

Soutenance de thèse

Mardi 29 avril 025
10h00 - Amphithéâtre

Accélérateurs de particules sur puce Imene SI HADJ MOHAND

Composition du jury

M. Nicolas LE THOMAS, Ghent University, Rapporteur
M. Emmanuel CENTENO, Université Clermont Auvergne, Rapporteur
M. Hugo LOURENÇO-MARTINS, Université de Toulouse, Examineur
M. Davy GERARD, Université de technologie de Troyes, Examineur
M. Henri BÉNISTY, Université Paris-Saclay, Examineur

Directeur de thèse : Xavier Checoury

Abstract

La présente thèse explore le développement d'un accélérateur de particules miniaturisé intégré sur une puce en silicium, en réponse aux défis posés par les infrastructures colossales et les coûts élevés des accélérateurs conventionnels (CERN, XFEL, SOLEIL). S'appuyant sur le concept des accélérateurs lasers diélectriques, le dispositif proposé exploite l'interaction entre un faisceau d'électrons et un champ électrique confiné dans une cavité à cristal photonique. Ce principe repose sur l'accord de phase entre la vitesse des électrons et celle du champ, rendu possible grâce à une conception précise de nanostructures en silicium suspendu, offrant un fort confinement optique, un faible volume modal et une compatibilité avec les techniques de fabrication de l'industrie des semi-conducteurs. Le travail de recherche comprend : la conception et la modélisation des cristaux photoniques pour optimiser l'accord de phase et le transfert d'énergie, le développement d'une solution innovante de couplage optique par injection fibrée adaptée aux contraintes d'un microscope électronique à transmission et la mise en place d'une solution technologique afin d'éviter l'accumulation de charges sur la structure lors du passage du faisceau d'électrons. Les structures ont été fabriquées en salle blanche par des techniques avancées de nanofabrication. Les dispositifs réalisés ont été caractérisés par des mesures de leur facteur de qualité, de leur fréquence de résonance et par des expériences d'EELS, permettant d'évaluer l'efficacité du couplage entre les électrons et les modes des cavités. L'efficacité du couplage optique de la structure fibre-puce développée a également été mesurée afin d'optimiser les performances du dispositif. Les résultats obtenus dans cette thèse contribuent de manière générale à la photonique silicium et plus particulièrement à la démonstration du fort potentiel des structures développées pour l'accélération de particules sur puce et ouvrent la voie à des applications prometteuses en physique des hautes énergies, en imagerie et dans le développement de sources de rayonnement compactes.