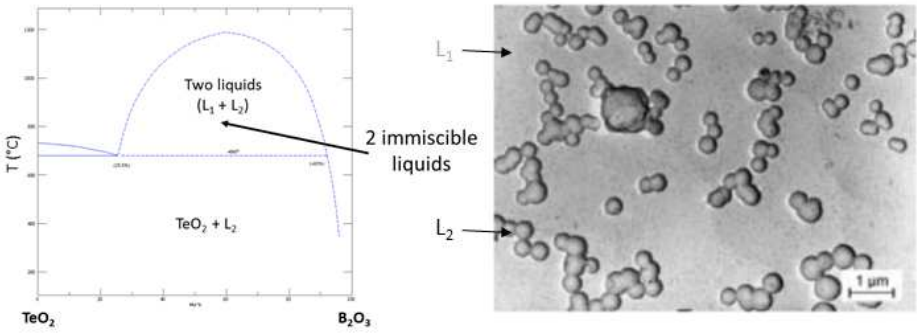
Sujet de thèse

« Composites vitrocéramiques tellurites pour l'exaltation des non linéarités optiques et céramiques tellurates pour l'émission de lumière »

Les verres à base d'oxyde de tellure (tellurites) présentent des propriétés optiques intéressantes avec une transparence étendue dans le domaine infrarouge jusqu'à 5-6 µm, et des indices de réfraction non linéaires n_2 très supérieurs à ceux de la silice. De nombreuses applications liées à la non linéarité optique, comme par exemple la génération de super-continuum au sein de fibres optiques diverses (à gradient d'indice ou bien microstructurées [1]), sont ainsi envisageables. Par ailleurs, les matériaux céramiques tellurates devraient eux s'avérer d'excellents candidats afin d'accueillir divers ions de terres rares, avec pour but la recherche d'une émission de lumière efficace.

Le sujet de thèse de doctorat proposé ici s'organisera autour de **deux volets**.
Le **premier volet** concernera l'élaboration de nouveaux matériaux massifs transparents **vitrocéramiques/composites tellurites**.
Ce volet s'articulera ensuite autour de deux axes de recherche, à savoir :
- la fabrication de nouvelles vitrocéramiques transparentes en faisant appel au procédé de séparation de phases à l'état liquide. Pour cette étude spécifique, les matériaux borotellurites apparaissent comme de sérieux candidats (voir figure illustrative ci-dessous). En particulier, le système chimique TeO_2-B_2O_3-Bi_2O_3 sera envisagé [2] car la cristallisation de certaines phases cristallines non-centrosymétriques (Bi_2TeO_5 pour exemple) peut alors être envisagée. Le contrôle de la nano- ou micro-structuration des vitrocéramiques sera alors crucial pour conserver la transparence du matériau.



- la fabrication de nouvelles vitrocéramiques transparentes obtenues grâce au couplage d'un traitement thermique et d'une irradiation laser adaptés. Les matériaux vitreux de départ seront élaborés dans le système TeO_2 – WO_3 contenant des ions de terres rares (TR) Er^{3+}. Il est alors escompté que ces dernières absorbent une partie du rayonnement laser, conduisant ainsi à un échauffement localisé autour de la TR et, par effet de cumul, à une cristallisation contrôlée de la phase non-centrosymétrique TeO_2-γ. En outre, la contribution de la TR sera duale en jouant aussi le rôle d'agent nucléant, dans le but de favoriser une cristallisation volumique.

Ces deux axes de recherche seront dédiés plus spécifiquement à l'étude des propriétés optiques non linéaires de 2ème et 3ème ordres (conversion et mélange de fréquences (ex : génération de seconde harmonique – SHG), effet Kerr optique). Notamment, l'objectif sera de rechercher l'exaltation de ces propriétés dans le cas des matériaux vitrocéramiques ou composites, en comparaison de ce qui est classiquement mesuré pour les compositions vitreuses « équivalentes ».

Par ailleurs, ces deux axes de recherche contribueront au projet *« Fibres multi-matériaux pour fonctionnalités hybrides électrique-optique (F2MH) »*; projet cofinancé entre la Région Nouvelle-Aquitaine et le labEX Σ-LIM « *Des matériaux et composants céramiques spécifiques aux systèmes communicants intégrés, sécurisés, et intelligents* ». Ainsi, en fonction de l'avancée des travaux, l'élaboration de préformes vitrocéramiques ou composites pourra être envisagée, en vue du fibrage optique, et ce en collaboration avec les collègues de l'Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux (ICMCB) également impliqués dans le projet *F2MH*.

Le **second volet** se focalisera sur l'élaboration de nouvelles **céramiques transparentes tellurates** (degré d'oxydation du Te : +VI) en s'inspirant des premiers travaux publiés très récemment sur la phase $KNbTeO_6$ [3]. Dans cette partie, l'accent sera mis avant tout sur la synthèse, la mise en forme, puis les caractérisations de nouvelles matrices oxydes pouvant servir de matériaux hôtes à l'insertion de divers ions de terres rares. La démonstration d'une émission de lumière efficace au sein de telles céramiques transparentes constituera l'objectif final à atteindre pour ce volet.

Profil du(de la) candidat(e) :
Le/la candidat(e) possèdera une formation (bac+5) en science des matériaux. Des notions dans le domaine des matériaux vitreux ou de caractérisations des matériaux (DRX, MEB, propriétés optiques…) seraient appréciables. De plus, cette thèse se déroulant principalement à l'interface entre l'institut de recherche sur les Céramiques (IRCER) et le département Photonique de l'institut XLIM, nous recherchons une personne qui soit fortement motrice et aussi capable de faire preuve d'autonomie.

Durée de la thèse : 3 ans / **Début de la thèse :** Octobre 2020 / **Date limite de candidature :** Fin mai 2020
Salaire : 1600 € net / mois

Encadrants :
IRCER : Jean-René DUCLERE (Directeur), Sébastien CHENU (Co-encadrant) (https://www.ircer.fr/)
XLIM : Vincent COUDERC (Co-directeur) (https://www.xlim.fr/)

Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter :
Jean-René DUCLERE : jean-rene.duclere@unilim.fr
Sébastien CHENU : sebastien.chenu@unilim.fr

Références :
[1] F. Désévédavy, G. Gadret, J.-C. Jules, B. Kibler, F. Smektala, *Supercontinuum Generation in Tellurite Optical Fibers*, In: Rivera V., Manzani D. (eds) Technological Advances in Tellurite Glasses, Springer Series in Materials Science, vol 254, (2017).
[2] E. Kashchieva, M. Pankova, Y. Dimitriev, *Liquid Phase Separation in the Systems* TeO_2-B_2O_3-M_2O_3 *(*M_2O_3 *=* Al_2O_3, Ga_2O_3, Sc_2O_3, La_2O_3, Bi_2O_3*)*, Ceramics – Silikáty, *45* (3) 111-114 (2001).
[3] M. Dolhen, J. Carreaud, G. Delaizir, J.-R. Duclère, M. Vandenhende, N. Tessier-Doyen, O. Tantot, D. Passerieux, P.-E. Coulon, M. Allix, P. Thomas, S. Chenu, *New* $KNbTeO_6$ *transparent tellurate ceramic*, accepted in J. Eur. Cer. Soc., (2020).