

# Interposeur en silicium à grande surface pour les expériences en physique des particules

Numéro de la fiche : OPR-573

## Sommaire

### DIRECTION DE RECHERCHE

Jean-François Pratte, Professeur -  
Département de génie électrique et de  
génie informatique

### RENSEIGNEMENTS

[jean-francois.pratte@usherbrooke.ca](mailto:jean-francois.pratte@usherbrooke.ca)

### CODIRECTION DE RECHERCHE

Serge Charlebois, Professeur -  
Département de génie électrique et de  
génie informatique

### RENSEIGNEMENTS

[serge.charlebois@usherbrooke.ca](mailto:serge.charlebois@usherbrooke.ca)

### UNITÉ(S) ADMINISTRATIVE(S)

Faculté de génie  
Département de génie électrique et de  
génie informatique  
Institut interdisciplinaire d'innovation  
technologique (3IT)

### CYCLE(S)

2e cycle  
3e cycle  
Stage postdoctoral

### LIEU(X)

3IT - Institut interdisciplinaire d'innovation  
technologique

---

## Description du projet

Les expériences cryogéniques en physique des particules dans les liquides nobles (Argon liquide, Xénon liquide) telles que la double désintégration beta sans neutrino ou encore la détection de matière noire sont d'un grand intérêt et pourraient ébranler le modèle standard de la physique des particules. En ce qui concerne l'instrumentation, la nouvelle tendance est d'immerger les photodétecteurs dans le liquide noble et donc de les opérer à température cryogénique. Les circuits imprimés ne peuvent être utilisés dans ces expériences dû à leur coefficient d'expansion thermique différent comparativement à un photodétecteur et une électronique à base de silicium, à leur radioactivité qui ajoute du bruit de fond à l'expérience ainsi qu'à leur grand niveau d'impureté. Une autre solution doit alors être identifiée pour les interconnexions électriques et le support mécanique. La solution actuellement envisagée est l'utilisation d'un interposeur en silicium. Un interposeur est une technologie qui fournit un substrat avec des couches d'interconnexion. Les interposeurs sont souvent utilisés dans l'industrie afin d'augmenter la densité des circuits et des signaux d'interconnexion. Par contre, leur taille est relativement petite (sous les 1000 mm<sup>2</sup>), contrairement à la taille recherchée (>10000 mm<sup>2</sup>). Puisque ce type d'interposeur grande surface n'est pas disponible sur le marché, une nouvelle technologie d'interposeur en silicium est développée en partenariat avec Fraunhofer IZM.

À l'automne 2019, une gaufre de caractérisation a été conçue à Sherbrooke afin de tester la nouvelle technologie d'interposeur en silicium. La caractérisation est présentement en cours afin d'identifier les paramètres de la technologie. De plus, la conception d'un module de photodétection intégrant des convertisseurs photons à numérique (digital SiPM), un interposeur en silicium, un contrôleur de tuile en technologie CMOS, un module photonique sur silicium ainsi qu'un module de gestion des alimentations est en cours. Toutes ces technologies sont conçues à l'Université de Sherbrooke dans notre groupe de recherche. Un système doit également être conçu pour les photodétecteurs analogiques (analog SiPM) et le circuit de lecture analogique à faible bruit pour l'expérience nEXO.

Le projet d'interposeur en silicium est un projet multidisciplinaire et peut être ajusté aux intérêts de l'étudiant(e). Les fonctionnalités électriques sont actuellement prises en charge par un étudiant gradué. Le projet proposé pourrait s'orienter vers la caractérisation

mécanique de l'interposeur quant à ses comportements thermiques (de la température pièce aux températures cryogéniques), à sa fiabilité à long terme ainsi qu'aux stress mécaniques induits lors de l'assemblage des différents composants.

Ce projet permettra à la personne intéressée de développer des connaissances en sciences des matériaux et en modélisation. 100 % de nos étudiants se sont trouvé un emploi avant ou à la fin de leurs études. L'environnement de travail au 3IT pourvoit les experts, l'infrastructure et une équipe motivée, requis pour le projet.

Contexte de l'expérience nEXO :

L'expérience en physique des particules nEXO (next Enriched Xenon Observatory) recherche la double désintégration beta sans neutrino ( $0\nu\beta\beta$ ), ce qui provoquerait la redéfinition du modèle standard de la physique. L'expérience est sensible à la radioactivité, spécialement aux isotopes de thorium et d'uranium. En fait, ces isotopes peuvent interagir avec les 5000 kg de Xénon liquide et ainsi générer des charges et des photons indésirables. Ainsi, chacun des matériaux utilisés dans l'expérience doit avoir une faible contribution radioactive pour minimiser le bruit de fond de l'expérience. De plus, puisque l'expérience utilise du Xénon hautement purifié, les matériaux ne doivent pas relâcher d'impuretés dans le temps. Ces impuretés causeraient une diminution du temps de vie des électrons et pourraient empêcher l'expérience de détecter ces charges émises lors de l'interaction des neutrinos. De plus, l'électronique de détection doit être opérée à température cryogénique puisque le xénon liquide est maintenu à 165 K. L'expérience doit être opérée pour une période de 10 ans, nécessitant une solution fiable qui perdure dans le temps.

**Discipline(s) par  
secteur**

**Financement offert**

**Partenaire(s)**

Oui

Fraunhofer IZM

**Sciences naturelles et génie**

Génie électrique et génie électronique,  
Génie mécanique

La dernière mise à jour a été faite le 12 mars 2024. L'Université se réserve le droit de modifier ses projets sans préavis.