

Jean-Marie TARASCON

CHAIRE DE CHIMIE DU SOLIDE ET DE L'ÉNERGIE

Matériaux électrolytes et interfaces pour la batterie Na-ion, petite sœur écoresponsable et complémentaire de la batterie Li-ion

3 février > 10 mars 2025



Cours & séminaires

Les cours auront lieu les lundis à 16 h.
Ils seront suivis des séminaires à 17 h.

Amphithéâtre Guillaume Budé - Site Marcelin Berthelot.

Les batteries font toujours la une des médias, dans une alternance d'euphorie et de morosité. Euphorie suscitée par la batterie tout solide, sujet que j'ai traité dans mon cours de l'an dernier. Morosité due aux difficultés récentes rencontrées par les gigafactories européennes en raison du ralentissement du marché du véhicule électrique. Il faut ajouter à cela les difficultés rencontrées pour honorer le cahier de commandes et la concurrence chinoise. Comme souligné l'an dernier, la montée en puissance des chimies LiFePO_4 et $\text{LiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{PO}_4$, dont la Chine a quasiment le monopole, s'intensifie mettant en danger la souveraineté européenne. Moins médiatisée, certes, mais tout aussi cruciale, la technologie Na-ion se positionne comme une alternative plus vertueuse de l'environnement que le Li-ion en raison de l'abondance du sodium dans la nature. Cette technologie se trouve aujourd'hui sur la feuille de route de différentes entreprises avec déjà de nombreuses compagnies qui la commercialisent (TIAMAT en France, CATL et HiNa en Chine, Natron aux Etats-Unis). Le Na-ion qui concurrence le Li-ion en termes de puissance possède cependant une autonomie plus faible. Elle est actuellement convoitée pour des applications de puissance, comme tampon d'énergie renouvelable mais aussi pour la nouvelle génération de véhicules urbains, pour lesquels une charge rapide est préférée à une longue autonomie. Cependant, que se cache-t-il réellement derrière cette technologie en termes de matériaux et d'électrolytes ? Qu'en est-il au niveau de son coût et de son aspect sécuritaire ? Qu'en est-il au niveau de sa marge de progression ? Est-ce qu'une version tout solide Na-ion est réaliste ? Ce cours tentera de répondre à toutes ces interrogations.

La technologie Na-ion sera tout d'abord remise dans le contexte actuel des batteries. Puis, nous décrirons les différentes chimies sodium-ion basées sur des électrodes positives à base de composés polyanioniques, d'oxydes lamellaires ou de bleus de Prusse. Bien que le carbone soit l'électrode négative de choix pour la technologie Na-ion nous évoquerons les possibilités offertes par les alliages de sodium ou des électrodes de conversion. Nous traiterons dans un troisième temps l'électrolyte qui peut être liquide (organique ou aqueux) ou solide, ce qui nous conduit aux technologies Na-ion non-aqueuse, aqueuse et tout solide. Dans cette course vers des batteries plus vertueuses de l'environnement, l'état des recherches sur la technologie K-ion sera également passé en revue comme le retour à la technologie Fe-air qui suscite un regain d'intérêt.

Les cours seront suivis par des séminaires dédiés à l'apport de l'IA au niveau de l'assemblage des batteries (Alejandro FRANCO), à l'électrochimie des batteries Zn-MnO₂ (Véronique BALLAND) et Ca/Mg-ion (Rosa PALACIN), à l'étude des interfaces par des techniques de laboratoire (Ozlem SEL) ou grâce aux grands instruments (Sandrine LYONNARD), et aux problématiques de recyclage (Cyril AYMONIER). Un représentant de l'industrie, Hervé BEUFFE, CEO de TIAMAT, clôturera cette série de cours.

Lundi 3 février 2025

COURS – **Évolution des technologies Li-ion sur le plan recherche et marché : quelle position du Na-ion dans ce contexte ?**

SÉMINAIRE – Alejandro A. Franco (Professeur, UFR des Sciences, UPJV, Amiens, LRCS) - Du virtuel au réel : apport des jumeaux numériques dans la fabrication de batteries rechargeables

Lundi 10 février 2025

COURS – **Matériaux d'électrodes positives (polyanioniques, lamellaires, bleus de Prusse) pour les technologies Na-ion**

SÉMINAIRE – Ozlem Sel (Chargée de recherche CNRS, Collège de France, Paris) - Microbalance à Quartz Electrochimique (EQCM) et AC-Électrogravimétrie : À la Rescousse des Interfaces Electrochimiques

Lundi 17 février 2025

COURS – **Matériaux d'électrodes négatives (C, alliages, conversion) pour les technologies Na-ion**

SÉMINAIRE – Véronique Balland (Professeur, Université Paris Cité) - La batterie Zn/MnO₂ : en quête de réversibilité

Lundi 24 février 2025

COURS – **Les problématiques d'électrolytes, d'additifs, d'interfaces pour les technologies Na-ion avec les solutions apportées**

SÉMINAIRE – Rosa Palacín (Professeur, Institut des Sciences des Matériaux de Barcelone ICMAB-CSIC) - Batteries au Mg ou Ca : concept, évolution et état de l'art

Lundi 3 mars 2025

COURS – **De la technologie Na-ion liquide à tout solide : est-ce réaliste ?**

SÉMINAIRE – Cyril Aymonier (Directeur de recherche CNRS, directeur de l'Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux (ICMCM)) - Recyclage direct des batteries : focus sur la technologie sous- et supercritique

Lundi 10 Mars 2025

COURS – **Des technologies Na-ion aux technologies K-ion : Intérêt outre que celui de parcourir le tableau périodique ?**

SÉMINAIRES –

• Sandrine Lyonnard (Directrice de recherche CEA au Laboratoire Systèmes Moléculaires et nanoMatériaux pour l'Énergie et la Santé (SyMMES), Grenoble) - De l'atome à la cellule : regarder à l'intérieur des batteries avec les Grands Instruments

• Hervé Beuffe (CEO TIAMAT) - Vallée de l'espoir pour la filière Française Na-ion