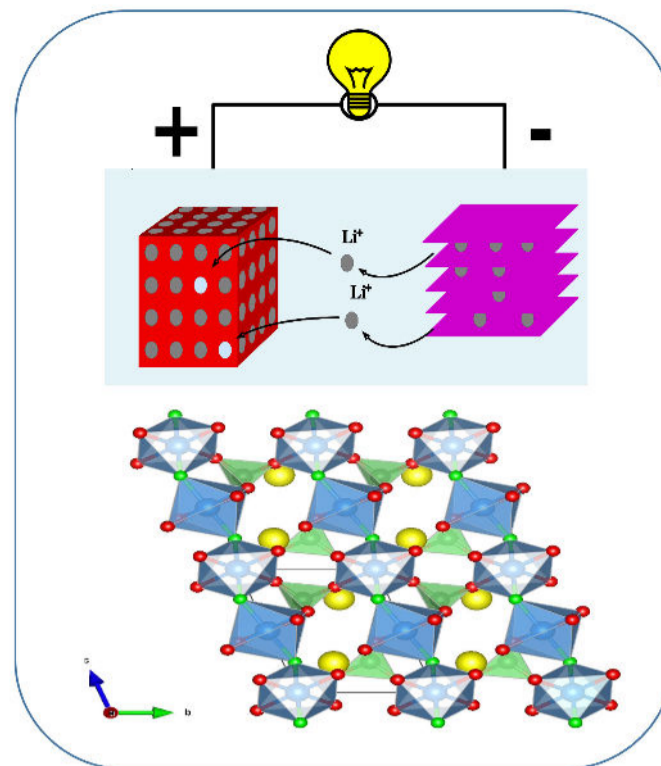


6 février > 13 mars 2023

Jean-Marie TARASCON

CHAIRE DE CHIMIE DU SOLIDE ET DE L'ÉNERGIE

## Composés d'insertion tridimensionnels (3-D) pour batteries : relations structure-électrochimie et mise en forme



## Cours & séminaires

Cours les lundis de 16h à 17h, suivis des séminaires à 17h.

Amphithéâtre Guillaume Budé - Marcelin Berthelot

En raison de sa densité énergétique élevée ainsi que de son rapport performance-coût attractif, la technologie Li-ion s'impose comme le système électrochimique de choix pour la mobilité électrique et les applications réseau avec des projections de marché assez vertigineuses (>3000 GWh en 2030). Cela n'ira pas sans poser des interrogations au niveau de l'abondance de matériaux, du recyclage et de la conception de matériaux d'électrodes plus éco-compatibles tout en préservant, voire en augmentant, leur densité d'énergie. Ces matériaux d'électrodes positives, qui reposent sur des réactions d'insertion, sont encore perfectibles. Les cours de 2022 se sont limités aux matériaux d'insertion lamellaires, oxydes ou sulfures, capables d'insérer des ions  $\text{Li}^+$  ou  $\text{Na}^+$ . Ainsi, les phases lamellaires  $\text{Li}(\text{Ni}_{1-x-y}\text{Mn}_x\text{Co}_y)\text{O}_2$ , aussi dénotées (NMC) à l'origine des batteries Li-ion les plus performantes (250 Wh/kg, 700 Wh/l) et qui à ce jour alimentent les véhicules électriques, ont été introduites. Force est cependant de constater qu'en raison de la conjoncture économique, des matériaux moins performants mais plus éco-compatibles de structure tridimensionnelle, tels  $\text{LiFePO}_4$ , deviennent attractifs et pourraient détrôner les NMC pour des véhicules bas de gamme ou de transport lourds (camions et bus). Le cours de cette année sera donc dédié aux familles de matériaux d'électrodes 3-D et suivra le déroulement historique de leurs découvertes. Dans chacun des cas, l'effet du procédé d'élaboration, de la stœchiométrie des phases et de la structure sur les propriétés électrochimiques du matériau sera présenté. Les composés de type spinelle  $\text{Li}[\text{Mn}(\text{Ni})_2\text{O}_4$  seront traités en premier. Ils seront suivis par les composés dits « polyanioniques » de type  $\text{AMXO}_4$  à base de polyanions phosphates, borates, silicates et sulfates. Les composés d'insertion 3-D à base de Na seront abordés en conclusion. Ces cours seront suivis par des séminaires dédiés au recyclage (P. Barboux), à la chimie d'intercalation de composés fluorés ou anions mixtes (V. Maisonneuve et C. Tassel) et enfin à la synthèse et à l'élaboration de nouveaux matériaux 3-D pour des applications optiques ou électroniques (S. Jobic et M. Hayward) respectivement. Les matériaux organiques comme alternative aux composés inorganiques (P. Poizot) clôtureront cette série de séminaires.

### 6 février 2023

Cours – Avantages et désavantages du passage de matériaux d'insertion 2-D à 3-D, illustrés par les composés de type spinelle  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  et ses dérivés partiellement substitués (Ni pour Mn)

Séminaire – Philippe Barboux, professeur Chimie ParisTech : Économie circulaire des batteries et recyclage

### 13 février 2023

Cours – Matériaux d'insertion polyanioniques  $\text{AMXO}_4$  avec l'émergence de  $\text{LiFePO}_4$  et ses dérivés  $\text{LiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{PO}_4$

Séminaire – Vincent Maisonneuve, professeur, IMMM (UMR CNRS 6283), Le Mans Université : Matériaux fluorés comme électrodes positives pour Li- et Na-Ion

### 20 février 2023

Cours – D'autres phosphates ou fluosulfates polyanioniques à base de vanadium  $\text{LiVPO}_4\text{F}$  et autres

Séminaire – Michael Hayward, professeur, University of Oxford : *Topochemical Synthesis as a Route to Novel Electronic Materials*

### 27 février 2023

Cours – Les polyanioniques à base de fluorosulfates  $\text{LiMSO}_4\text{F}$  et sulfates  $\text{Li}_2\text{M}(\text{SO}_4)_2$

Séminaire – Stéphane Jobic, directeur de recherche, Nantes Université, CNRS, Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel (IMN) : Matériaux en vue pour une optique au quotidien

### 6 Mars 2023

Cours – Matériaux d'insertion 3-D à base de silicates  $(\text{SiO}_4)^{4-}$  et borates  $(\text{BO}_3)^{3-}$  polyanions

Séminaire – Cedric Tassel, Professor, Department of Energy and Hydrocarbon Chemistry Graduate School of Engineering Kyoto University, Japan : La chimie des composés à anions mixtes : vers de nouveaux matériaux fonctionnels pour l'énergie

### 13 Mars 2023

Cours – Les matériaux d'insertion 3-D à base de Na (polyanioniques et bleu de Prusse)

Séminaire – Philippe Poizot, professeur, Nantes Université, CNRS, Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel (IMN) : Matériaux d'électrode organiques : vers un stockage électrochimique décarboné ?