

SOUTENANCE DE THESE

Allan BILDE

Jeudi 21 juin 2018 à 14h30

Amphi Becquerel



Etude des mécanismes fondamentaux d'interaction entre impulsions lasers ultra-brèves et matériaux diélectriques.

L'interaction entre impulsions lasers ultra-brèves et matériaux diélectriques est un sujet d'étude en constant renouvellement, motivé aussi bien par la naissance d'une multitude d'applications (micro-usinage laser, opérations de la cornée, ...) que par ses aspects fondamentaux (génération d'harmoniques d'ordre élevé, électronique au cycle optique, ...). Pourtant, les mécanismes sous-jacents à cette interaction sont encore mal compris : ils ont lieu pour la plupart durant le passage de l'impulsion laser, c'est-à-dire pendant quelques dizaines de femtosecondes, ils sont fortement non-linéaires compte tenu des éclaircissements impliqués (quelques dizaines de TW/cm²) et donc difficiles à quantifier. La compréhension et la quantification des processus élémentaires ayant lieu durant l'interaction requiert donc de concevoir des expériences sur mesure ainsi que d'effectuer un travail approfondi de modélisation. Ainsi, nous avons utilisé deux techniques résolues en temps complémentaires: l'interférométrie fréquentielle et la spectroscopie d'absorption, pour mettre en évidence les processus électroniques d'excitation et de relaxation dans trois matériaux distincts : le quartz, le saphir et l'oxyde de magnésium. L'excitation des échantillons est produite par une ou deux impulsions, ce qui permet de moduler à la fois la densité et la température du plasma. La quasi-intégralité des résultats expérimentaux sont analysés à l'aide d'un modèle en équations de taux multiples (MRE) permettant de discriminer l'importance relative de chacun des processus pris en compte : l'ionisation multi-photonique, le chauffage des porteurs photo-excités ainsi que l'ionisation par impact comme processus d'excitation, puis la formation d'excitons et leur piégeage.

La confrontation de ce modèle aux résultats expérimentaux a permis de mettre en évidence de façon directe l'existence de l'ionisation par impact dans le quartz, et également une analyse quantitative de ce processus qui est en compétition avec les autres canaux de relaxation et en particulier la formation d'excitons auto piégés. Une deuxième série de résultats concerne la relaxation du saphir après excitation induite par laser. Un nouveau mécanisme de relaxation est proposé et testé par la modélisation pour tenter d'expliquer la dynamique de ce processus. Ce mécanisme implique la formation d'excitons auto-piégés puis leur recombinaison. Enfin, le modèle MRE est appliqué à la détermination des seuils d'ablation dans les trois solides. Le choix du critère physique déterminant ce seuil, sujet soumis à d'intenses débats dans la littérature, est alors discuté.