

Contrôle de la porosité de xérogels de carbone poreux via l'ajout de tensioactifs non-ioniques

Alexandre F. Léonard*, Jean-Paul Pirard, Nathalie Job

Université de Liège, Laboratoire de Génie Chimique (B6a), B-4000 Liège, Belgium
(*alexandre.leonard@ulg.ac.be)

Les xérogels de carbone sont des candidats prometteurs en tant que matériaux d'anodes pour des batteries Li-ion de haute performance. En effet, leur capacité spécifique dépasse largement celle du carbone graphitique, couramment utilisé pour de telles applications. Cependant, l'emploi de tels matériaux nécessite au préalable de diminuer la capacité irréversible élevée observée lors du premier cycle d'insertion-désinsertion. Pour ce faire, et afin d'améliorer les performances en termes de durabilité, il est important de contrôler à la fois les paramètres structuraux et texturaux de ces matériaux. La polymérisation et la pyrolyse de gels aqueux Résorcinol-Formaldéhyde mène typiquement à des matériaux carbonés bimodaux, constitués de nodules microporeux délimitant des vides méso-voire macroporeux.[1] La taille de ces derniers dépend à la fois de la composition de la solution de précurseurs (pH, principalement) et du procédé de séchage. Dans les matériaux d'insertion employés en tant qu'électrodes de batteries secondaires, la diffusion des ions Li^+ est souvent une étape limitante de vitesse, et une diffusion optimale nécessite l'ajustement de la taille des méso- ou macropores.[2-3] Cette étude illustre le contrôle des paramètres texturaux de xérogels RF méso-microporeux préparés par séchage sous vide via l'ajout de surfactants non-ioniques (Brij S10 / Brij S20) et copolymères blocs (Pluronic F127) à la solution de précurseurs préparée avec différents ratios molaires Résorcinol/Carbonate (R/C).

La structure des matériaux finaux pyrolysés n'est pas affectée. De même, au le volume microporeux, déterminé par adsorption-désorption d'azote, reste dans une gamme constante de $0,30 \text{ cm}^3/\text{g}$, valeur similaire à celle obtenue pour les xérogels de carbone préparés par séchage évaporatif. Toutefois, dans le cas des mésopores, l'ajout de tensioactifs non-ioniques provoque une augmentation de la taille des pores (de ~ 35 à ~ 50 nm pour $R/C = 1000$ et de ~ 10 à ~ 14 nm pour $R/C = 500$). Le volume de pores $>7,5$ nm, déterminé par porosimétrie d'intrusion mercurique, est accru également avec des valeurs avoisinant $1,8 \text{ cm}^3/\text{g}$ et $0,75 \text{ cm}^3/\text{g}$ pour les carbones préparés respectivement avec des rapports R/C de 1000 et 500. La densité apparente, déterminée par pycnométrie au mercure, est dès lors diminuée par comparaison aux xérogels préparés sans tensioactif. Mentionnons que ces caractéristiques sont par ailleurs maintenues lorsque les synthèses sont menées à plus grand échelle, c'est-à-dire 20 g de matériau final en un seul batch.

L'explication possible de cette augmentation de la taille des pores en présence d'un tensioactif réside dans le fait que ce dernier limite probablement le retrait du squelette polymérique qui a lieu lors de l'étape de séchage sous vide. Cette observation est importante dans la mesure où il sera possible, via cette voie de synthèse, d'adapter la plus finement taille des mésopores pour une diffusion optimale d'ions Li^+ lorsque ces carbones seront employés en tant que matériaux d'anodes pour batteries Li-ion. En outre, ce gain d'accessibilité pourra être mis à profit pour étendre le spectre d'applications de tels matériaux, notamment en tant que supports de catalyseurs.

1. N. Job, A. Théry, R. Pirard, J. Marien, L. Kocon, J.-N. Rouzard, F. Béguin, J.-P. Pirard, *Carbon* **43**, 2481 (2005).
2. M.D. Levi et al. *J. Phys. Chem. B* **101**, 4641 (1997).
3. F. Cheng et al. *Chem. Mater.* **20**, 667 (2008).