

Électrodes de carbone poreux induites par carbonisation laser : une plateforme pour les capteurs, le stockage d'énergie et la catalyse

DIRECTEUR DE THESE : JULIEN PARMENTIER

INSTITUT DE SCIENCES DES MATERIAUX DE MULHOUSE, 15 RUE JEAN STARCKY - BP 2488, 68057 MULHOUSE CEDEX

TEL : 03 89 60 87 45 ; E-MAIL : JULIEN.PARMENTIER@UNIV-MULHOUSE.FR

Les matériaux carbonés poreux combinent stabilité chimique, bonne conductivité et surface spécifique élevée, ce qui en fait des d'excellents candidats pour les capteurs, la catalyse et le stockage d'énergie électrochimique (supercondensateur). La conversion de la matière organique en carbone (carbonisation) est généralement réalisée dans des fours avec des traitements thermiques longs. L'écriture laser sur des films de polymères (Direct Laser Writing - DLW) permet elle une carbonisation directe en films carbonés graphéniques (Laser-Induced Graphene LIG) hautement conducteur et présentant une porosité hiérarchisée. Ce procédé économe en énergie, réalisé sur substrats rigides ou flexibles permet donc d'obtenir rapidement des électrodes carbonées poreuses.

Un travail de master réalisé à l'IS2M en 2025 a montré, qu'en incorporant des sels métalliques (Ni, Cu, Co) dans les films polymériques, on obtient par carbonisation laser des films carbonés graphéniques poreux avec une dispersion homogène et nanométrique de la phase métallique catalytique (Figures 1). Cette approche simple avec un gain de temps considérable, ouvre la voie à des électrocatalyseurs performants, des capteurs sensibles et des dispositifs de stockage de l'énergie dans des microsupercondensateurs.

Le projet de cette thèse vise à comprendre les mécanismes de carbonisation propres au procédé DLW (via Raman, XPS, TEM), en l'absence ou présence d'une phase métallique, afin d'optimiser la formation du LIG poreux selon l'application visée. Les résultats attendus portent sur le développement d'électrodes hautement conductrices, poreuses et fonctionnalisées, qui pourraient être intégrées dans des dispositifs flexibles et portables ouvrant la voie à de brevets, collaborations industrielles et projets de thèse autour de la catalyse, des capteurs pour la santé et du stockage/conversion d'énergie.

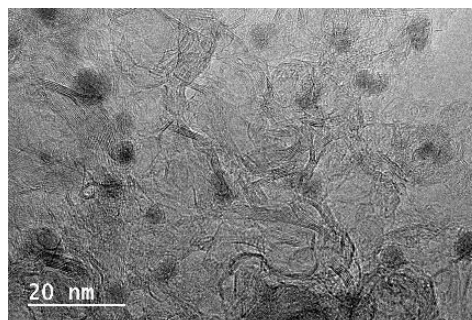
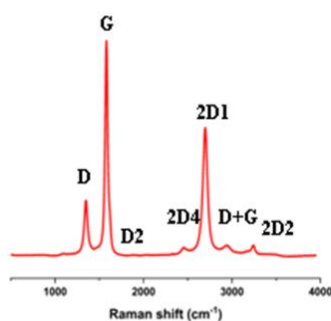


Figure 1 : spectre Raman mettant en évidence la formation du graphène après carbonisation laser (a), micrographie obtenue par microscopie électronique à transmission montrant les feuillets graphéniques et les nanoparticules métallique (ici CuO).