PROPRIÉTÉS OPTIQUES ET STRUCTURALES DU NITRURE DE BORE EN HYBRIDATION SP^2 : DES CRISTAUX MASSIFS AUX FEUILLETS ATOMIQUES

PAR LÉONARD SCHUE

Présentée par Monsieur Léonard SCHUE
Spécialité : Physique
Laboratoire : LEM et GEMaC

Le nitrure de bore hexagonal (hBN) est un semi-conducteur à grand gap (> 6 eV) appartenant à la nouvelle famille des cristaux 2D. Ses propriétés isolantes et sa structure cristalline font de lui un matériau stratégique dans la réalisation d'hétérostructures 2D à base de graphène. L'objectif de cette thèse a été d'étudier les propriétés optiques et structurales des feuilles hBN.

Après une description des méthodes expérimentales, les propriétés du matériau massif

– loin des interfaces – sont étudiées sur le cristal de référence synthétisé par croissance haute-pression-haute-température au Japon. L'étude en microscopie électronique à transmission a permis d'identifier l'empilement AA', caractéristique du hBN. Les trois principales régions d'émission de luminescence du hBN sont identifiées et analysées en détail : excitons libres, excitons piégés et défauts profonds. L'efficacité radiative excitonique a été analysée sur des cristaux issus de différentes voies de synthèse mettant en évidence des qualités dispersées. L'origine des processus de luminescence est discutée en regard des différentes interprétations actuelles, théoriques et expérimentales.

Le coeur de la thèse porte sur les propriétés des cristaux 2D de faibles épaisseurs obtenus par clivage mécanique, ceci jusqu'à la monocouche atomique. L'étude des défauts introduits lors de l'étape d'exfoliation et leur impact sur les émissions de luminescence ont permis d'isoler les propriétés intrinsèques des cristaux 2D de hBN. Les expériences réaliséess en spectroscopie Raman basse fréquence, enn spectroscopie de pertes d'énergie et en cathodoluminescence ont mis en évidence une série d'effets de basse dimensionnalité sur les propriétés vibrationnelles, diélectriques et excitoniques du hBN. Les premiers résultats obtenus sur des feuillets suspendus dans le vide sont présentés et les effets de déformation élastique et plastique sur la luminescence de hBN discutés.

La dernière partie de cette thèse porte sur des cristaux de nitrure de bore rhomboédrique (rBN) où les feuillets atomiques forment un empilement ABC. Ces cristaux ont permis d'aborder l'effet de l'empilement des plans atomiques sur la luminescnce du BN en hybridation sp^2.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

T. Greber - Rapporteur
X. Marie - Rapporteur
S. Berciaud - Examinateur
J.-P. Hermier - Examinateur
J. Barjon - Co-directeur de thèse
A. Loiseau - Directeur de thèse