

ETUDES OPTIQUES DES NANOPARTICULES DE SILICE SOUS CONDITIONS EXTRÊMES : TRANSITIONS NANO/ MASSIF

LABORATORY : Institut Lumière Matière
IN COOPERATION WITH iLM
:

LEVEL : M1 / M2 / L3
TEAM(S) : SOPRANO

CONTACT(S) : BERTHELOT Alice
MARTINET Christine

CONTACT(S) DETAILS: alice.berthelot[at]univ-lyon1.fr / Tel. 0472448332
christine.martinet[at]univ-lyon1.fr / Tel. 0472448334

KEYWORD(S) : Spectroscopie / Nanoparticule / Haute-pression

SCIENTIFIC CONTEXT :

Les verres de silicate sont omniprésents dans une myriade d'applications, mais leur principal inconvénient reste leur fragilité. Des avancées récentes dans les domaines théoriques et expérimentaux suggèrent que le verre résultant de la compaction de nanoparticules pourrait être la clé pour réduire cette limitation. En ajustant des facteurs tels que la taille des nanoparticules ou la pression de consolidation, il est possible d'observer une transition de la phase fragile à la phase ductile. L'objectif fondamental de ce stage est d'étudier et de comprendre les mécanismes de la transition nano-meso de cette phase amorphe lorsqu'une pression est appliquée. Cette étude a pour but de mettre en évidence une nouvelle phase de silice amorphe, nano-compactée, avec une ténacité augmentée par rapport à la silice conventionnelle résultant de la trempe du liquide surfondu. Des études théoriques résultants de simulations numériques de dynamique moléculaire, ont confirmé un comportement ductile sur des nanoparticules amorphes densifiées, lorsque la taille des nanoparticules de silice diminue (fig.e)[1,2]. Nous visons à étudier le potentiel de ces silices nanocompactées pour : (i) améliorer la ductilité de la silice amorphe (ii) explorer l'effet de la taille nanométrique dans le diagramme de phase P-T, conduisant éventuellement à de nouveaux états vitreux, et (iii) approfondir notre compréhension des propriétés élasto-plastique des nanoparticules de silice libre et une fois compactées.

MISSIONS :

Au cours de ce stage l'étudiant devra réaliser des études spectroscopiques vibrationnelles in-situ et ex-situ de la nano-silice sous pression (fig.c et fig.d). Pour ce faire, il devra réaliser ces expériences sous cellules enclumes diamant ou presse Belt (pression pouvant atteindre 20 GPa) et à différentes températures (de la température ambiante à 1000°C). Le suivi spectroscopique réalisé pendant et après la transformation thermodynamique permettra d'accéder aux déformations structurales (taille des cycles SiO₄ représentés en fig.a par exemple) et aux modifications des grandeurs élastiques et plastiques subies par les nanoparticules de verre durant la compaction [3,4]. Une fois le verre synthétisé il sera possible d'accéder aux constantes élastiques du nouveau verre (module d'élasticité, coefficient de Poisson...) ainsi formé.

OUTLOOKS :

Poursuite en thèse envisageable pour un étudiant pouvant bénéficier d'une bourse ministérielle.

BIBLIOGRAPHY :

- [1] M. Akl et al, JAP, 134, 035104 (2023)
- [2] Y. Zhang et al, Nano Lett. ,19, 8, 5222–5228(2019)
- [3] T. Deschamps et al, JPCM, 25, 025402 (2013)
- [4] T. Deschamps et al., PR, 105 (22), 224206 (2022)