

## ***Thèse Université de Rennes : Chimie des matériaux***

Institut des Sciences Chimiques de Rennes  
ISCR - Equipe Verres et céramiques.

### ***Cristallisation de verres de chalcogénures : vers de nouvelles céramiques transparentes dans l'infrarouge.***

#### **Contexte et objectifs de l'étude :**

Les céramiques transparentes sont des matériaux émergents dans le domaine de la photonique en raison de leur vaste domaine d'applications : matériaux lasers, scintillateurs, blindage transparent ou lentilles optiques [1]. Ces matériaux présentent généralement une structure cristalline cubique (pas de biréfringence) et sont souvent obtenues par pressage de poudres nanométriques afin de limiter la diffusion de la lumière et améliorer leurs propriétés mécaniques. Le développement de nouvelles céramiques transparentes est restreint par ce procédé nécessitant le développement et l'utilisation de poudres céramiques nanométriques de haute pureté. De plus, la transparence des céramiques obtenues est souvent limitée par la présence de porosité résiduelle et/ou la présence de phases secondaires [1].

Ces dernières années, des céramiques transparentes ont été élaborées par cristallisation complète de verres d'oxydes tels que des aluminates, gallates, silicates ou tellurites [2]. L'obtention d'un verre de composition chimique identique à celle de la céramique recherchée est un point clé de ce procédé. L'élaboration de ce verre par fusion/trempe permet d'obtenir un matériau dense (exempt de porosité). Un traitement thermique adéquat de cristallisation permet de convertir ce verre en céramique polycristalline et transparente [2].

L'objectif de cette thèse sera d'élaborer, par cristallisation complète de verres, de nouvelles céramiques chalcogénures transparentes à propriétés optiques remarquables dans l'infrarouge. Les applications potentielles de ces matériaux concernent l'imagerie thermique pour le domaine médical (diagnostics), le contrôle qualité (détection de polluants, pertes thermiques), l'automobile (assistance à la conduite de nuit), ou la sécurité et la défense (vision nocturne).

Il sera nécessaire de transposer et d'adapter ce procédé de cristallisation aux matériaux chalcogénures (matériaux non oxydes à base de soufre, sélénium ou tellure). En s'appuyant sur la littérature existante et les compétences de l'équipe rennaise (forte expérience dans la synthèse de verres "exotiques"), plusieurs compositions chimiques devront être identifiées et sélectionnées pour ensuite tester leur aptitude à former un verre. Ces verres seront ensuite cristallisés via un traitement thermique adapté pour obtenir des céramiques. Différentes caractérisations physico-chimiques (DRX, DSC, TEM, EDS, optique...) seront réalisées pour étudier ces différents matériaux. Ce travail portera sur la caractérisation structurale des matériaux céramisés obtenus : nature et morphologie des cristaux, joints de grains, phases résiduelles éventuelles... Dans le cadre de collaborations déjà bien établies, des caractérisations structurales *in-situ* pourront être réalisées (XRD, SEM, HRTEM). L'étude des corrélations microstructure/transparence lors des processus de cristallisation devra alors permettre d'optimiser les paramètres de synthèse (composition, conditions de recuit...). En fonction du profil du candidat, de la spectroscopie (RMN, Raman....) pourra être utilisée afin d'approfondir l'étude structurale de ces nouveaux matériaux. Finalement les céramiques transparentes obtenues seront caractérisées optiquement (transparence, luminescence) et mécaniquement.

Ce travail expérimental de thèse permettra au candidat d'acquérir une expertise dans le domaine des céramiques transparentes, matériaux à propriétés optiques en pleine émergence.

**Lieu :** Institut des Sciences Chimiques de Rennes (ISCR) - 35042 Rennes  
Equipe Verre & Céramiques (<https://iscr.univ-rennes.fr/glasses-and-ceramics-vc>)

**Financement :** Contrat doctoral ordinaire (acquis)

**Ecole doctorale :** S3M, Science de la Matière, des Molécules et Matériaux

**Profil du candidat :** Master ou ingénieur "Matériaux" ("Chimie ou Physico-chimie").  
Stage recherche effectué dans le domaine de la chimie du solide/matériaux.  
Personne motivée et curieuse.

**Durée de la thèse :** 3 ans

**Début :** septembre/décembre 2023

**Coordonnées des responsables :**

- ✓ Sébastien CHENU ([sebastien.chenu@univ-rennes1.fr](mailto:sebastien.chenu@univ-rennes1.fr) - 02 23 23 33 39)
- ✓ Louisiane VERGER ([louisiane.verger@univ-rennes1.fr](mailto:louisiane.verger@univ-rennes1.fr) - 02 23 23 33 87)

[1] L. B. Kong, et al., "Transparent Ceramics", Springer International Publishing, (2015), DOI : 10.1007/978-3-319-18956-7

[2] I. Milisavljevic, et al., Crystallization of glass materials into transparent optical ceramics. *International Materials Reviews*, 2022: 1-29.