

Composites carbone-carbone pour batteries sodium-ion : étude de la composition de surface des xérogels de carbone

Zoé Deckers,^{1*} Berke Karaman,¹ Hélène Tonnoir,² Bryan Carré,¹ Alexandre Léonard,¹ Jimena Castro-Gutiérrez,³ Driëlle Müller,¹ Alain Celzard,^{3,4} Vanessa Fierro,³ Da Huo,² Raphaël Janot,² Nathalie Job¹

¹ Department of Chemical Engineering - University of Liège, 4000 Liège, Belgique

² Laboratoire de Réactivité et Chimie des Solides - LRCS, UMR7314 CNRS, UPJV, Amiens, France

³ Université de Lorraine, CNRS, Institut Jean Lamour - IJL, 88000, Épinal, France

⁴ Institut Universitaire de France - IUF, 75231, Paris, France

*Auteur de correspondance : Z.Deckers@uliege.be

Les batteries sodium-ion pourraient répondre à la demande accrue de stockage d'énergie grâce à la grande disponibilité du sodium partout dans le monde.¹ L'électrode négative de la batterie sodium-ion reste un sujet délicat car le graphite, matériau classique des systèmes lithium-ion, n'intercale pas efficacement le sodium.² D'autres matériaux carbonés tels que les carbones durs sont prometteurs et ont montré des capacités de 300 mAh/g dans la littérature.¹ Néanmoins, leurs surfaces spécifiques sont souvent élevées, donnant lieu à une formation de Solid Electrolyte Interphase (SEI) importante au 1^{er} cycle.³ Dans des études précédentes^{4,5}, des xérogels de carbone (XC), *i.e.* des carbones durs micro-mésoporeux qui possèdent une texture poreuse contrôlable⁶, ont été produits à partir de la pyrolyse d'une résine phénolique. Une couche de carbone secondaire a ensuite été déposée par dépôt chimique en phase vapeur (CVD), en utilisant de l'éthylène comme précurseur, afin de couvrir les micropores et diminuer la formation de la SEI.⁶ L'étude de ces composites carbone-carbone a montré que la présence de micropores fermés inaccessibles à l'électrolyte est bénéfique au stockage des ions sodium.^{4,5}

Dans ce travail, l'étude des composites a été approfondie en investiguant l'impact de la composition de la surface des XC sur les performances électrochimiques, en particulier sur la formation de la SEI. Plus précisément, l'effet de la présence d'oxygène à la surface des XC a été étudié *via* deux post-traitements : (i) une oxydation sous air (temps variable)⁷ et (ii) une réduction sous hydrogène dilué (température variable). Ces XC traités ont ensuite été couverts par une couche de carbone secondaire par CVD afin de fermer la microporosité. Les différents échantillons ont été caractérisés par des techniques physico-chimiques et utilisés pour produire des électrodes en voie aqueuse.⁸ Des piles boutons ont ensuite été assemblées et soumises à des caractérisations électrochimiques. Les résultats ont montré que l'oxydation augmente la capacité irréversible au 1^{er} cycle tout en maintenant une efficacité coulombique initiale identique tandis que la réduction ne modifie pas les résultats de façon significative. De manière frappante, le traitement par CVD permet d'homogénéiser les performances des XC possédant différentes compositions de surface, ce qui signifie que, en plus de fermer les micropores, la couche de carbone secondaire élimine toute influence des fluctuations de la composition de surface.

Références

1. K. Kubota, S. Komaba., *J. Electrochem. Soc.* **2015**, 162, A2538.
2. X. Dou *et al.*, *Mater. Today* **2019**, 23, 87.
3. E. Irisarri, A. Ponrouch, M.R. Palacin., *J. Electrochem. Soc.* **2015**, 162, A2476.
4. B. Karaman *et al.*, *Carbon* **2024**, 225, 119077.
5. B. Karaman *et al.*, *Carbon* **2026**, 246, 120841.
6. M-L.C. Piedboeuf *et al.*, *Micropor. Mesopor. Mater.* **2019**, 275, 278.
7. M-L.C. Piedboeuf *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2020**, 12, 36054.
8. A.F. Léonard, N. Job., *Mater. Today Energy* **2019**, 12, 168.