

OFFRE DE THESE

Intitulé du sujet : Vers un nouveau concept de batterie protonique

Laboratoire : Laboratoire Interfaces et Systèmes Electrochimiques (LISE – UMR 8235)

Institution d'accueil : Sorbonne Université / CNRS (Paris)

Personne à contacter : Mireille Turmine (mireille.turmine@sorbonne-universite.fr)

Nature du financement : Contrat doctoral (début au 1^{er} Oct. 2020)

Collaborations : Ce projet sera réalisé dans le cadre d'une collaboration avec le groupe Interaction Hydrogène Matière (IHM, ICMPE, Thiais)

Description du projet de recherche

La gestion des énergies renouvelables propres et la mobilité électrique nécessitent de développer des systèmes de stockage d'énergie efficaces. Parmi ceux-ci, le stockage électrochimique est une approche incontournable pour la mobilité, s'appuyant particulièrement sur la technologie Li-ion qui couvre les applications ultra-mobiles et les véhicules électriques. D'autres technologies comme les batteries nickel-hydrure métallique (Ni-MH) sont pertinentes pour des applications alternatives comme les véhicules hybrides car elles offrent une haute densité énergétique volumétrique, une longue durée de vie tout en alliant durabilité, sécurité et coûts abordables. Bien qu'optimisées, elles sont intrinsèquement limitées par la capacité des matériaux d'anode actuels (alliages polysubstitués de type RT_x , $3,5 \leq x \leq 5$, où R correspond à des terres rares et T à des métaux de transition) et l'électrolyte aqueux alcalin corrosif (KOH). On observe ainsi une limitation de la densité énergétique spécifique (terres rares lourdes, fenêtre électrochimique étroite de l'eau) et de la durée de vie (corrosion).

Ce projet propose un nouveau concept de batterie protonique utilisant des liquides ioniques (LI) comme électrolytes. Les LI sont des sels fondus à température ambiante (T.A.) avec un faible point de fusion et une grande stabilité thermique que l'on peut diviser en deux familles : les LI aprotiques et les LI protiques lorsque le proton est labile. Les LI protiques peuvent être synthétisés facilement et à moindre coût. Ils possèdent une conductivité ionique suffisamment élevée ($> 1 \text{ mS.cm}^{-1}$ à T.A.) pour être considérés comme de bons électrolytes. Ainsi, le remplacement de l'électrolyte alcalin par des LI devrait permettre, d'une part, d'atténuer les problèmes de corrosion et d'autre part, d'utiliser des anodes plus légères faites de métaux $3d$ ou alcalino-terreux, souffrant de l'oxydation dans le KOH mais étant stables dans les LI. Enfin, comme la fenêtre électrochimique des LI protiques peut atteindre 4 V, cette approche permet d'utiliser des cathodes à plus haut potentiel, ouvrant ainsi la voie à un nouveau concept de batteries protoniques avec pour objectif de doubler la densité d'énergie, concurrençant le Li-ion avec l'avantage d'une plus grande sécurité concernant l'électrolyte (batterie H^+).

Pour atteindre ces objectifs ambitieux, il est indispensable de caractériser l'interface électrode négative/LI d'un point de vue fondamental (caractérisation de la réaction électrochimique) et en fonctionnement (comportement et dégradation en cyclage, corrosion calendaire). Les études de ces différents aspects seront le principaux objectifs de ce projet de thèse.

Champs scientifiques : Electrochimie ; Liquides Ioniques ; Energie

Profil du candidat : Diplôme de Master ou d'ingénieur avec une formation en électrochimie ; un bon niveau en anglais est nécessaire.