

Sujet de thèse 2023 :

Propriétés et performances de cristaux piézoélectriques de Langatate pour de nouvelles applications environnementales

Laboratoire d'accueil : [Institut Lumière Matière \(ILM\)](#), équipe Luminescence – UCBL Lyon 1

Encadrant de stage : Dr. Jérémie Margueritat (CR-CNRS)

Co-encadrants (entreprises) : Boris Valkov ([SLB](#)) et Hugues Cabane ([Cristal Innov](#))

Contexte

La sobriété énergétique dans l'industrie, l'optimisation des rendements et le développement massif des énergies nouvelles sont des objectifs critiques pour avancer vers la société décarbonée de demain. Ces objectifs ne pourront être atteints que si nous sommes capables de contrôler les paramètres clés des procédés utilisés : par exemple la pression au sein d'un puits géothermique ou la température de pièces en mouvement dans une éolienne. Parmi les solutions pour les mesures de ces paramètres, les capteurs basés sur un résonateur acoustique dont la fréquence de résonance dépend de l'environnement présentent de nombreux avantages tels que la sensibilité, la fiabilité, ou possibilité de capteurs sans fil...



1 - Un cristal de langatate produit par Cristal Innov

Les matériaux piézoélectriques utilisés pour ces résonateurs sont des monocristaux très purs afin de garantir une vibration à fréquence précise avec un facteur de qualité élevé, tout en étant stable dans le temps, et reproductible. Le quartz cristallin est très utilisé pour ce type d'application et ses propriétés sont bien connues. Mais d'autres cristaux émergent aujourd'hui pour satisfaire les applications visées telles que les mesures en conditions extrêmes (haute pression, haute température). Au cours de ce stage, on s'intéressera à un de ces cristaux, la langatate (LGT), dont l'atout est d'être stable à très haute température ce qui n'est pas le cas du quartz. Ce cristal utilisé par SLB dans des capteurs de pression, a déjà été produit en laboratoire à l'ILM et industriellement à Cristal Innov, mais il est moins bien connu que le quartz.

Projet et objectifs

L'objectif principal de la thèse est de déterminer finement les caractéristiques pertinentes de ce matériau et leurs variations en fonction des conditions de croissance et de traitement. Nous nous intéresserons notamment à déterminer les propriétés mécaniques (paramètre élastiques) de la langatate en fonction de sa composition chimique et des paramètres de synthèse. L'objectif à moyen terme sera de déterminer quels paramètres de synthèse influent sur les performances du capteur conçu par SLB (sensibilité, hystérésis, reproductibilité, stabilité...).

La thèse se déroulera essentiellement à l'ILM qui dispose d'une expertise sur la caractérisation de matériaux cristallins par des méthodes de spectroscopie optique. La personne recrutée utilisera plus

particulièrement la spectroscopie Brillouin qui permet de mesurer, de façon non-destructive, les vitesses de propagation du son selon les différents axes du cristal qui peuvent être reliées aux paramètres élastiques du matériaux. Ces mesures expérimentales seront comparées à des modèles théoriques, ainsi qu'à des méthodes de mesures d'élasticité plus classique tel que réalisées par Cristal Innov (spectroscopie de résonance). Les résultats obtenus permettront à la personne recrutée de participer à la synthèse de nouveaux cristaux par la méthode Czochralski. Des méthodes de caractérisations complémentaires seront également utilisées, en particulier pour caractériser les défauts présents dans les cristaux de langatate :

- Etude précise de la composition en majeurs et en trace (microsonde électronique, ICP-MS, LIBS, fluorescence X...)
- Structure (diffraction des rayons X, topographie X...)
- Propriétés optiques (spectroscopie d'absorption, diffusion Raman...)
- ...

En 2^{ème} partie de thèse, des validations expérimentales seront réalisées sur des capteurs réalisés par SLB afin de vérifier les corrélations entre les caractérisations du matériau et les performances du dispositif.

L'interprétation de ces caractérisations, leur corrélation avec les conditions de croissance et traitement, puis avec les performances des capteurs constituent des objectifs scientifiques clés de la thèse.

Profil recherché :

La personne aura une solide expérience dans les différentes technologies de caractérisation et de leur interprétation, idéalement pour les mono cristaux.

Une bonne connaissance des propriétés piézoélectriques serait un atout, et/ou une formation dans la synthèse des cristaux.

Dans une politique d'inclusion, les femmes et personnes victimes de discriminations sont particulièrement invitées à candidater si elles ont les compétences requises.

Candidature :

Envoyer votre CV et votre lettre de motivation à :

Hugues Cabane : hugues.cabane@crystalinnov.com

Et Patricia Jeandel : patricia.jeandel@crystalinnov.com