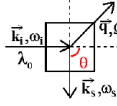


1. Diffusion Brillouin de la lumière

L'analyse en fréquence permet de mesurer les modules élastiques et l'atténuation des ondes acoustiques.



Conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement :

$$\begin{cases} \hbar\omega_s = \hbar\omega_i \pm \hbar\Omega(\vec{q}) \\ \hbar\vec{k}_s = \hbar\vec{k}_i \pm \hbar\vec{q} \end{cases}$$

Fréquence Brillouin

$$v_B = \frac{2nV_s}{\lambda_0} \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Modules élastiques
Coefficient de Poisson

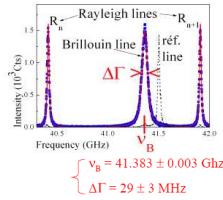
Largeur à mi-hauteur

$$\Delta\Gamma = \frac{V_s \alpha}{2\pi}$$

Friction interne

$$Q^{-1} = \frac{\Delta\Gamma}{v_B}$$

Spectre typique dans la silice densifiée



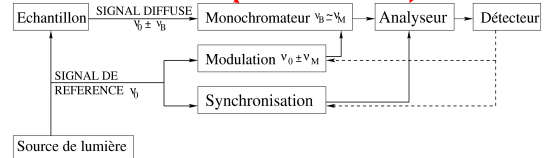
2. Spectroscopie Brillouin haute résolution

Fabry-Perot Plan (FPP), intervalle spectral libre (ISL) ~ 100 GHz, 4 passages \Rightarrow haut contraste $C \sim 10^{10}$

- Stabilisé par un signal de référence généré par modulation électro-optique de la raie laser ($v_0 \pm v_M$)
- v_M fixé à v_B

Fabry-Perot Sphérique (FPS), ISL ~ 1.5 GHz, largeur de la fonction d'appareil ~ 15 MHz

- Calibration avec le signal de référence v_0
- \Rightarrow haute précision sur la fréquence v_B



R. Vacher, H. Sussner, M. Schickfus, Rev. Sci. Instrum. **51** 288 (1980)

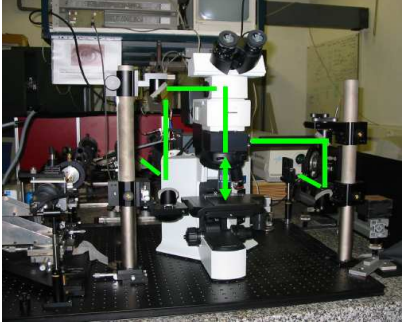
R. Vialla, Opt. Instrum., Coll. de la société française d'optique, ed. Bouchareine (1996)

3. Spectroscopie μ -Brillouin

Dispositif μ -Brillouin installé au LCVN

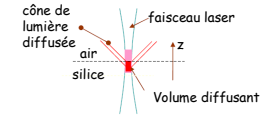
Platine de translation XY
Spot laser - 1 μ m

Resp. Tech. S. Clément

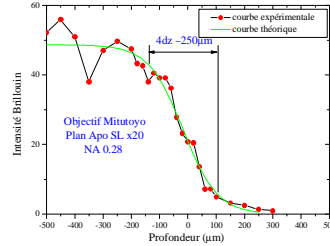


Détermination du volume diffusant au sein de l'échantillon :

$$\text{Fonction sigmoïde : } y = A_2 + \frac{A_1 - A_2}{1 + \exp[(z - z_0) / dz]}$$

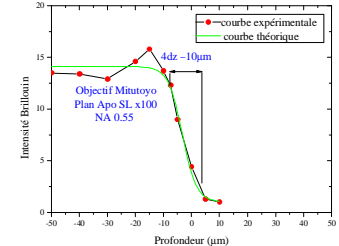


Intensité Brillouin en fonction de la profondeur



Volume diffusant - 5x5x250 μ m

Intensité Brillouin en fonction de la profondeur



Volume diffusant - 1x1x10 μ m

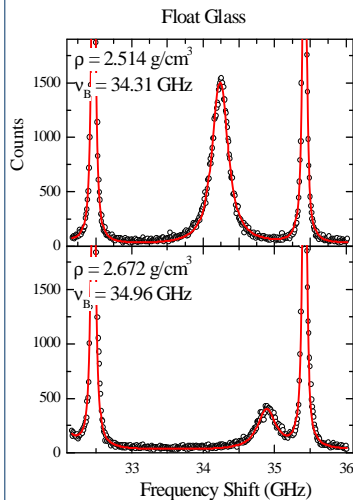
4. Application : Cartographie μ -Brillouin de verres indentés (Coll. Damien Vandembroucq)

Le comportement plastique des verres apparaît dans le cadre d'une sollicitation sous haute pression ou de fortes concentrations de contraintes

Calibration de la jauge de densité

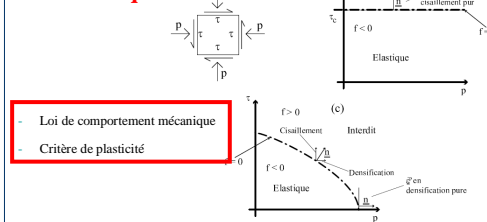
Verre plat (Planilux Saint Gobain)

Echantillons densifiés de manière permanente à 25 GPa pendant 1h
(Thèse Hui Ji Rennes, Coll. Tanguy Rouxel)

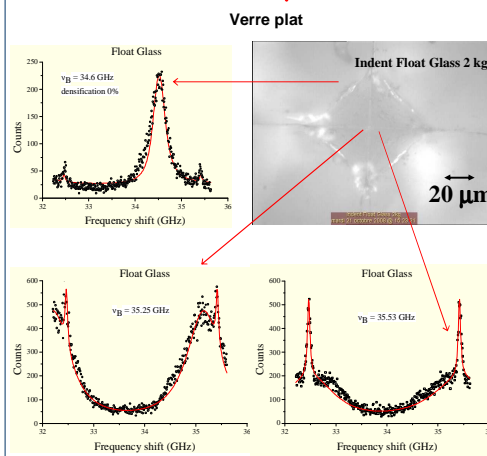


- Variation de la densification : 0% \rightarrow 6.3%
- Variation de la fréquence Brillouin : 34.31 GHz \rightarrow 34.96 GHz \sim 0.65 GHz

Problématique



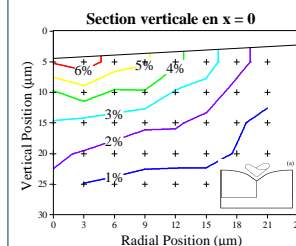
Etude d'un μ -indent



Cartographie μ -Brillouin 3D

- 20 points espacés de 3 μ m à différentes profondeurs (5 μ m)
- 100 points mesurés

Curves iso-densité



Ces données peuvent être utilisées pour valider les hypothèses faites lors de la modélisation par éléments finis d'un essai d'indentation.

Conclusion

Le dispositif μ -Brillouin développé au LCVN sur le spectromètre haute résolution permet d'obtenir une cartographie du module élastique longitudinal avec une résolution de quelques microns.

La détermination du profil de densité sous un micro-indent demeure cependant difficile dans le cas de la silice car la fréquence Brillouin évolue rapidement dans le volume diffusant; la résolution spatiale doit être améliorée. La situation est plus favorable pour le verre plat ou le verre creux.

Cette étude contribuera à mieux comprendre les phénomènes plastiques et à établir une loi de comportement mécanique des verres silicatés.