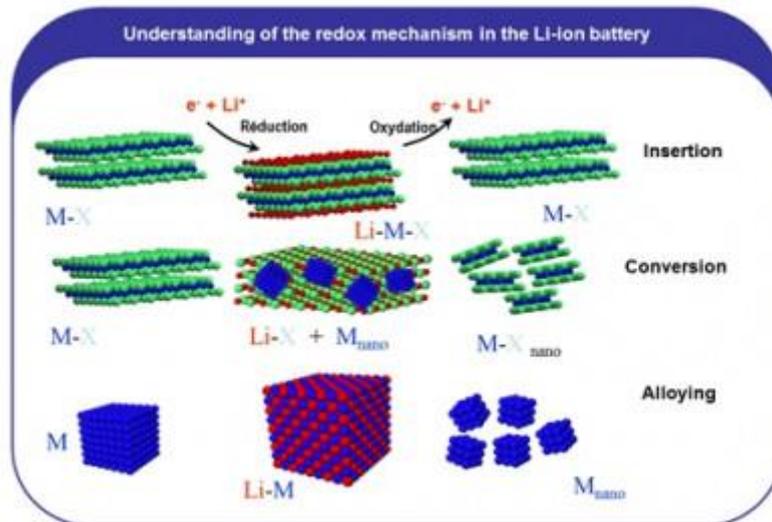


# Transferts ioniques et électroniques, matériaux pour le stockage de l'énergie

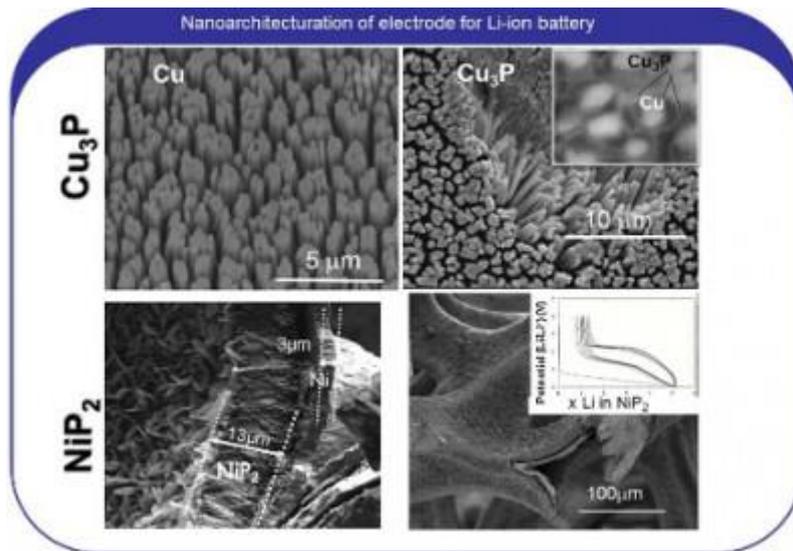


## Understanding of the redox mechanism in Li-ion battery

Le déclin des combustibles fossiles et la lutte contre l'effet de serre sont des défis incontournables qui nécessitent la mise en œuvre de nouveaux systèmes de stockage présentant densité énergétique élevée, haute puissance et bonne cyclabilité. Notre activité de recherche consiste à :

- 1) optimiser les systèmes de batteries Li-ion et
- 2) développer des systèmes de stockage alternatifs innovants.

Notre savoir-faire est centré sur la synthèse, la formulation d'électrodes et la caractérisation électrochimique. La détermination des mécanismes électrochimique, ainsi que des processus de défaillance de la batterie est réalisée grâce aux techniques operando (DRX, spectroscopie Mössbauer, IR etc) et in situ, qui sont en perpétuel développement. L'intégration des batteries Li-ion spécialement adaptées pour le stockage d'énergie renouvelable, par exemple l'énergie photovoltaïque, dans des sites isolés, ainsi que dans les réseaux intelligents est également en cours d'élaboration (collaboration Institut Electronique du Sud).



