

Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2012)

Proposition de stage pour l'année 2011-2012 (**ne pas dépasser 1 page**)

Date de la proposition : Septembre - 2011

Responsable du stage / internship supervisor:			
Nom / name:	Zeitoun	Prénom/ first name :	Philippe
Tél :	01 69 31 97 01	Fax :	
Courriel / mail:	philippe.zeitoun@ensta-paristech.fr		
Nom du Laboratoire / laboratory name: Laboratoire d'Optique Appliquée			
Code d'identification : UMR 7639			
Site Internet / web site: http://loa.ensta-paristech.fr/			
Adresse / address: Chemin de la Hunière, Palaiseau			
Lieu du stage / internship place: Laboratoire d'Optique Appliquée			
Titre du stage / internship title: Etude numérique et expérimentale d'un étirer et compresseur pour rayons X (technique CPA)			
Résumé / summary			
<p>Depuis quelques années des revues aussi prestigieuses que Nature, Nature Photonics, Science (...) publient des articles sur l'imagerie en 3 dimensions de molécules, virus, nanon-systèmes magnétiques basées sur l'utilisation de flashes ultra-intenses (~100 µJ) et ultra-brefs (~ 10 fs) de rayons X <i>cohérents</i>. Actuellement, ces expériences sont réalisées soit en Allemagne, soit aux USA, sur les deux seules installations capables de délivrer ces impulsions. Une machine est en fin de montage au Japon. Malgré de progrès fulgurants, différents problèmes majeurs sont apparus. Le coût gigantesque de ces installations ne permet pas d'en développer beaucoup réduisant drastiquement le nombre d'expériences. Il est pour l'instant impossible de synchroniser finement le flash de rayons X et un laser limitant beaucoup le développement de type excitation (par le laser) -imagerie (par les rayons X), qui représentent pourtant un aspect important des applications prévues. Enfin, l'énergie des impulsions est beaucoup trop faible (environ 100 fois) pour pouvoir imager des objets complexes ou des cellules vivantes, donc maintenues dans de l'eau.</p> <p>A notre connaissance, seuls les plasma créés par laser ont produit des impulsions de rayons X atteignant 10 mJ. Cependant, ces impulsions étaient très longues (~ 100 ps) et incohérentes. En injectant des harmoniques d'ordre élevé, source totalement cohérente et ultra-brève (sub-10 fs), dans un plasma, nous avons réussi au LOA à produire les premiers lasers X totalement cohérents. Cependant, lors de cette expérience la durée d'impulsion était encore trop longue (~ 1ps) et l'énergie trop faible (1 µJ). Après un travail intensif sur l'amplification d'harmoniques, il nous est apparu que seule l'extrapolation du schéma CPA (Chirped Pulse Amplification) dans les X peut permettre d'atteindre des impulsions sub-100 fs contenant environ 10 mJ. La démonstration de ce schéma serait une avancée majeure ouvrant la voie à des installations de taille modeste de produire des faisceaux de rayons X compétitifs avec les plus grandes machines au monde. Par ailleurs, l'utilisation d'un même laser pour produire les rayons X et pour exciter l'échantillon assure une synchronisation naturelle parfaite.</p> <p>Dans le schéma CPA, une impulsion femtoseconde est étirée, amplifiée puis recomprimée près de sa durée initiale. L'étirement et la compression s'effectuent souvent à l'aide de réseaux de diffraction. Le schéma pour rayons X sera similaire en utilisant les harmoniques d'ordre élevé comme impulsion femtoseconde. Le problème majeur réside dans l'efficacité des réseaux de diffraction qui est en générale assez faible pour les rayons X (10-20%). Avec deux réseaux au minimum pour comprimer l'impulsion, les pertes peuvent être aussi fortes que le gain dans le plasma amplificateur. Nous comptons utiliser une nouvelle géométrie de diffraction, dite hors axe, qui a démontrée <i>expérimentalement</i> des efficacités de 70% pour les rayons X.</p> <p>Le stage consiste en l'étude d'un système étireur-compresseur pour rayons X basé sur des réseaux en diffraction hors axe. Une partie du travail va consister à utiliser des logiciels d'optique comme Zeemax pour optimiser une architecture étireur-compresseur. L'autre partie du stage va consister à tester sur harmoniques d'ordre élevé l'efficacité d'un réseau individuel en géométrie adaptée au CPA pour rayons X puis tester un montage complet d'étirer.</p> <p>Ce travail représente une évolution majeure dans le développement des sources X, passant de schémas passifs en un système complexe dont chaque élément est optimisé individuellement et globalement.</p> <p>Il est fortement souhaité que le stage soit poursuivi par une thèse (possibilité envisagée de bourse CIFRE).</p>			
Toutes les rubriques ci-dessous doivent obligatoirement être remplies			
Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Oui			
Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: Ministère, Europe, CIFRE			
Lasers et matière	X	Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	X
Optique de la science à la technologie	X	Plasmas : de l'espace au laboratoire	X

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