

# Thèse en cotutelle

## Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie

### Synthèse et étude d'alliages (solutions solides riches en Li) pour anodes de batteries "tout-solide"

Recherche effectuée entre:

Labo 1: **LRCS**

Responsable : **Dominique LARCHER**

e-mail : [dominique.larcher@u-picardie.fr](mailto:dominique.larcher@u-picardie.fr)

Lab 2: **CSE – CdF**

Responsable : **Jean-Marie TARASCON**

e-mail : [jean-marie.tarascon@college-de-france.fr](mailto:jean-marie.tarascon@college-de-france.fr)

Le cadre général de cette thèse est la synthèse et étude d'alliages (solutions solides) à base de Li pour électrodes négatives d'accumulateurs au lithium, dans le but d'accroître leur réversibilité électrochimique. Nous nous attacherons tout particulièrement au contrôle de la croissance dendritique du lithium, phénomène qui limite considérablement son utilisation, que ce soit en configuration « électrolyte liquide organique » ou en système « tout-solide inorganique ».

Ces alliages (Li-Mg) seront préparés par des méthodes 1) métallurgiques, par fusion directe des métaux élémentaires, 2) électrochimiques, par réaction de Li avec Mg en cellules de laboratoire, 3) chimiques, comme par exemple par réaction de métathèse entre  $\text{Li}_3\text{N}$  et Mg. Ces matériaux seront étudiés par différentes techniques d'analyses afin d'en vérifier la pureté chimique (AA, ICP, DSC), la nature cristallographique (DRX), et la morphologie (microscopies optique et électronique). L'évolution de ces matériaux au cours du cyclage sera suivie par différentes méthodes électrochimiques (Galvano, GITT, CV ...) et par des techniques in-situ, dans des cellules classiques ou spécifiquement conçues, en version « liquide » et « tout-solide ». Pour les versions « batteries tout-solide », la mise en forme des électrodes sera un point essentiel à étudier à ce stade.

En parallèle, cette étude pourra bénéficier des spécificités cristallographiques du diagramme de phase du système Li-Mg (i.e. solutions solides étendues) afin 1) d'étudier certains aspects cinétiques tels que le temps de retour à l'équilibre (i.e. alliage homogène) suite à une charge/décharge rapide du matériau, et 2) de déterminer l'impact individuel du changement de volume de l'électrode, de celui de la maille cristalline, et de possibles transitions de phases, sur la réversibilité au long terme de ces électrodes métalliques. Ici aussi, l'étude comparative « liquide » vs. « tout-solide » pourra être riche d'informations.

Cette thèse, financée par le réseau R2SE, sera effectuée entre le LRCS (Dominique Larcher, Mathieu Morcrette) et le Collège de France (Jean-Marie Tarascon). Elle bénéficiera des équipements et de l'expertise de l'Unité de Prototypage du réseau RS2E sise à Amiens (François Rabuel, Tristan Lombard, Romain Dugas), en particulier pour le design de cellules de test en configuration « batteries tout-solide ».

Au-delà de la curiosité et de solides bases en physico-chimie des matériaux, le(la) doctorant(e) devra faire preuve de créativité expérimentale et d'une forte aptitude au travail d'équipe et au partage des idées/connaissances. Ces points sont des pré-requis essentiels.