiques élémentaires au sein de la matière, notamment celles des électrons et des atomes dans le réseau cristallin. En particulier, les mouvements atomiques sont souvent à l'origine des transitions de phase. Ces dynamiques ont lieu sur une échelle de temps extrêmement courtes, de l'ordre de la femtoseconde (10^{-15} s) à la picoseconde (10^{-12} s). La compréhension ultime des processus réactionnels passe donc inévitablement par l'étude de la dynamique de la matière à cette échelle de temps. Grâce à l'utilisation de lasers femtosecondes, il est aujourd'hui possible d'effectuer des expériences dites « pompe-sonde » qui permettent de déclencher une dynamique dans le matériau, et ensuite de la suivre à l'échelle de temps caractéristique [1]. Par cette technique, on peut donc « suivre en temps réel » le mouvement des atomes dans la matière. Par exemple, il est possible de visualiser les vibrations collectives d'atomes, afin de comprendre leur rôle dans une transition de phase.</p> <p>Parmi les techniques pompe-sonde, une des plus puissantes est la diffraction d'électrons résolue en temps à la femtoseconde [2]. En effet, en faisant interagir l'impulsion laser avec une photocathode, on est capable de produire un faisceau d'électrons dont la durée est aussi de l'ordre de la femtoseconde, et dont l'énergie atteint 100 keV ($\lambda \approx 4 \cdot 10^{-2}$ Å). L'interaction de ce faisceau d'électrons avec l'échantillon produit un diagramme de diffraction qui est extrêmement sensible aux positions des atomes dans la maille élémentaire. On peut ainsi bénéficier à la fois de la résolution spatiale et temporelle pour avoir accès à la dynamique des atomes.</p> <p>Notre groupe de recherche est très actif dans ce domaine. Au Laboratoire d'Optique Appliquée, nous avons déjà conçu et implémenté des expériences pompe-sonde à la fois en réflectivité et en diffraction d'électrons à la femtoseconde. Notre expertise dans ce domaine est très large, et nous avons étudié un nombre important d'échantillons [1,3,4].</p> <p>Le stage se déroulera entièrement sur ces expériences pompe-sonde, en particulier sur la diffraction d'électrons à la femtoseconde. A savoir, notre montage expérimental est dans un régime de fonctionnement très fiable, ce qui permettra à l'étudiant de se concentrer sur deux aspects principaux : d'un côté, l'amélioration de l'expérience de diffraction d'électrons à la femtoseconde, afin d'accroître le rapport signal/bruit pour explorer plus finement les dynamiques au sein de la matière, et de l'autre les aspects de physique du solide, en réalisant concrètement des expériences résolue en temps sur une ou plusieurs classes de matériaux. Pendant ce stage, nous privilégierons l'étude de dynamique dans les nanomatériaux, pour lesquelles la diffraction d'électrons est particulièrement bien adaptée. Il y aura également la possibilité d'explorer les processus dynamiques par des mesures de réflectivité optique à la femtoseconde dans le domaine des longueurs d'onde visibles.</p>
[1] D. Boschetto et al., «Real-time observation of interlayer vibrations in bilayer and few-layer graphene», Nano Letters 13, 4620 (2013) ; [2] G. Sciaini et al., « Electronic acceleration of atomic motions and disordering in bismuth », Nature 458, 56-59 (5 March 2009) ; [3] B. Mansart et al., « Ultrafast transient response and electron- phonon coupling in the iron-pnictide superconductor $Ba(Fe_{1-x}Co_x)_2As_2$ », Physical Review B 82, 024513 (2010) ; [4] D. Boschetto et al., « Small atomic displacements recorded in bismuth by the optical reflectivity of femtosecond laser-pulse excitation », Physical Review Letters 100, 027404 (2008)

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Oui (souhaitable)			
Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: Bourse EDX ou autre			
Lasers, Optique, Matière	Oui	Lumière, Matière, Interactions	Oui
Plasmas : de l'espace au laboratoire	Oui		

Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars)

Proposition de stage (**ne pas dépasser 1 page**)

