

Proposition de stage de M2

Année 2016-2017

Equipe d'accueil : Spectroscopies Optique des matériaux veRres, Amorphes et à NanOparticules (SOPRANO)

Responsables de stage : Christine Martinet (IR HDR CNRS), Valérie Martinez (MCF)

Contacts : christine.martinet@univ-lyon1.fr, valerie.martinez@univ-lyon1.fr

Intitulé du stage:

Etude des réorganisations structurales des verres silicatés lors de la relaxation en température

Mieux comprendre les liens entre la structure des verres et leurs propriétés macroscopiques (mécaniques, optiques,..) est un enjeu technologique très actuel. Par exemple, améliorer la résistance mécanique des verres aurait un impact essentiel dans les domaines du bâtiment, des smartphones,... Les verres silicatés (à base de SiO_2 (silice)) sont les verres les plus couramment utilisés en industrie. Dans ce contexte, l'équipe SOPRANO a développé de solides liens avec des industriels, en particulier St Gobain. Dans ce cadre, le comportement mécanique et les modifications structurales des verres sous conditions extrêmes de pression font l'objet d'études depuis plusieurs années dans l'équipe SOPRANO [1-4]. Très récemment, il a été mis en évidence que la structure du verre SiO_2 dépend de son histoire mécanique et thermique [5]. Pour approfondir la compréhension de la structure des verres, l'étude des mécanismes de relaxation structurale en température de verres SiO_2 « pré-contraints » mécaniquement a abouti à des résultats originaux et inattendus qui sont en cours de publication [6]. La stabilité thermodynamique d'un verre, préalablement contraint, montre une différence notable avec un verre n'ayant pas subi de cycle de contraintes.

Pour approfondir ces études et se rapprocher des compositions chimiques utilisées en industrie, nous proposons une étude fondamentale sur la relaxation structurale en température de verres silicatés, ayant une composition chimique plus complexe. Ces verres sont composés essentiellement de SiO_2 avec un ajout progressif d'ions modificateurs de réseau (Na^+ , K^+ ,...). L'ajout des ions alcalins a pour effet d'abaisser la température de fusion du verre et de modifier sa structure.

Pour modifier durablement un verre au niveau structural et au niveau de sa densité, il faut appliquer de très hautes pressions hydrostatiques, de plusieurs GPa. Pour cela, deux systèmes expérimentaux sont disponibles au laboratoire, une presse Belt (pression maximale 5GPa et température maximale 1500°C) qui permet d'obtenir des échantillons macroscopiques et une cellule à enclumes de diamants (pression maximale 25GPa) qui permet de faire des études spectroscopiques in-situ sous pression.

Plus spécifiquement dans le cadre du stage de M2, l'étudiant s'intéressera à l'effet de la température sur la réorganisation structurale in-situ en température de verres binaires $x\text{SiO}_2-(1-x)\text{Na}_2\text{O}$ et $x\text{SiO}_2-(1-x)\text{Li}_2\text{O}$. En particulier, il s'agira de mieux comprendre le rôle des ions modificateurs de réseau sur l'évolution de la structure du verre lors de la relaxation suivant sa composition et son histoire mécanique. Les verres seront préalablement préparés sous hautes pressions et à différentes températures par presse Belt et en cellule à enclumes de diamants. L'étudiant se familiarisera avec les techniques hautes pressions et les techniques spectroscopiques (diffusions Raman, Brillouin). A l'issue de ce stage, l'étudiant aura approfondi ses connaissances dans le domaine des matériaux amorphes et acquis une compétence expérimentale dans le domaine des hautes pressions et de la spectroscopie vibrationnelle. Le travail proposé pourra se prolonger en thèse pour un(e) étudiant(e) motivé(e).

Indication éventuelle d'ouverture vers un sujet de thèse : Oui

Type de financement envisagé : Contrat doctoral MESR

[1] C. Sonnevile, T. Deschamps, C. Martinet, D. De Ligny, A. Mermet, B. Champagnon, Polyamorphic transition in silica glass, *Journal of Non-Crystalline Solids*, 382 (2013) 133

[2] C. Coussa-Simon, C. Martinet, D. de Ligny, T. Deschamps, A. Trapananti, B. Champagnon "Permanent Ge Coordination Change Induced by Pressure in $\text{La}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2$ Glass" *Journal of the American Ceramic Society*, 93 (2010) 2726-2730

[3] T. Deschamps, C. Martinet, D.R. Neuville, D. de Ligny, C. Coussa-Simon, B. Champagnon "Silica under hydrostatic pressure: A non-continuous medium behaviour" *Journal of Non Crystalline Solids*, 355 (2009) 2422-2424

[4] B. Champagnon, C. Martinet, M. Boudeulle, D. Vouagner, C. Coussa, T. Deschamps, L. Grosvalet "High pressure elastic and plastic deformations of silica: in situ diamond anvil cell Raman experiments" *Journal of Non-Crystalline Solids*, 354 (2008) 569-573

[5] C. Martinet, A. Kassir-Bodon, T. Deschamps, A. Cornet, S. Le Floch, V. Martinez and B. Champagnon, Permanently densified SiO_2 glasses: a structural approach, 2015, *J. Phys. Cond. Matter*, 27 (2015) 325401

[6] A. Cornet, V. Martinez, D. de Ligny, B. Champagnon, C. Martinet, Relaxation processes of densified silica glass, *J. Chem. Phys*, soumis