

# Soutenance de Thèse



LABORATOIRE de MÉCANIQUE et GÉNIE CIVIL

**Max Sonzogni**



**Vendredi 24 novembre à 14h00**

Amphithéâtre Jean-Jacques Moreau  
860, rue de Saint Priest, Bat. 2  
34090 Montpellier

**« Modélisation du calandrage des électrodes Li-ion en tant que matériau granulaire cohésif: des propriétés des grains aux performances de l'électrode »**

**Thèse réalisée en cotutelle avec le CEA Cadarache**

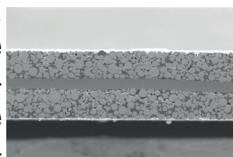
Le jury international sera composé de :

- Jean-Noël ROUX, Chercheur IFSTTAR, Laboratoire Navier, Université Gustave Eiffel - Rapporteur
- Vanessa MAGNANIMO, Professeure, Université de Twente (NL) - Rapporteur
- Olivier MILLET, Professeur, Université de La Rochelle - Examineur
- Yvan REYNIER, Ingénieur chercheur CEA, LITEN, CEA-Grenoble - Examineur
- Sébastien MARTINET, Ingénieur chercheur CEA, LITEN, CEA-Grenoble - Examineur
- Farhang RADJAI, Directeur de recherche, CNRS-LMGC - Directeur de thèse
- Katerina IOANNIDOU, Directrice de recherche, CNRS-LMGC - Co-directrice de thèse
- Jean-Mathieu VANSON, Ingénieur chercheur CEA, IRESNE, CEA-Cadarache - Co-encadrant

## Résumé

Les batteries Li-ion trouvent leurs applications dans de multiples domaines de la vie courante. Leur performances, telles que la vitesse de charge et la capacité de stockage de l'énergie, sont fortement influencées par la microstructure des électrodes et donc par leur procédé de fabrication, en particulier une étape de compaction appelée calandrage au cours de laquelle l'épaisseur de l'électrode est réduite entre deux cylindres en rotation. Cependant, cette étape de compaction augmente également la tortuosité de l'électrode, diminuant la vitesse de charge/décharge de la batterie ; un compromis est donc recherché entre capacité de stockage de l'énergie et vitesse de charge.

La microstructure de l'électrode s'apparente à un milieu granulaire composé de particules actives et d'une matrice poreuse de liant polymère. Cette thèse s'attache à modéliser l'électrode et le procédé de calandrage par une approche numérique discrète. La démarche proposée intègre une étude de l'influence de la cohésion entre les grains, de la pression de confinement et de la vitesse de compaction sur la porosité, la microstructure et les propriétés mécaniques des électrodes. Une étude paramétrique détaillée a permis d'établir une loi d'échelle pour la porosité en fonction d'un nombre sans dimension, d'étudier l'influence des paramètres sur la microstructure et de les relier aux conductivités électriques et ioniques.



## Abstract

Li-ion batteries are used in many areas of everyday life. Their performance, such as charging rate and energy storage capacity, is strongly influenced by the microstructure of the electrodes and therefore by their manufacturing process, in particular a compaction step called calendering during which the thickness of the electrode is reduced between two rotating cylinders. However, this compaction step also increases the electrode's tortuosity, reducing the battery's charge/discharge rate; a compromise is therefore sought between energy storage capacity and charging rate. The electrode microstructure is a granular medium composed of active particles and a porous matrix of polymer binder. The aim of this thesis work is to model the electrode and the calendering process using a discrete numerical approach, with the goal of better understanding the influence of inter-particle cohesion, confining pressure and compaction rate on the porosity, microstructure and mechanical properties of the electrodes. By means of a detailed parametric study, a scaling law is established for porosity as a function of a dimensionless number, and the influence of the parameters on microstructure is studied and linked with electrical and ionic conductivities.

