

Développement d'électrolytes polymères à conduction unipolaire via la polymérisation de solvants eutectiques profonds (DES)

Mattéo Claeys^a, Théo Deschamps^a, Matthieu Landa^{*a}

^a CEA-Liten, 17 Av. Des Martyrs, Grenoble, FRANCE

* adresse Email : matthieu.landa@cea.fr

Mots-clés : Batteries Lithium, électrolytes polymères single-ion, Deep Eutectic Solvent (DES), polymérisation de DES

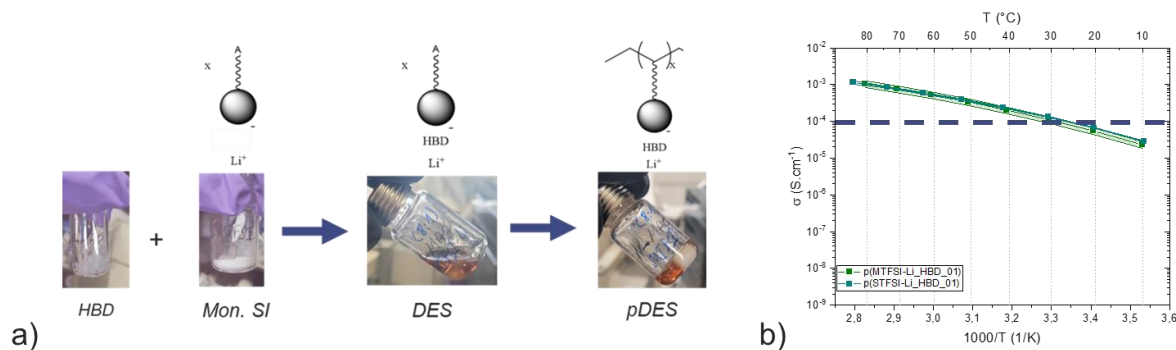
Résumé :

Les électrolytes polymères solides (SPE), obtenus par dissolution d'un sel de lithium dans une matrice polymère, représentent l'une des alternatives les plus prometteuses aux électrolytes liquides à base de solvants toxiques et inflammables dans les batteries lithium-ion. Cette substitution vise à améliorer la sécurité et la densité énergétique des systèmes de stockage, notamment pour accompagner l'essor des véhicules électriques.

Bien que les SPE présentent une meilleure stabilité chimique au contact du lithium métal que les électrolytes liquides, leur développement reste limité par une faible conductivité ionique à température ambiante, liée à la mobilité segmentaire des chaînes polymères, ainsi qu'un faible nombre de transport des cations.[1] Ce dernier résulte de la coordination des ions lithium avec le polymère, entraînant une conduction majoritairement assurée par les anions. À titre d'exemple, les électrolytes à base de poly(oxyde d'éthylène) (PEO) affichent une conductivité ionique de 10^{-6} S/cm à température ambiante et un nombre de transport d'environ 0,2. Cette conductivité peut atteindre 10^{-3} S/cm au-dessus de 60 °C.[1]

Pour surmonter ces limitations, plusieurs stratégies émergent, notamment l'incorporation de phases liquides conductrices formant des électrolytes gélifiés (GPE), capables d'améliorer la conductivité ionique à température ambiante. Parmi eux, les eutectogels utilisent des solvants eutectiques profonds (DES), constitués d'un sel de lithium et d'un donneur de liaison hydrogène (HBD), caractérisés par leur faible volatilité et leur ininflammabilité.[2] En parallèle, les électrolytes polymères single-ion, où seul le cation Li^+ est mobile grâce au greffage covalent du contre-ion sur la chaîne polymère, permettent d'augmenter le nombre de transport cationique.[3]

Dans notre présentation, nous explorerons le développement de nouveaux électrolytes polymères via une approche novatrice, reposant sur la polymérisation d'un solvant eutectique profond (DES) formé entre un monomère single-ion (combinant une fonction polymérisable et un groupement salifié) et un donneur de liaison hydrogène (HBD). L'électrolyte obtenu présente une conductivité unipolaire atteignant 0,1 mS/cm à température ambiante, ainsi qu'une bonne stabilité au contact du lithium métal. Nous étudierons l'impact des paramètres de formulation (nature du monomère, du HBD, et ratio molaire) sur les propriétés physico-chimiques et électrochimiques de l'électrolyte, en portant une attention particulière à la formation d'agglomérats de HBD dans le matériau.



a) Schéma de synthèse d'un électrolyte polymère par polymérisation d'un DES ; b) Conductivité ionique en fonction de la température pour deux électrolytes polymères obtenus par polymérisation de DES

Références :

- [1] Mindemark J, Lacey MJ, Bowden T, Brandell D. *Progress in Polymer Science* 2018; **81**, 114–43..
- [2] Kelchtermans A-S, Joos B, De Sloovere D, Paulus A, Mercken J, Mylavarapu SK, et al.. *ACS Omega* 2023; **8**, 36753–63.
- [3] Porcarelli L, Shaplov AS, Bella F, Nair JR, Mecerreyes D, Gerbaldi C. *ACS Energy Lett* 2016; **1**, 678–82..