



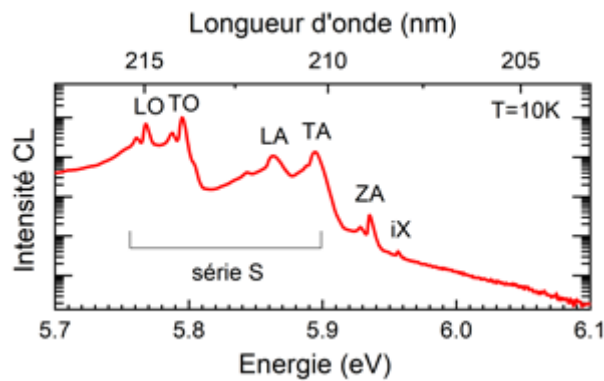
GEMaC

Groupe d'Étude
de la Matière Condensée

SEMI-CONDUCTEURS 2D

Les propriétés optiques des matériaux à base de nitrure de bore sont un sujet de recherche au sein de l'équipe DIAM depuis 2006. Comme le diamant, le nitrure de bore hexagonal hBN possède une large bande interdite (6.25 eV) mais fait partie de la famille des semiconducteurs 2D dont les propriétés originales ont été découvertes en 2010 peu après celles du graphène.

Excitons



Spectre de cathodoluminescence de la série S de l'exciton libre dans hBN

Les outils de spectroscopie développés initialement pour le diamant ont permis de bâtir une expertise sur les propriétés optiques des semiconducteurs 2D. Des études pionnières sur le nitrure de bore hexagonal hBN 3D, ses couches atomiques 2D ainsi que sur les nanotubes 1D ont été menées. Dans ces structures cristallines en hybridation sp^2 , les propriétés optiques sont gouvernées par la présence d'excitons très stables: leur énergie de liaison est de 300 meV dans hBN et de 2 eV dans la monocouche BN. Ces excitons 2D mettent en défaut les approches habituellement utilisées en physique des semiconducteurs, leurs propriétés originales sont décrites par des méthodes ab-initio.

Collaborations

Au sein du laboratoire, la thématique des semiconducteurs 2D fait l'objet de plusieurs collaborations. Avec l'équipe NSP, pour étudier le phosphore noir et ses applications en optoélectronique visible-infrarouge. Avec l'équipe OEN, pour les expériences d'optique quantique sur les centres colorés de hBN.

En région Ile-de-France, l'équipe entretient sur ces sujets une collaboration de longue date avec le LEM, CNRS – ONERA (A. Loiseau), en particulier pour les aspects théoriques et les études structurales par microscopie électronique en transmission.

Plus largement, l'équipe a été sollicitée pour rejoindre le consortium européen du projet Graphene Flagship en 2018 et développer les caractérisations optiques des matériaux 2D synthétisés au niveau européen. Il s'agit en effet d'exploiter le graphène dans des composants industrialisables.

Hétérostructures

Très sensible à leur environnement, les couches atomiques donnent le meilleur de leurs propriétés dans les composants lorsqu'elles sont prises en sandwich dans des cristaux de hBN. Ces hétérostructures de semiconducteurs 2D font l'objet d'intenses recherches

au niveau mondial, prolongeant la physique des puits quantiques semiconducteurs en offrant de nouveaux degrés de liberté dans les interactions entre couches atomiques. Au coeur de ces empilements actuellement à l'étude au laboratoire, hBN alterne avec le graphène, les dichalcogénures de métaux de transitions (ex: MoS₂) ou le phosphore noir (BP).