
Fonctionnalisation par polymérisation plasma de monolithes de carbone à porosité hiérarchisée

DIRECTEUR DE THÈSE : JULIEN PARMENTIER

CO-ENCADRANTE : FLORENCE BALLY - LE GALL

INSTITUT DE SCIENCE DES MATÉRIAUX DE MULHOUSE - IS2M - UMR 7361

UNIVERSITE DE HAUTE-ALSACE, 15 RUE JEAN STARCKY - BP 2488, 68057 MULHOUSE TEL : 03 89 60 87 45 ;

E-MAIL : JULIEN.PARMENTIER@UHA.FR

Les matériaux carbonés poreux sont présents dans de nombreux domaines d'application tels que la catalyse (support de catalyseurs), la dépollution de l'eau et des gaz, le stockage / séparation des gaz et le stockage d'énergie. Ils ont l'avantage avec un coût relativement faible de pouvoir être préparé aisément à partir de précurseurs biosourcés et sous forme monolithique. De plus, ils présentent une large gamme de porosités accessibles allant du domaine nanométrique (avec des micropores (diamètre $\varnothing < 2$ nm) et/ou des mésopores (2 nm $< \varnothing < 50$ nm)) au domaine micrométrique voire millimétrique. Ces trois types de porosité peuvent être agencées au sein des matériaux carbonés (porosité hiérarchisée) de manière à faciliter la diffusion des espèces au sein du monolithe. Le contrôle de la taille de ces pores est possible dans un large domaine excepté celui des larges mésopores.

Pour améliorer les performances de ces matériaux poreux massifs et étendre leur domaine d'application, une fonctionnalisation de leur surface (interne) est souvent réalisée mais son contrôle est rendu difficile par des problèmes de diffusion des espèces réactives dans la tortuosité du matériau. De nombreux procédés existent pour fonctionnaliser ce type de matériaux et parmi eux la polymérisation plasma a rarement été investiguée. Elle est censée conduire à un dépôt d'un film mince de polymère fonctionnel (typiquement d'une épaisseur de quelques dizaines de nanomètres sur une surface plane). Ce procédé vert, s'opérant en phase gazeuse, permet de s'affranchir de l'utilisation de tout solvant; il est rapide et permet d'apporter des groupements fonctionnels très variés à la surface du matériau (groupements hydrophiles, hydrophobes...). Cependant, les limitations de fonctionnalisation de ce procédé, en particulier sur les surfaces internes de matériaux massifs poreux et conducteurs de l'électricité comme les matériaux carbonés ne sont toujours pas connues.

L'objectif de ce projet est donc de développer de nouveaux carbonés à porosité hiérarchisée fonctionnalisés par polymérisation plasma. La versatilité des synthèses sol/gel (résine phénolique) associée à des procédés de décomposition spinodale et soft- (ou hard-) template permettra d'obtenir des monolithes avec des porosités, contrôlées dans un large domaine de taille, et organisées de manière hiérarchisée. Ces matériaux modèles permettront alors d'identifier les paramètres clés de la fonctionnalisation dans ce type de matériau et de mieux comprendre les mécanismes de polymérisation plasma mise en œuvre au sein d'un matériau poreux conducteur. Les matériaux carbonés, avant et après fonctionnalisation, seront caractérisés par un panel de techniques d'analyse disponibles au laboratoire.

Ce travail sera réalisé en collaboration à l'Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) entre l'axe Carbone et Matériaux Hybrides (CMH) et l'axe Ingénierie des Polymères Fonctionnels (IPF) spécialisés respectivement dans le domaine des carbonés poreux et de la polymérisation plasma.