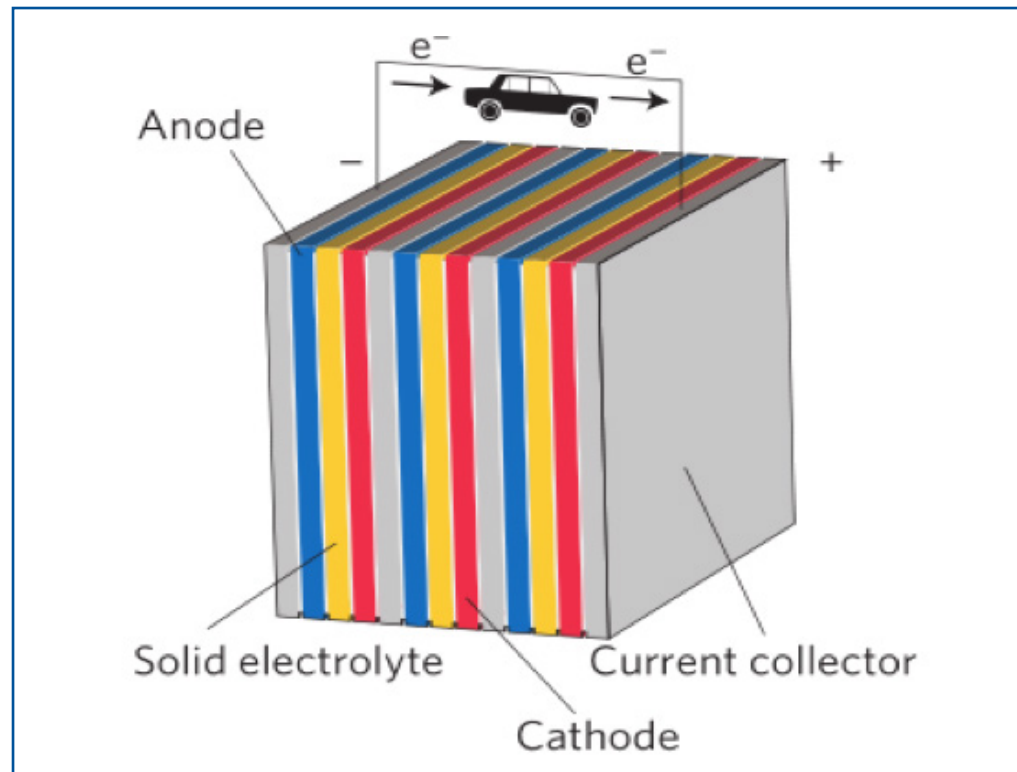


Jean-Marie TARASCON

CHAIRE DE CHIMIE DU SOLIDE ET DE L'ÉNERGIE

La batterie tout solide : entre idéalisme et pragmatisme

5 février > 11 mars 2024



Cours & séminaires

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

Amphithéâtre Guillaume Budé - Site Marcelin Berthelot.

Les batteries « tout solide » suscitent ces dernières années un engouement dans le monde des industriels de la batterie et des fabricants de voitures électriques, mais également au sein de nos institutions, si on en juge leur feuille de route qui prévoit l'arrivée à maturité de cette technologie à l'horizon 2030. Un grand nombre de PME voient le jour et de nombreux partenariats industriels se mettent en place pour se positionner sur un marché très lucratif. Cet engouement a même gagné l'Europe et la France au vu de l'aide financière apportée à la compagnie taïwanaise PROLOGIUM pour la construction d'une gigafactory visant à développer des batteries soi-disant « tout solide ». Cette technologie pourrait idéalement i) dépasser en termes de sécurité les batteries Li-ion classiques, mais également ii) permettre d'obtenir des densités d'énergie volumétriques plus élevées grâce à des configurations bipolaires et à l'utilisation de Li métallique.

Cependant, l'enthousiasme commence à fléchir à cause de la prise de conscience croissante des difficultés récurrentes liées aux interfaces se formant entre l'électrolyte solide (thiophosphate) et l'électrode positive (oxyde lamellaire) et également avec l'électrode négative (Li), sans mentionner les besoins en pression liés à son fonctionnement. La batterie tout solide ne devient-elle pas un « Graal » qui se dérobe ?

