



HAL
open science

Influence du procédé de fabrication d électrodes de batterie sur les caractéristiques d électrodes et les performances électrochimiques

Jean-Baptiste Guy, Benoit Chavillon, Sebastien Martinet, Willy Porcher, Eric Mayousse, Sophie Chazelle, Frédéric Bossard

► To cite this version:

Jean-Baptiste Guy, Benoit Chavillon, Sebastien Martinet, Willy Porcher, Eric Mayousse, et al.. Influence du procédé de fabrication d électrodes de batterie sur les caractéristiques d électrodes et les performances électrochimiques. Colloque annuel du GFECI, Mar 2023, Biarritz, France. cea-04939336

HAL Id: cea-04939336

<https://cea.hal.science/cea-04939336v1>

Submitted on 10 Feb 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Influence du procédé de fabrication d'électrodes de batterie sur les caractéristiques d'électrodes et les performances électrochimiques

Jean-Baptiste GUY^a, Benoit CHAVILLON^a, Sophie CHAZELLE^a, Frederic BOSSARD^b,
Eric MAYOUSSE^a, Willy PORCHER^a, Sebastien MARTINET^a

^a Université Grenoble Alpes, CEA-Liten, Grenoble, France.

^b Université Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP (Institute of Engineering Univ. Grenoble Alpes), LRP, Grenoble, 38000, France.

Les différents projets de gigafactories ainsi que l'annonce récente de l'ouverture d'une mine de lithium en France montrent que le secteur des batteries Li-ion est en plein essor. Malgré des technologies de rupture comme les batteries tout solide qui mobilisent beaucoup d'effort de recherche, la technologie liquide actuelle Li-ion est loin d'être dépassée. Peu d'études relatives à la fabrication des électrodes sont publiées, bien qu'elles soient clé pour l'augmentation de la teneur de matière active, de l'extrait sec ainsi que l'augmentation de la densité d'énergie ou pour limiter les coûts de fabrication (limiter les rebuts, nécessiter moins de solvants, ...).

Les objectifs de ces travaux de thèse sont de comprendre et d'améliorer le procédé de fabrication dans son ensemble et dès la fabrication de l'encre, afin d'obtenir les meilleures performances possibles en fonction du matériau utilisé. Dans un premier temps, l'étude s'effectue en formulation aqueuse pour des électrodes négatives en graphite mais elle sera étendue par la suite à l'électrode positive en formulation organique. L'électrode négative est très intéressante d'un point de vue étude fondamentale de par ses spécificités qui limitent le fonctionnement en charge rapide des cellules avec un risque de dépôt de lithium métallique. La composition de base de cette électrode est de 96.5% de graphite (mélange de graphite naturel et artificiel à 90/10), 1.3% de Na-CMC, 1.7 % de latex et 0.5% de conducteur électronique.

Grace à des résultats préliminaires ou issus de la littérature, onze paramètres influents ont été sélectionnés. Leur impact sera déterminé en croisant des expériences et en les faisant varier. Dans une logique d'optimisation des manipulations en conservant des résultats pertinents, une approche par plan d'expérience est réalisée pour pouvoir étudier ce nombre important de paramètres. En dehors de la matière active et du mélangeur utilisé, les paramètres se regroupent en trois catégories :

- La CMC (CarboxyMéthylCellulose), Avec la masse molaire, le degré de substitution ainsi que sa teneur.
- Les conducteurs électroniques, la teneur ainsi que la nature (nanotube, nano-sphère et plaquettaire)
- Les conditions de fabrication comme la vitesse d'enduction, la porosité ou le grammage.

Afin de déterminer leurs influences, des caractérisations sont réalisées durant toute la réalisation des électrodes. Les encres sont analysées par rhéologie mais aussi au MEB, les propriétés mécaniques des électrodes sont observées ainsi que leur structuration, résistivité électronique mais aussi tortuosité. Dans un dernier temps les électrodes obtenues sont assemblées en cellules et des tests électrochimiques de cyclage et de tenue en puissance sont réalisés.

Plus précisément, les courbes d'écoulement obtenues avec les différentes encres seront comparées, pour cela l'utilisation d'un modèle s'est avérée nécessaire. Le modèle existant (Carreau) n'étant pas adapté à un système « encre de batterie », une modification de ce dernier a permis de décrire au mieux les différentes courbes comme le montre la figure 1. L'extraction des paramètres permettant de comparer les encres entre elles selon le changement de composition ou de préparation.

