

Etudes optiques et cristallographiques de transitions de phases photo-induites: états stationnaires et dynamiques ultrarapides.

Eric Collet¹, Maciej Lorenc¹, Marylise Buron¹, Marina Servol¹, Hervé Cailleau¹

¹Institut de Physique de Rennes, UMR 6251 Université de Rennes I - CNRS, Rennes, France

Le contrôle des propriétés physiques des matériaux par des contraintes extérieures (telles que la température, la pression, le champ magnétique...) constitue un enjeu important dans le développement de nouvelles technologies. Aujourd'hui, il existe de nouvelles possibilités pour contrôler ces propriétés physiques en commutant de façon coopérative l'état des constituants élémentaires de la matière par photo-irradiation. Ce nouveau type de manipulation de la matière par la lumière peut induire un nouvel ordre électronique et structural auto-organisé, et donne lieu à de véritables transitions de phases photo-induites, permettant aussi d'atteindre des états inaccessibles à l'équilibre thermodynamique [1]. L'un des objectifs est le photo-contrôle cohérent des transitions de phase. Lorsque les excitations électroniques sont produites au même instant (pulse ultra-court), les effets photo-induits coopératifs sont fortement amplifiés, pouvant faire commuter très rapidement le matériau. Le développement de techniques sophistiquées de diffraction X ultra-rapides permet d'obtenir des informations directes sur la nature des états photo-induits et sur les mécanismes élémentaires pilotant ces transformations hors-équilibre [2]. Ce sujet est actuellement en plein essor au niveau international. Il a ainsi été démontré qu'un pulse laser peut induire une mise en ordre ferroélectrique [3], ou encore générer un état métallique en 1 picoseconde (10^{-12} s) [4]. Ces études sont d'un intérêt fondamental pour comprendre et contrôler les mécanismes pilotant ces photo-commutations de matériaux, impliquant différents degrés de liberté. Comme nous l'avons démontré dans un solide photo-magnétique, il existe une succession de processus hors-équilibre apparaissant sur des échelles de temps et d'espace caractéristiques, allant de la relaxation moléculaires femtoseconde à des processus de thermalisation macroscopique microseconde [5].

[1] N. Breffuel *et al*, *Angew. Chem. Int. Ed.* 48, 9304 (2009)

[2] "*Dynamical structural Science*" E. Collet Guest Ed., *Acta Cryst. A*, 66 (2010).

[3] E. Collet *et al*, *Science* 300, 612 (2003)

[4] M. Chollet *et al*, *Science* 307, 86 (2005)

[5] M. Lorenc *et al*, *Phys. Rev. Lett.* 103, 028301 (2009)