



université  
PARIS-SACLAY

LIDYL

LABORATOIRE INTERACTIONS, DYNAMIQUES ET LASERS

LIDYL-UMR 9222

CEA, CNRS, Université Paris-Saclay

# THESE LIDYL

Ludovic CHOPINEAU

Groupe Physique à Haute Intensité

**Le vendredi 13 septembre 2019 à 14h00**

**Amphithéâtre NeuroSpin Bât 145 R.D**

## “Physique attoseconde relativiste sur miroirs plasmas”

Lors de la réflexion d'un laser femtoseconde ultra-intense [ $I_L > 10^{16}$  W/cm<sup>2</sup>] sur une cible solide, celle-ci est ionisée dès les premiers cycles de l'impulsion. Un plasma se détend alors vers le vide avec un profil exponentiel de longueur caractéristique  $L_g$ . Pour de faibles longueurs de gradient  $L_g < \lambda_L$ , le gradient plasma est considéré comme raide, il réfléchit spéculairement l'impulsion incidente au niveau de la densité de réflexion  $n_c \cos^2 \theta$  : c'est un miroir plasma. De tels plasmas, réfléchissant pour la lumière, sont aujourd'hui exploités dans différentes applications scientifiques, comme l'accélération de particules par laser ou encore la génération d'harmoniques d'ordre élevé, associées dans le domaine temporel à un train d'impulsions attosecondes. Néanmoins, pour favoriser ces émissions de lumière ou de particules, le transfert d'énergie entre l'impulsion laser incidente et le plasma est essentiel. L'objectif de cette thèse est de mieux comprendre ces interactions à l'aide de la caractérisation de ces deux observables physiques qui en sont issues : les émissions d'électrons relativistes et d'harmoniques d'ordre élevé. Tout d'abord, nous reportons ici la première étude expérimentale et numérique détaillée des mécanismes de couplage laser-plasma dense impliqués en régime relativiste [ $I_L > 10^{18}$  W/cm<sup>2</sup>] en fonction notamment de la longueur caractéristique de gradient  $L_g$ . Cette étude a permis d'identifier deux régimes distincts en fonction des conditions d'interaction, éclaircissant ainsi la physique régissant ces systèmes. Par ailleurs, au-delà de cet aspect fondamental, le contrôle de ces sources est également essentiel pour de futures expériences pompe-sonde ou de spectroscopies originales. Pour cela, différentes approches permettant de mettre en forme spatialement et temporellement ces impulsions de lumière ultra-brèves ont été étudiées au cours de ce doctorat, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives pour l'utilisation de ces sources. En particulier, nous démontrons qu'il est possible d'introduire un moment angulaire orbital aux impulsions XUV attosecondes via la mise en forme spatiale du faisceau IR femtoseconde incident ou bien de plasma dense créé à la surface de la cible mais également de contrôler la dynamique des électrons de surface du plasma à l'échelle attoseconde à l'aide d'un champ incident composé de deux couleurs. Finalement, une méthode de mesure in-situ novatrice des propriétés spatio-temporelles d'impulsions de lumière XUV ultra-brèves est expérimentée, constituant un enjeu majeur pour la communauté. Ainsi, basée sur un schéma perturbatif à deux faisceaux deux couleurs non-colinéaires (mesure analogue à un effet phare attoseconde ultra-rapide ou bien de ptychographie dynamique), une première caractérisation expérimentale complète de l'émission XUV générées sur cibles solides en régime non-relativiste [ $I_L < 10^{18}$  W/cm<sup>2</sup>] et relativiste [ $I_L > 10^{18}$  W/cm<sup>2</sup>] est réalisée.

Formalités d'entrée :

Visiteur U.E. : Se faire connaître au moins 48 heures à l'avance pour l'établissement de votre autorisation d'entrée sur le Centre de Saclay.

Visiteur hors U.E. : Se faire connaître au moins 4 jours à l'avance pour les formalités d'entrée et se faire accompagner par un agent CEA.

Sans autorisation, vous ne pourrez entrer sur le Centre de Saclay. Tél. : 33.1.69.08.74 09- Fax : 33.1.69.08.76.39 - email : [caroline.lebe@cea.fr](mailto:caroline.lebe@cea.fr) ou [veronique.gerecny@cea.fr](mailto:veronique.gerecny@cea.fr)

Dans TOUS LES CAS, se munir d'une pièce d'identité (passeport et carte d'identité - pas de permis de conduire)