

Caractérisation spatio-temporelle complète d'un faisceau laser femtoseconde de haute puissance

La technologie laser permet aujourd'hui de produire des impulsions lasers d'une durée de quelques dizaines de femtosecondes seulement, avec des énergies de l'ordre du joule par impulsion. Une fois focalisées, ces impulsions permettent d'atteindre des intensités lumineuses telles que les électrons de la matière oscillent à des vitesses relativistes dans le champ laser. Dans ces conditions d'interaction avec la matière, il devient possible d'accélérer des particules (électrons, ions) à des énergies très élevées sur quelques millimètres seulement, ou encore de produire des faisceaux cohérents de rayons X. Toutes ces expériences nécessitent une très bonne connaissance et un excellent contrôle des propriétés du faisceau laser.

Avant focalisation, ces faisceaux lasers ont un diamètre de plusieurs centimètres. Il existe des méthodes pour mesurer localement la durée de l'impulsion en chaque point du faisceau, ainsi que des techniques pour mesurer ses propriétés de phase spatiale pour une fréquence donnée du spectre. Mais l'ensemble de ces techniques ne suffit pas à déterminer totalement les propriétés du champ laser. En effet, pour de telles tailles de faisceau, il y a un risque important d'induire lors de la manipulation du laser un couplage spatio-temporel - autrement dit, une dépendance spatiale des propriétés temporelles du faisceau- qui ne peut être détecté par ces techniques standards. Un tel couplage peut très fortement réduire l'intensité lumineuse maximale obtenue au foyer, et complique fortement l'interaction avec une cible.

Le but de ce stage est de développer de nouvelles techniques pour la caractérisation spatio-temporelle complète de lasers femtosecondes de haute énergie. Ces techniques permettront de mesurer d'éventuels couplages spatio-temporels, et de les corriger. Une approche originale sera adoptée, basée sur l'interférométrie spatiale résolue spectralement. Un montage expérimental sera réalisé et testé sur les différents lasers ultrabrefs intenses de notre laboratoire (impulsions de 25 à 40 fs, puissances de 1 à 100 TW). Ce sujet se situe à la pointe des recherches sur les méthodes de mesure d'impulsions courtes. Il présente également un intérêt appliqué, puisque l'approche développée a pour vocation de devenir une méthode standard de caractérisation des faisceaux lasers ultrabrefs.