



Soutenance de thèse

Mercredi 09 janvier

14h 00

Centre d'intégration Nano-INNOV
Amphithéâtre
Bât 862 8 avenue de la Vauve 91120 Palaiseau

Petru BORTA

“Cristaux photoniques en diamant pour la réalisation de bio-capteurs innovants”

Jury members :

Xavier CHECOURY	PR2	Université Paris-Sud	Directeur de thèse
Nicolas LE THOMAS	Professeur	Ghent University - IMEC Department of Information Technology (INTEC)	Rapporteur
Gaëlle LISSORGUE	Professeur	École supérieure d'ingénieurs en électrotechnique et électronique	Rapporteur
Jocelyn ACHARD	Professeur	Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux	Examineur
Hugues GIRARD	Ingénieur de Recherche	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives	CoDirecteur de thèse

Abstract :

Au cours des dernières années, la recherche dans le domaine des bio-capteurs optiques sans marquage a connu une croissance rapide du fait de la nécessité de développer des méthodes toujours plus performantes pour la détection et la mesure de faibles concentrations de molécules spécifiques dans divers domaines. Parmi les différentes méthodes optiques existantes, les cristaux photoniques (CP) offrent une alternative prometteuse du fait de leur sensibilité. D'autre part, le diamant, utilisé comme matériau pour la réalisation de ces dispositifs offre de bonnes propriétés optiques et la possibilité de réaliser une fonctionnalisation de surface efficace facilement. Dans ce contexte, cette thèse propose un nouveau design de bio-capteur optique à cristaux photonique bi-dimensionnel en diamant, fonctionnant à des longueurs d'onde proche de 800 nm.

Une géométrie originale de trous d'air circulaires organisés selon une maille carrée a été choisie pour maximiser la sensibilité du bio-capteur à des changements d'indice de réfraction en leur surface. Il a été démontré analytiquement que les modes à faible vitesse de groupe avaient une plus grande sensibilité à ces changements. Des méthodes numériques ont permis de préciser les paramètres géométriques optimaux du CP. Le design proposé est basé sur la mesure de décalage angulaire dans le spectre en réflexion d'un mode lent résonant du CP quand celui-ci est éclairé par une lumière monochromatique.

Des films de diamant polycristallin de quelques centaines de nanomètres à quelques micromètres d'épaisseur ont été déposés sur différents substrats. L'ensemble des procédés technologiques nécessaires à la réalisation des CP et spécifiques aux films de diamant polycristallin ont été développés ou optimisés, comme, entre autre, un procédé de lissage obtenu par gravure plasma, un procédé de transfert de films de diamant sur un autre substrat par collage, un procédé d'amincissement des films de diamant et la fabrication des CP par lithographie électronique et gravure plasma.

Les échantillons réalisés dans la salle blanche du C2N ont été mesurés optiquement et les hypothèses théoriques concernant les performances du capteur ont été validées. Un mode avec une vitesse de groupe $c/100$ à une longueur d'onde de 800 nm a été mesuré et la sensibilité correspondant à cette structure a été estimée à 500 degrés par unité d'indice de réfraction ($^{\circ}/RIU$), une valeur supérieure d'un ordre de grandeur à celles rencontrées couramment dans les capteurs à CP bidimensionnels. Ces résultats représentent un premier pas vers un biocapteur hautement sensible, comprenant une fonctionnalisation de surface du diamant pour une reconnaissance de cible spécifique.