



Génération d'impulsions attosecondes polarisées circulairement

Spécialité Interaction laser-matière

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil

Candidature avant le 01/05/2017

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [RUCHON Thierry](mailto:thierry.ruchon@cea.fr)
+33 1 69 08 70 10
thierry.ruchon@cea.fr

Autre lien
<http://iramis.cea.fr/LIDYL/ATTO/Published/index.html>

Résumé

Le stagiaire mettra en œuvre de nouveaux schémas optiques originaux permettant de générer, à partir d'un laser ultracourt femtoseconde intense (Attolab Fab 1 et FAB10) un rayonnement XUV attoseconde présentant une polarisation circulaire. Une attention particulière sera portée à la mesure de ce rayonnement extrêmement prometteur pour les applications.

Sujet détaillé

Résumé

Ces dernières années, la génération d'impulsions sub-femtosecondes, dites attosecondes ($1\text{as}=10^{-18}\text{s}$), a connu des progrès spectaculaires. Ces impulsions ultrabrèves ouvrent de nouvelles perspectives d'exploration de la matière à une échelle de temps jusqu'alors inaccessible. Leur génération repose sur l'interaction très fortement non linéaire d'impulsions laser brèves (10 à 50 femtosecondes) et intenses avec des gaz atomiques ou moléculaires. On produit ainsi les harmoniques d'ordre élevé de la fréquence fondamentale, sur une large gamme spectrale (160-10 nm) couvrant l'extrême ultraviolet (UVX). Dans le domaine temporel, ce rayonnement cohérent se présente comme un train d'impulsions d'une durée de quelques 100 attosecondes [1].

Une des voies d'application de ces impulsions est leur utilisation dans des schémas d'absorption transitoire, ou schéma pompe-sonde. Un échantillon de gaz est porté dans un état excité par une première impulsion IR et une deuxième, l'impulsion attoseconde vient le sonder à un délai ajustable, moins d'une femtoseconde plus tard. L'impulsion attoseconde ayant un spectre dans l'XUV elle photoionise les échantillons. Il y a donc deux façons de "lire" l'interaction: en analysant le défaut de photons transmis ou les photoélectrons émis. Jusqu'à présent, cette technique a été utilisée en sondant la matière avec un rayonnement attoseconde polarisé linéairement. Nous proposons dans ce stage de préparer les outils pour étendre ces possibilités aux rayonnements polarisés circulairement. La partie

délicate, c'est-à-dire la synthèse d'impulsions attosecondes polarisées circulairement constituera la principale difficulté de ce stage. Celle-ci constitue actuellement une nouvelle frontière. Nous mettrons en place des dispositifs agissant sur la génération elle-même (champs multicolore) et sur le rayonnement (lames d'onde VUV) pour moduler à volonté l'état de polarisation de la lumière. La mise au point de cette technique ouvrira des champs d'explorations nouveaux comme par exemple l'étude de birefringences ou dichroïsmes transitoires attosecondes qui donneront une nouvelle image des processus à l'œuvre dans des systèmes asymétriques à cette échelle de temps. Cette source ionisant toute la matière, les dichroïsmes seront aussi détectables sur les asymétries de rendements d'électrons dans des détecteurs de particules chargées (VMIS). Cette deuxième voie d'analyse, que nous avons récemment commencé à explorer [2], demandera des développements expérimentaux spécifiques. Ce stage sera effectuée sur les lasers FAB1 & 10 d'Attolab

Compétences développées

Le ou la stagiaire acquerra une pratique de l'optique des lasers femtoseconde et des techniques de spectrométrie de particules chargées. Il ou elle étudiera également les processus de physique des champs forts sur lesquels se basent les théories de génération d'harmonique élevées. Finalement des développements théoriques pourront également être inclus selon les goûts du ou de la candidat(e). La poursuite en thèse est souhaitée.

Compétences requises

Des compétences en optique, physique atomique et moléculaires seront appréciées.

Références :

[1] Mairesse Y. et al., Science, 302, 1540 (2003).

[2] Ferré et al., Nature Photonics (2015)

Mots clés

Attoseconde, femtosecond, ultra court, XUV, rayonnement X, polarisation, physique non linéaire, physique atomique

Compétences

Lasers ultracourts Interféromètres Détecteurs de particules chargés Méthodes du vide Modélisation (Python)

Logiciels

Python Labview and others...

Generation of circularly polarized attosecond light pulses

Summary

The applicant will implement new original optical schemes to generate, from ultrashort and intense femtosecond laser pulse (Attolab Fab 1 and Fab10) attosecond XUV pulses with circular polarization. Particular attention will be paid to the measurement of this extremely promising new source for applications.

Full description

Summary

In recent years, the generation of sub-femtosecond light pulses, called attosecond pulses (1as = 10⁻¹⁸s), has seen dramatic progress. These ultrashort pulses open up new avenues of exploration of matter at a previously unattainable timescale. Their generation is based on the highly nonlinear interaction between intense and short laser pulses (10 to 50 femtoseconds) and atomic or molecular gases. This produces high-order harmonics of the fundamental frequency over a wide spectral range (160-10 nm) covering the extreme ultraviolet (XUV). In the time domain, this coherent radiation shows as a train of pulses lasting about 100 attosecond [1]. One of the routes of application of these pulses is their use in transient absorption schemes, or pump-probe schemes. A gas sample is brought into an excited state by a first IR-visible laser pulse, while a second attosecond pulse is probing this sample at an adjustable delay, less than a femtosecond later. The attosecond pulse having a spectrum in the XUV, it photoionised samples. There are two ways to "read" the interaction: by analyzing either the defect or transmitted photons or the emitted photoelectrons. So far, this technique has been almost exclusively used for probing matter with linearly polarized attosecond pulses. We propose in this internship to prepare the tools to extend these opportunities to circularly polarized radiation. The tricky part is the control of the polarization of the attosecond pulses. This currently represents a new frontier in our field. We will implement devices acting on the generation itself (multicolored fields) and on the generated radiation (VUVwave plates) to modulate at will the state of polarization of light. The development of this technique will open new areas of exploration such as the study of birefringence or transient attosecond dichroisms that will give a new image of the processes at work in asymmetric systems at this time scale. This source any matter and therefore, the dichroism will also be detectable on the electron yields in a charged particle detector (VMIS). This second way of analysis that we have recently begun to explore [2], will require specific experimental developments that will be carried out. This course will be conducted on FAB1 & FAB10 lasers at Attolab

Acquired knowledge

The candidate will gain practice with femtosecond lasers and charged particle spectrometry techniques. He or she will also study the physical processes of strong fields which are based on the high harmonic generation theories. Finally theoretical developments may also be included depending on the tastes of the nominee. A PhD thesis could be proposed as a follow up.

Prerequisites

Skills in optics, atomic and molecular physics would be appreciated.

References :

- [1] Mairesse Y. et al., Science, 302, 1540 (2003).
- [2] Ferré et al., Nature Photonics (2015)

Keywords

Attosecond, femtosecond, ultrashort, XUV, X radiation, polarisation, non linear physics, atomic physics

Skills

ultra short lasers interferometers Charged particle detectors Vacuum methods Modelling (Python)

Softwares

Python Labview and others...