

Adsorption et désorption de l'hélium dans les aérogels de silice : un modèle de transition de phase hors-équilibre

G. Aubry^{1*}, F. Bonnet^{1,2}, L. Guyon^{1,3}, M. Melich¹, P. Spathis¹, P. E. Wolf¹, E. Kierlik⁴, et F. Despetis⁵

1. Institut Néel, CNRS Grenoble

2. INAC/SBT, UJF-CEA Grenoble

3. iRTSV / Laboratoires BGE, UJF-CEA Grenoble

4. LPTMC, CNRS-UPMC

5. GES, CNRS-Université Montpellier 2

* geoffroy.aubry@grenoble.cnrs.fr

Nous étudions la condensation et l'évaporation de l'hélium dans des aérogels de silice, des milieux extrêmement poreux qui peuvent être vus comme un enchevêtrement de filaments de silice. Dans des aérogels suffisamment poreux et à assez basse température, la mesure des isothermes d'adsorption montre que, contrairement à ce qu'on pourrait attendre dans une vision classique de condensation capillaire, l'essentiel de la condensation se produit pour une pression bien définie. Nous avons pu le confirmer par des mesures optiques : localement, la condensation se produit sur un intervalle de pression très faible (quelques dizaines de μbar) comparé à l'écart à la pression de vapeur saturante (quelques mbar). Ce comportement est modifié au dessus d'une température critique T^* qui augmente avec la porosité de l'échantillon. La condensation se produit alors sur un intervalle de pression qui augmente avec la température. Nous montrerons que cette évolution remarquable avec la température est compatible avec un modèle développé au LPTMC, basé sur l'idée que la condensation dans les aérogels est un phénomène hors-équilibre contrôlé par le désordre structurel des aérogels. Des études numériques ont été entreprises en collaboration avec E. Kierlik pour voir si ce modèle permettait de reproduire l'ensemble de nos observations. Nous en présenterons les résultats.

Pour aller plus loin et détecter directement, à $T < T^*$, l'existence, prédite par la théorie, d'avalanches macroscopiques lors de la condensation, nous développons actuellement une méthode d'interférométrie speckle sensible à la distribution locale de fluide dans l'échantillon. Nous avons déjà pu montrer l'existence d'un phénomène de mémoire du point de retour lorsqu'on décrit une boucle mineure du cycle d'hystérésis. A notre connaissance, c'est la première démonstration de ce phénomène à une échelle microscopique. Nous avons aussi entrepris une étude des "scanning curves" dans les aérogels. Les premiers résultats montrent que la pression de condensation à $T < T^*$ dépend de l'histoire. Nous comparerons également ce résultat aux études numériques.

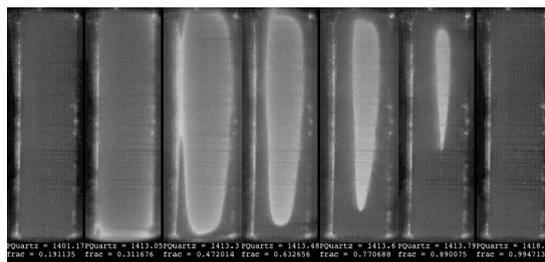


FIGURE 1 – Visualisation optique de la condensation d'hélium dans un aérogel. Lorsque l'aérogel est complètement vide (image de gauche) ou plein (droite), la lumière est peu diffusée. Cependant, au cours de la condensation, une zone hétérogène de liquide et de gaz se forme et diffuse fortement la lumière.

Références

- [1] F. Bonnet et al, "Evidence for a disorder-driven phase transition in the condensation of 4He in aerogels", EPL **82**, 56003 (2008).
- [2] F. Detcheverry et al, "Helium condensation in aerogel : Avalanches and disorder-induced phase transition", PRE **72**, 051506 (2005).
- [3] P.-E. Wolf et al., "Probing helium interfaces with light scattering : From fluid mechanics to statistical physics", EPJ E. **28**,183 (2009).