

Collaborations

V. Brouet, A. Santander, LPS : Laboratoire de Physique des Solides - Orsay

Equipe Surface et Spectroscopie, LPM : Laboratoire de Physique des Matériaux - Nancy



Amina Taleb-Ibrahimi
responsable de la ligne



François Bertran
scientifique



Patrick Le Fèvre
scientifique

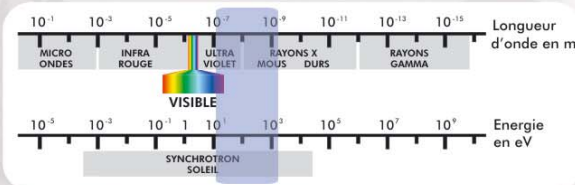


Julien Pinon
assistant ingénieur



Daniel Ragonnet
assistant ingénieur

Gamme d'énergie couverte par CASSIOPEE : 10 – 1500 eV



Source de lumière :

Deux onduleurs : un onduleur HU256 hélicoïdal électromagnétique et un onduleur HU60 à aimants permanents

Techniques d'analyse employées :

Spectroscopie de photoélectrons :

- Photoémission à haute résolution en énergie cinétique (< 1 meV) et en angle ($\approx 0,1^\circ$)
- Photoémission résolue en spin

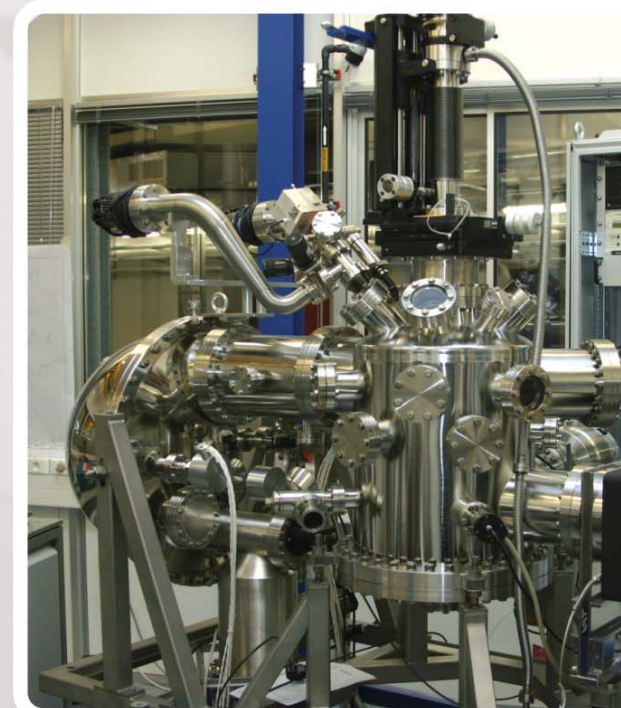
CASSIOPEE

Combined Angular- and Spin-resolved Spectroscopies Of PhotoEmitted Electrons

Spectroscopie d'électrons à haute résolution dans le domaine des X-mous pour la matière condensée



Zoom : Photoémission résolue en spin



Les électrons possèdent une propriété intrinsèque, appelée spin, qui leur est caractéristique, au même titre que leur masse et leur charge électrique. Le spin est à l'origine des propriétés magnétiques des matériaux. Sur l'une des stations expérimentales de CASSIOPEE, il est possible de mesurer le spin des photoélectrons grâce à un détecteur dit « de Mott ». Les résultats obtenus permettent de comprendre et d'expliquer les propriétés magnétiques des matériaux.

Thématiques et applications

→ La photoémission

- Cette technique spectroscopique repose sur l'effet photoélectrique : les atomes de l'échantillon absorbent les photons de la lumière incidente et émettent alors des électrons appelés photoélectrons. Une mesure de photoémission consiste à mesurer le nombre d'électrons émis en fonction de leur énergie cinétique à l'aide d'un spectromètre. Les spectres de raies obtenus contiennent les signatures de chaque espèce chimique présente dans le matériau. On peut ainsi identifier les atomes présents dans l'échantillon et réaliser une analyse chimique (Fig. 1).
- Les électrons ne pouvant voyager dans la matière que sur quelques dizaines d'angströms (soit quelques millièmes de microns), les électrons collectés proviennent des tous premiers plans atomiques du matériau étudié. La photoémission est donc une technique d'analyse de surface.
- Les positions des raies d'une espèce chimique donnée peuvent être légèrement modifiées par l'environnement chimique de l'espèce considérée, ou par les liaisons chimiques formées entre cette espèce et les atomes voisins. Par exemple, il est très facile de différencier les atomes de fer présents dans la magnétite (Fe_3O_4) de ceux présents dans l'hématite (Fe_2O_3). Ces déplacements chimiques permettent une analyse fine de l'environnement de chaque type d'atome du matériau.

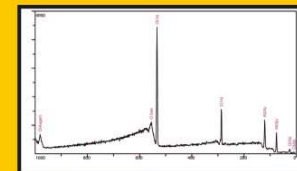


Fig. 1 Spectre de photoémission enregistré sur un oxyde d'aluminium. On distingue les pics correspondant aux différents niveaux d'énergie de l'aluminium et de l'oxygène. On observe également un pic correspondant au carbone, ce qui indique une légère contamination par cet élément en surface (d'après Handbook of the elements and native oxides, B. Vincent Crist, ed. XPS international, Inc.).

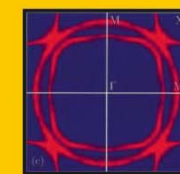


Fig. 2 Surface de Fermi du supraconducteur SrCuO, enregistrée à T=10 K. Il s'agit d'un diagramme dans l'espace des vecteurs d'onde k sur lequel les états électroniques situés à l'énergie de Fermi (c'est-à-dire ayant une énergie de liaison nulle) sont représentés en rouge. L'ensemble des vecteurs d'onde pour lesquels de tels états existent constitue la surface de Fermi (d'après A. Damascelli et al., Phys. Rev. Lett. vol. 85, p. 5194 (2000)).

→ Les propriétés électroniques des solides

- Les propriétés électroniques des solides (réactivité chimique, conduction électrique, couleur, propriétés magnétiques, propriétés supraconductrices...) sont dictées par l'organisation des électrons ayant les énergies de liaison les plus faibles : les électrons de valence. La photoémission permet d'étudier cette organisation selon les différentes directions du cristal. Pour cela, en plus de l'énergie cinétique des photoélectrons, on doit déterminer la direction dans laquelle ils sont émis (Fig. 2).