

## Vers de nouveaux réflecteurs de neutrons lents en combinant nanodiamants fluorés ultrapurs et graphite fluoré

**M. Dubois**<sup>1</sup>, K. Henry<sup>1,2</sup>, T. Gaudisson<sup>3</sup>, V. Pischedda<sup>3</sup>, S. Le Floch<sup>3</sup>, V. Nesvizhevsky<sup>4</sup>, A. Bosak<sup>5</sup>, N. Batische<sup>1</sup>, E. Petit<sup>1</sup>, et B. Vigolo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université Clermont Auvergne, CNRS, ICCF UMR 6296, 24 av. Blaise Pascal, 63178 Aubière

<sup>2</sup>Université de Lorraine, Institut Jean Lamour, UMR 7198, allée André Guinier 545000 Nancy

<sup>3</sup>Université Claude Bernard - Lyon 1, Institut Lumière matière, UMR 5306 10 rue Ada Byron  
69622 Villeurbanne

<sup>4</sup>Institut Max von Laue – Paul Langevin, 71 av. des Martyrs, 38042 Grenoble

<sup>5</sup>European Synchrotron Radiation Facility, 71 av. des Martyrs, 38042 Grenoble

[marc.dubois@uca.fr](mailto:marc.dubois@uca.fr)

De grandes avancées sur la compréhension fondamentale de la matière et dans la conception de matériaux, sur les processus biochimiques dans les cellules vivantes et les diagnostics, sur la supraconductivité et la physique nucléaire ont été rendues possibles ces dernières années grâce à l'application de l'instrumentation neutronique. Avec la tendance mondiale d'augmenter la gamme de neutrons utiles vers des vitesses (énergies) plus faibles, les progrès dans ce domaine sont limités par la forte diminution des flux de neutrons lents (NL) disponibles qui est causée par les propriétés des réflecteurs de neutrons. Indépendamment du choix des matériaux, leur caractéristique commune est qu'ils sont composés d'atomes, qui sont séparés par des distances de l'ordre de l'Ångström. Dès que la longueur d'onde des neutrons atteint cette valeur, les neutrons ne sont presque plus diffusés par les atomes ; ils pénètrent à travers le réflecteur sans beaucoup interagir avec son matériau. Ces neutrons sont perdus. Notre stratégie consiste à imiter les réflecteurs "normaux" en remplaçant les atomes/noyaux par des nanoparticules de matériaux à faible absorption et à forte diffusion, ce qui modifie l'échelle de longueur caractéristique. Les nanodiamants de détonation (NDDs), dont la taille moyenne des particules est de 4-5 nm, sont les réflecteurs les mieux adaptés pour les NL dont la vitesse est comprise entre 10 et 160 m/s, grâce au mécanisme de diffusion multiple sur les nanoparticules.<sup>[1-2]</sup> Les caractéristiques particulières des NDDs sont le potentiel optique neutron-noyau le plus élevé (responsable de la diffusion), la disponibilité avec des tailles presque optimales de 4-5 nm et une distribution de tailles relativement étroite, ainsi qu'une résistance extrêmement élevée aux conditions de radiation. Néanmoins, les NDD contiennent des impuretés métalliques qui deviendraient radioactives lorsqu'elles sont exposées à des flux de neutrons ; elles doivent donc être éliminées par chloration. La teneur en hydrogène (absorbant les neutrons) et la capacité d'absorption de l'eau doivent également être réduites. La fluoration des NDDs à l'aide du fluor moléculaire F<sub>2</sub> est efficace pour ces objectifs.<sup>[3-4]</sup> Afin de combler totalement le gap de réflectivité existant actuellement, le graphite fluoré est également considéré comme un réflecteur de neutrons lents. Sa distance inter-feuillet  $d$  doit être la plus grande possible et la phase structurale (C<sub>2</sub>F)<sub>n</sub> doit être synthétisée ( $d = 9$  Å contre 3,35 Å pour le graphite). Que ce soit pour la purification de NDDs ou l'augmentation de  $d$  dans un matériau carboné, la chimie du fluor inorganique constitue la seule alternative et doit être adaptée aux objectifs et aux matériaux différents.

### Références

- [1] V. Nesvizhevsky et al. Carbon, 2018, 130, 799 – 805.
- [2] A. Bosak et al. Materials 2020, 13(15), 3337.
- [3] M. Herraiz et al J. Phys. Chem. C 2020 ,124 (26), 14229-14236.
- [4] M. Dubois et al. Solid State NMR 2011, 40, 144.