Ce cours tentera à son échelle de faire preuve de pragmatisme en évaluant les recherches actuelles intenses dans le domaine tout en distinguant réalités et effets d'annonces. Il replacera cette technologie dans son contexte historique et rappellera qu'elle a vu le jour dès les années 1970, sans grand succès, avant de connaître un nouvel élan grâce à la découverte de nouveaux conducteurs ioniques en 2013 ($\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$). Depuis, elle a capturé l'intérêt de tous les centres de recherche mondiaux sur les batteries, sans exception. Cet engouement a généré de nombreuses avancées tant au niveau de la conception de nouveaux conducteurs ioniques que de l'ingénierie des interfaces via des méthodes d'enrobage ou la création d'hétérostructures, qui seront d'ailleurs passées en revue dans le cours. Le passage au tout solide a également entraîné des innovations tant au niveau des techniques de caractérisation que de l'assemblage des cellules, notamment pour abaisser la pression et permettre l'utilisation d'une anode de Li, que l'on mentionnera.

Malgré cela l'impatience du monde industriel s'accroît, ce qui pousse à privilégier des technologies tout solide hybrides reposant sur l'utilisation de polymères, gels, ionogels voire de liquides. Il va de soi que cette dérive amène à des compromis au niveau des performances et suscite des questionnements au niveau de la valeur ajoutée finale du tout solide, ce qui sera discuté. Les cours seront suivis par des séminaires dédiés aux techniques analytiques (F. Kanoufi), aux propriétés mécaniques (C. Laberty), au design de nouveaux matériaux (C. Masquelier, M. Rosseinsky), aux procédés de fluoration (M. Dubois). Deux orateurs du monde de l'industrie (R. Bastien) et du monde des investisseurs (G. Bonhomme) clôtureront cette série de cours.

Lundi 5 février 2024

COURS – La technologie tout solide : de son début à son déclin jusqu'à sa renaissance récente liée à la découverte de nouveaux conducteurs ioniques

SÉMINAIRE – Christel Laberty-Robert (professeure, Sorbonne Université, LCMCP, animatrice de l'équipe RMES) - La mécanique des matériaux : une autre dimension pour le tout solide

Lundi 12 février 2024

COURS – Conducteurs ioniques : des oxydes aux thiophosphates, à l'argyrodite, et aux halogénures

SÉMINAIRE – Frédéric Kanoufi (directeur de recherche CNRS, Université Paris Cité, ITODYS) - Voir pour Prévoir : Microscopie Optique pour la Conversion d'Énergie Electrochimique

Lundi 19 février 2024

COURS – Batteries tout solide : un problème d'interface, de pression et de chimiomécanique

SÉMINAIRE – Christian Masquelier (professeur de chimie à l'UFR des Sciences de l'UPJV Amiens, LRCS) - La structure NaSICON : des conducteurs ioniques aux électrodes pour batteries. Vers des systèmes tout solide au sodium ?

Lundi 26 février 2024

COURS – Formulation et compatibilité des matériaux d'électrodes positives vis à vis des électrolytes

SÉMINAIRE – Marc Dubois (professeur, Université Clermont Auvergne, UFR Chimie) - Bénéfices pour les propriétés électrochimiques d'une fluoration gaz/solide spatialement localisée

Lundi 4 Mars 2024

COURS – Quelle électrode négative (Li, C, Si, etc.) pour les batteries tout solide ?

SÉMINAIRE – Matthew Rosseinsky, (professor and head of the chemistry department, University of Liverpool, England) - *Digital Routes to Inorganic Materials – A New Pathway for Ion Transport in Solids*

Lundi 11 Mars 2024

COURS – Versions hybrides du tout solide : un bon compromis ?

SÉMINAIRES –

- Rémi Bastien (CTO de la FISITA, ancien directeur Recherche & Innovation du groupe Renault) - L'hypermobilité peut-elle se passer d'énergie fossile ?
- Gaëtan Bonhomme (Managing Director, Breakthrough Energy Ventures Europe) - De l'innovation à l'industrialisation : potentiel du capital risque