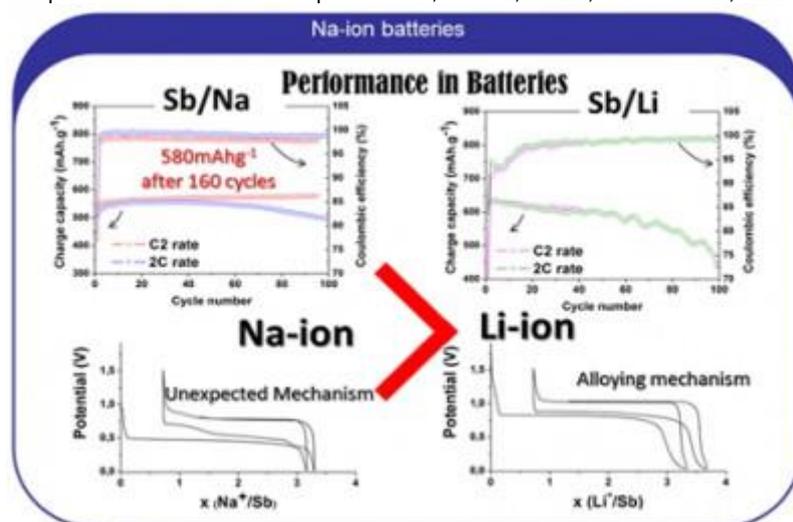
Nanoarchitecture of electrode for Li-ion battery

Certaines de nos orientations spécifiques dans ces domaines sont ici décrites:

**1) matériaux d'électrodes de conversion**, qui fournissent une énergie très élevée. Les verrous y sont : le faible rendement faradique, la forte polarisation, la faible cyclabilité (expansion du volume) et la faible cinétique qui empêchent encore leur viabilité commerciale. Pour surmonter ces limitations, nos orientations sont :

- une recherche approfondie des mécanismes électrochimiques au niveau du matériau d'électrode, ainsi que de l'interface électrolyte / électrode (ANR ICARES (2011-2014), NewMast (2014 à 2017)).
- l'optimisation de l'électrode par nanostructuration, par formulation (liant / additif conducteur), ainsi que par la préparation de composites (exemple: confinement dans une matrice poreuse) (RS2E, collaboration bilatérale Université Bar-Ilan, Israël)

Ces actions, qui visent à optimiser pour aller vers une réalité commerciale, sont renforcées par une forte collaboration avec des partenaires industriels tels que le SAFT, TOTAL, CNES, Saint-Gobain, ADEME, etc.



Na-ion batteries

2) Les ressources en lithium connues ne sont pas illimitées et leur disponibilité est incertaine à long terme. La batterie à base de sodium pourrait être un substitut viable pour le lithium dans les systèmes à grande échelle en raison de l'abondance généralisée du sodium et son faible coût. Un large effort de recherche (RS2E, ANR DESCARTES (2014- 2017)) est dédié à la recherche de nouvelles électrodes négatives efficaces pour batteries Na-ion. Nos résultats récents montrent que des performances exceptionnelles (capacité et de la vie de cycle) sont fournies à partir de composés intermétalliques dans les batteries Na-ion qui pourraient être des électrodes négatives réalistes pour les futures batteries rechargeables.

Ces performances sont corrélées à des mécanismes originaux et inattendus, qui ouvrent un nouveau champ de recherche fondamentale fascinante. Une forte activité est centrée sur les systèmes à deux électrons tels que Mg et Ca.



### Combinaison of operando techniques

3) les techniques de caractérisation spécifiques sont au cœur de la recherche présentée ci-dessus: à l'échelle microscopique, les phénomènes sont systématiquement analysés en utilisant la spectrométrie Mössbauer, la diffraction des rayons X et la spectroscopie d'absorption des rayons X, techniques toutes couplées à des calculs ab initio. Les approches operando sont systématiquement développées pour suivre en détail le comportement des matériaux de batterie pendant le fonctionnement.