Institut Rayonnement Matière de Saclay
Brèves de l'IRAMIS
N° 226 - Novembre 2013
iramis-i.cea.fr

Production d'électrons rapides par interaction laser-réseau de nanoparticules

Michèle Raynaud : tél : 01.69.08 /38.90 ; michele.raynaud@cea.fr
Ghita Geoffroy : tél : 05.40.00.61.84 ; geoffroy@celia.u-bordeaux1.fr

Les caractéristiques géométriques des solides modulent leurs propriétés photoémissives. On dispose ainsi de paramètres ajustables bien utiles pour des applications en optique, photonique, photo-catalyse ou guides d'ondes. En particulier, les nanoparticules (NP) métalliques peuvent supporter des oscillations de charge importantes produisant des champs électromagnétiques locaux qui sont façonnables selon les taille et forme de cellules. Nous étudions la photoémission induite par un laser de courte durée (30 fs) et d'intensité modérée (<1 TW/cm^2) de NP d'Or organisées en réseau dans le but d'utiliser les effets locaux de géométrie et de plasmonique pour générer par irradiation laser des faisceaux d'électrons rapides, pulsés et de courte durée. Les échantillons sont réalisés et caractérisés à l'Université de Prague (FNSE Czech Technical University) et les expériences de photoémission sont faites sur le dispositif laser AURORE du CELIA (Université de Bordeaux). Avec ces réseaux de NP, on produit des faisceaux d'électrons de plusieurs centaines d'eV (contre seulement quelques dizaines d'eV dans le cas d'un monocristal) ce qui indique clairement l'effet d'accélération induit par les champs électromagnétiques locaux très intenses. Un modèle quantique décrivant la photoémission associée à une description classique de l'accélération des électrons dans les champs locaux a été développé en collaboration avec le CELIA. Il permet d'identifier les mécanismes d'excitation, de transfert d'énergie et d'accélération des électrons au cours de cette interaction laser-NP.

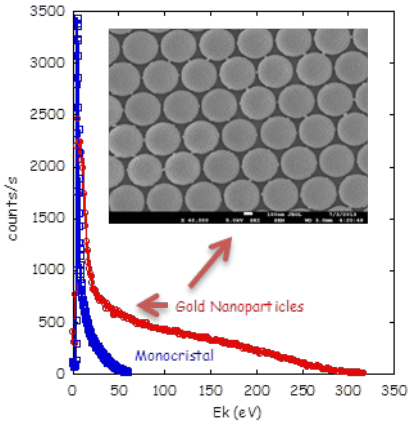
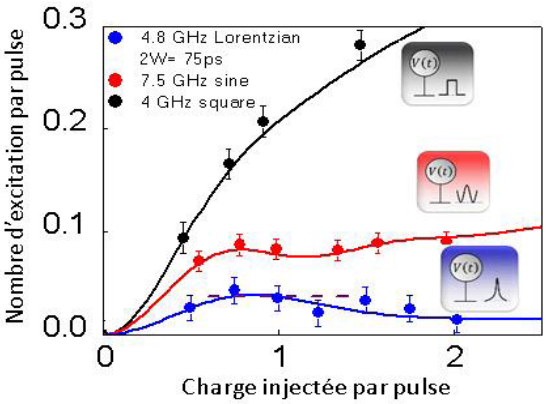


Image SEM des NP (encart) et spectres de photoémission pour un réseau de NP d'Or (en rouge) et un monocristal (en bleu), λ_L=800 nm, τ_L=30 fs, I_L=415 GW/cm^2.

Le Léviton : le plongeon sans vagues d'un électron dans sa mer de Fermi

Christian Glattli : tél : 01.69.08/72.43 ; christian.glattli@cea.fr
Preden Roulleau: tél : /7311 ; preden.roulleau@cea.fr

Les progrès en nano-électronique permettent de faire interférer des électrons dans un conducteur comme le font des photons en optique ou encore de mesurer leur bruit quantique, l'analogue du bruit de photon. Pour compléter cette optique quantique électronique, il manquait une source d'électrons à la demande, simple et fiable. La difficulté résidait dans le fait que, contrairement aux photons qui se meuvent dans le vide, un conducteur est plein de charges ne demandant qu'à s'agiter lors de l'injection d'un électron. Suivant une proposition de L. Levitov, théoricien au MIT, les chercheurs du SPEC ont réalisé l'injection d'électrons dans un conducteur sans le perturber. En appliquant des impulsions de tension de forme lorentzienne sur un contact ils ont injecté des électrons sous la forme d'un nouvel état quantique très pur : un Léviton. Mettre en évidence un Léviton demandait de maîtriser les mesures du bruit quantique dans des conducteurs, un domaine dans lequel le groupe Nanoélectronique a été pionnier. Le financement ERC Advanced Grant MeQuaNo (Mesocopic Quantum Noise) a permis de créer une plateforme de mesure performante combinant génération d'impulsions sub-nanosecondes, ultra-basse température et sensibilité en bruit de quelques femto ampères. Mais pourquoi le bruit est-il important ? L'injection soudaine d'électrons s'accompagne en général de paires électron-trou : des vaguelettes indésirables dans la mer de Fermi. La diffusion élastique par le conducteur de ces excitations donne un bruit proportionnel à leur nombre. Comparant différentes formes d'impulsions, celle de forme lorentzienne a clairement donné le bruit minimum attestant l'absence remarquable de paires électron-trou caractéristique d'un Léviton.



Des mesures de bruit permettent de quantifier précisément le nombre d'excitations indésirables générées par une impulsion de tension. Des excitations carrées donnent le plus grand bruit, suivi par les impulsions sinusoïdales. Comparé au bruit résiduel dû aux excitations thermiques (tirets), pour une charge entière les impulsions lorentziennes n'ajoutent aucun bruit : des Lévitons sont bien générés !