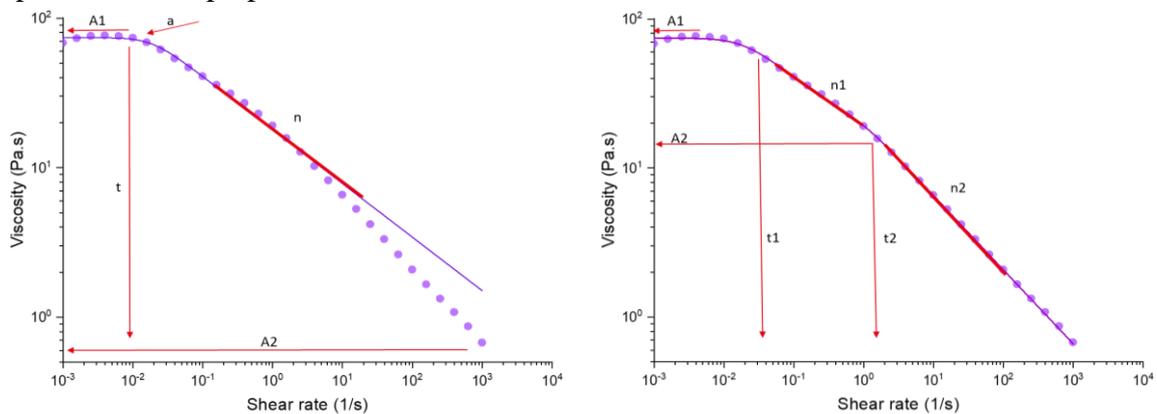


Figure 1 : Courbe d'écoulement décrite avec le modèle de Carreau (gauche) et le modèle modifié qui s'adapte aux encres de batteries (droite)

La tortuosité est aussi un paramètre particulièrement sensible par rapport à la problématique de charge/décharge rapide [1] ; ce paramètre est mesuré par impédance électrochimique en configuration électrode bloquante et correspond à la mesure de la distance à parcourir pour les ions afin de traverser une électrode (Figure 2). [2]

Suite à cette première approche pour évaluer les paramètres les plus influents, un second plan d'expériences, plus précis, sera réalisé en se concentrant sur les paramètres les plus impactant identifiés auparavant. Ce second plan donnera des résultats quantitatifs voir prédictifs, pouvant permettre de déterminer les conditions et les formulations optimales en fonction des résultats souhaités et des régimes de charge et de décharge visés.

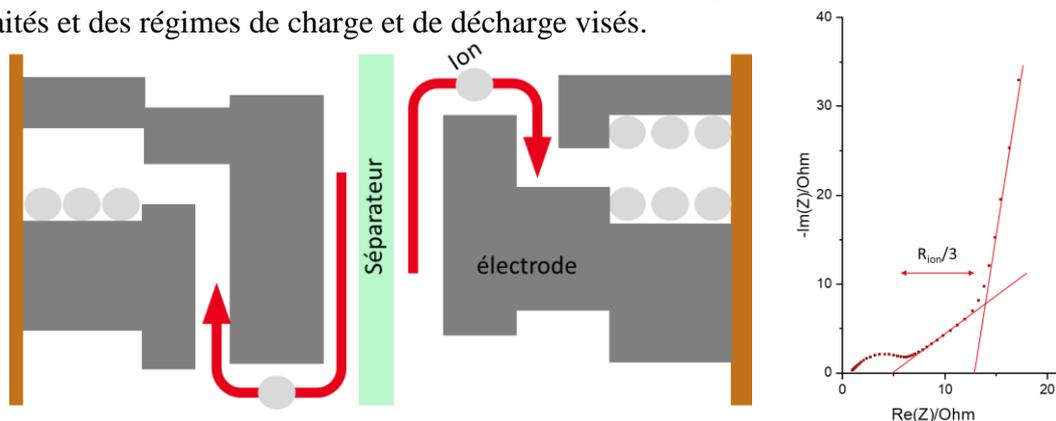


Figure 2 : Schéma de la tortuosité d'une électrode, cellule symétrique (gauche) exemple de spectre d'impédance électrochimique pour une cellule en configuration bloquante (droite)

- [1] D. Griebl, A. Adam, K. Huber, and A. Kwade, "Effect of the Slurry Mixing Process on the Structural Properties of the Anode and the Resulting Fast-Charging Performance of the Lithium-Ion Battery Cell," *J. Electrochem. Soc.*, vol. 169, no. 2, p. 020531, 2022, doi: 10.1149/1945-7111/ac4cdb.
- [2] J. Landesfeind, J. Hattendorff, A. Ehrl, W. A. Wall, and H. A. Gasteiger, "Tortuosity Determination of Battery Electrodes and Separators by Impedance Spectroscopy," *J. Electrochem. Soc.*, vol. 163, no. 7, pp. A1373–A1387, 2016, doi: 10.1149/2.1141607jes