

ZOOM SUR

# Photoémission

## haute résolution sur CASSIOPEE

La ligne de lumière CASSIOPEE propose deux branches expérimentales, respectivement dédiées à la photoémission résolue en spin et à la photoémission à haute résolution résolue en angle. Condition nécessaire pour atteindre cette haute résolution : des mesures à basse température.

La photoémission – plus exactement, la spectroscopie de photoélectrons – est une technique d'analyse qui consiste à envoyer sur les atomes d'un échantillon une lumière d'énergie suffisante (UV ou rayons X) pour provoquer l'émission d'un ou plusieurs électrons de ces atomes. La mesure de l'énergie cinétique des électrons éjectés, ainsi que de leur angle d'éjection, sont autant d'informations sur la chimie du matériau étudié et ses propriétés physiques. Les électrons ne pouvant voyager loin dans la matière, la photoémission est adaptée à l'étude des surfaces – jusqu'à un ou deux nanomètres d'épaisseur. Cela nécessite de travailler sous ultra-vide (pression de  $10^{-8}$  à  $10^{-10}$  mbar) afin de limiter l'adsorption de molécules polluantes ( $H_2O$ ,  $O_2$ ...) sur la surface à analyser.



De gauche à droite, Daniel Ragonnet et Patrick Le Fèvre, de la ligne CASSIOPEE, travaillent au montage du nouveau manipulateur sur le cryostat.

### Pourquoi les basses températures ?

Les raies des spectres de photoémission s'élargissent avec la température à cause de l'agitation thermique des atomes. On comprend donc l'importance de travailler à basse température pour diminuer la largeur de ces raies, et donc améliorer la résolution de la mesure. Les chercheurs de la ligne CASSIOPEE y trouvent un second intérêt, lié aux sujets d'étude : la possibilité de suivre l'évolution des propriétés d'un matériau avec la température (transition métal/isolant par exemple), pour mettre en évidence les changements dans la structure électronique provoquant cette transition. C'est dans ce but qu'a été conçu le premier manipulateur d'échantillons pour la photoémission résolue en angle à haute résolution (ARPES-HR) équipant CASSIOPEE, un travail réalisé en collaboration avec Véronique Brouet, Gilles

Guillier et Alessandro Nicolaou (Laboratoire de Physique des Solides, Orsay).

### Un premier dispositif pour descendre à 5K

Le cryostat à circulation d'hélium liquide, qui permet de refroidir l'échantillon à 5K, est installé dans l'expérience sous ultravide. Le manipulateur sur lequel est placé l'échantillon autorise une rotation autour de l'axe vertical, l'analyseur d'électrons permettant, lui, l'analyse angulaire dans la direction verticale sur environ  $30^\circ$ . La combinaison de ces deux angles d'analyse permet de détecter les électrons émis par l'échantillon sur un grand angle solide.

De nombreux utilisateurs ont, depuis 2008, bénéficié des très basses températures offertes par ce manipulateur, notamment pour étudier la transition conducteur/supraconducteur de plusieurs matériaux.

Cependant, l'équipe de CASSIOPEE souhaitait élargir son champ d'action en ARPES-HR, limité principalement

par le faible nombre de degrés de liberté du manipulateur.

### Un second manipulateur à trois rotations

Des expériences nécessitant de plus grandes excursions en angles ne peuvent être envisagées avec le premier manipulateur et son unique axe de rotation, qui plus est non automatisé. L'entreprise Axess Tech a été sollicitée pour la mise au point d'un second dispositif, qui sera opérationnel mi-2010. Entièrement automatisé, pourvu de trois rotations, il viendra compléter la branche ARPES-HR en permettant par exemple les expériences de photodiffraction. En mars, lors de premiers tests, une température de 25K a été mesurée sur l'échantillon.

Des utilisateurs l'attendent déjà impatientement, pour des études sur des couches minces d'oxydes de fer aux propriétés prometteuses dans le domaine de la spintronique.

→ **Contact :**  
patrick.lefevre@synchrotron-soleil.fr