

Operando XPS pour élucider des réactions électrochimiques complexes dans les batteries tout solides

Xiaohan Wu¹, Marta Mirolo^{1,2}, Carlos A. F. Vaz², Petr Novák¹, Mario El Kazzi¹

¹Paul Scherrer Institute, Electrochemistry Laboratory, CH-5232 Villigen, PSI, Switzerland

²Paul Scherrer Institute, Swiss Light Source, CH-5232 Villigen, PSI, Switzerland

Contact : mario.el-kazzi@psi.ch

La réactivité (électro-) chimique et les propriétés électroniques des interfaces électrifiées solide-solide déterminent de manière critique la fonctionnalité des dispositifs électrochimiques à l'état solide.

À ce jour, la compréhension de ces mécanismes pose encore de grands problèmes à la communauté scientifique en raison de la complexité des techniques de caractérisation en *operando* de surface et d'interface. Parmi les questions essentielles, en particulier dans les applications des batteries lithium-ion tout solide, (i) la stabilité électrochimique de l'électrolyte solide et (ii) la percolation ionique et électronique des matériaux actifs dans les électrodes composites.

Dans ce contexte, nous présentons le développement d'une cellule électrochimique dédiée à l'*operando* XPS [1] capable de maintenir une pression mécanique élevée, offrant des mesures électrochimiques fiables et une polyvalence en terme d'application de matériaux. Nous proposons aussi un modèle physique fondamental pour expliquer l'effet de la tension appliquée sur le déplacement des énergies de liaison des niveaux de cœur, ce qui va permettre une mesure directe sans contact du potentiel de surface. Finalement, nous illustrons de nouveaux résultats obtenus sur des systèmes constitués de $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ [2] ou LiCoO_2 en tant que matériaux actifs de la cathode, mixés avec du $(\text{Li}_2\text{S})_3\text{-P}_2\text{S}_5$ en tant qu'électrolyte solide et cyclés contre de InLi_x comme anode.

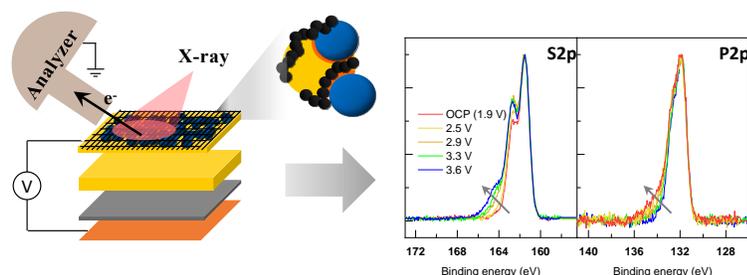


Figure 1. (gauche) Croquis représentant le mode de mesure en *operando* XPS. (droite) évolution des pics de niveaux de cœur S2p and P2p collectés en temps réel pendant le cyclage du $\text{LiCoO}_2/(\text{Li}_2\text{S})_3\text{-P}_2\text{S}_5$ vs. InLi_x . Les flèches indiquent la décomposition de l'électrolyte solide a haut potentiel.

We will introduce during the talk, the *operando* XPS for the investigation of all-solid-state batteries. It provides a combined approach for real-time monitoring of the (i) (electro-) chemical interfacial reactions between different components of the composites electrode and (ii) surface electronic properties. The dedicated electrochemical cell, capable of maintaining high mechanical pressure, offers reliable electrochemistry and versatility in terms of materials application.

[1] X. Wu, C. Villevieille, P. Novák, M. El Kazzi, PCCP, 20 (16), 11123-11129 (2018).

[2] X. Wu, M. El Kazzi, C. Villevieille, Journal of Electroceramics, 38 207-214 (2017)