Date de la proposition : 26 Octobre 2014

Responsable du stage / internship supervisor: Davide BOSCHETTO			
Nom / name:	Boschetto	Prénom/ first name :	Davide
Tél :	01 69 31 97 80	Fax :	01 69 31 99 96
Courriel / mail:	Davide.Boschetto@ensta.fr		
Nom du Laboratoire / laboratory name: Laboratoire d'Optique Appliquée			
Code d'identification :	UMR 76 39	Organisme :	ENSTA ParisTech/Ecole Polytechnique
Site Internet / web site:	http://loa.ensta-paristech.fr/appli/		
Adresse / address:	Chemin de la Hunière, 91761 PALAISEAU		
Lieu du stage / internship place:	LOA on the campus of the Ecole Polytechnique, Palaiseau		

Titre du stage / internship title: Studying ultrafast dynamics by femtosecond electron diffraction
<p>The physical and chemical properties of materials are intimately related to the basic dynamics of matter, in particular the dynamics of electrons and atoms in the crystal lattice. Moreover, atomic motion is often at the origin of phase transitions. These dynamics are held on a very short time scale, on the order of femtoseconds (10^{-15} sec) to picoseconds (10^{-12} s). The ultimate understanding of the reactional process therefore requires the study of dynamics in matter at this time scale. Thanks to the use of femtosecond laser, it is today possible to perform so-called "pump-probe" experiments that can trigger a dynamic in the material, and then follow them at the characteristic time scale [1]. By this technique, we can "follow in real-time" the movement of atoms in the material. For example, it is possible to visualize collective vibrations of atoms in order to understand their role in a phase transition.</p> <p>Among pump-probe techniques, one of the most powerful is ultrafast time-resolved electron diffraction [2]. In fact, the interaction of a laser pulse with a photocathode produces an electron beam whose duration is in the femtosecond range, and with energies of the order of 100 keV ($\lambda \approx 4 \cdot 10^{-2}$ Å). The interaction of the electron beam with the sample produces a diffraction pattern, which is highly sensitive to the positions of atoms in the unit cell. In this case, we can therefore benefit from both the spatial and temporal resolution to access atomic dynamics.</p> <p>Our research group is very active in this area. At the Laboratoire d'Optique Appliquée, we have designed and implemented pump-probe experiments using both reflectivity and femtosecond electron diffraction. Our expertise in this field is very broad, and we have studied a large number of samples [1,3,4].</p> <p>The internship will focus on pump-probe experiments, in particular the femtosecond electron diffraction experiment. Our experimental setup is a very reliable operating system, and will allow the student to focus on two main aspects: on one hand, improving the femtosecond electron diffraction experiment to increase the signal-to-noise ratio to explore subtle dynamics in crystals, and on the other hand, the physical aspects of specific dynamics, by performing time-resolved experiments on one or more classes of materials. During this internship, we will especially focus on the study of dynamics in nanomaterials, for which the electron diffraction is particularly well suited. Moreover, there will also be the opportunity to explore dynamical processes by measuring the reflectivity in the range of visible wavelengths.</p> <p>[1] D. Boschetto et al., «Real-time observation of interlayer vibrations in bilayer and few-layer graphene», Nano Letters 13, 4620 (2013) ; [2] G. Sciaini et al., « Electronic acceleration of atomic motions and disordering in bismuth », Nature 458, 56-59 (5 March 2009) ; [3] B. Mansart et al., « Ultrafast transient response and electron- phonon coupling in the iron-pnictide superconductor $Ba(Fe_{1-x}Co_x)_2As_2$ », Physical Review B 82, 024513 (2010) ; [4] D. Boschetto et al., « Small atomic displacements recorded in bismuth by the optical reflectivity of femtosecond laser-pulse excitation », Physical Review Letters 100, 027404 (2008)</p>

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Oui (souhaitable)			
Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: Bourse EDX ou autre			
Lasers, Optique, Matière	Oui	Lumière, Matière, Interactions	Oui
Plasmas : de l'espace au laboratoire	Oui		

Fiche à transmettre (fichier pdf **obligatoirement**) sur le site <http://stages.master-omp.fr>